OCLC#1695514

MBL/WHOI

0 0301 0015388 8

57 QL
B7 265
B92

ABRISS
DER
ZOOLOGIE

FÜR
STUDIRENDE, ÄRZTE UND LEHRER

VON
DR. A. BRASS.

MIT 182 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1882.

8020 (4)
3

6987

Uebersetzungsrecht vorbehalten.

HERRN

DR. MED. G. MANNEL

GEHEIMER HOFRATH UND KÖNIGL. PREUSS. REG.-MEDICINALRATH

GEWIDMET VOM

VERFASSER.

HERRIN

DR. MED. G. MANZARI

EXAMINER HONORARY FOR THE BOARD OF MEDICAL EXAMINERS

GENEVA, ILL.

VERLAGSSTELLE

Vorwort.

Trotz der grossen Anzahl zoologischer Lehr- und Handbücher fehlte es doch noch an einem compendiösen Werkchen, welches in streng wissenschaftlicher Weise den Studirenden das Studium der verschiedenen Disciplinen der Zoologie erleichterte, dem Arzte und Lehrer aber schnell und ohne allzutiefes Eingehen auf die einzelnen Gegenstände über etwa auftauchende Fragen unterrichtete und ihn mit dem momentanen Standpunkt der Wissenschaft bekannt machte. — Angeregt durch eine hierauf bezügliche Aeusserung aus dem Munde des Mannes, dem diese Arbeit in Dankbarkeit und Freundschaft gewidmet ist, entschloss ich mich zur Herstellung eines kurzen Abrisses der Zoologie, welcher den oben genannten Zwecken entsprechen soll. Die Schwierigkeiten, welche die Ausarbeitung eines solchen Compendiums bietet, wird sicher Niemand unterschätzen; galt es doch, in logischer und knapper Weise das unendliche Gebiet des zoologischen Wissens zusammenzufassen, und überall Klarheit wie Wahrheit aufrecht zu erhalten. Dass sich mancher Mangel herausstellen wird, ist sicher, und bittet Verfasser um gütige Nachsicht beim Fühlbarwerden eines solchen; gleichzeitig ersucht er aber auch alle Collegen und die, welche sich für diese Arbeit interessiren, ihn auf etwaige Mängel und Fehler gefälligst durch die Verlagsbuchhandlung aufmerksam machen zu wollen — je offener, je lieber! —

Zum Schlusse sage ich Herrn Dr. R. ENGELMANN meinen Dank für sein Entgegenkommen betreffs der Ausstattung dieses Werkchens und für die Nachsicht, welche er mit mir während mancher unliebsamen Unterbrechung der Arbeit gehabt.

Die Herren Professoren FREY, GEGENBAUR, HAECKEL und KÖLLIKER bitte ich um Entschuldigung, wenn ich, mit Rücksicht auf eine möglichst billige Herstellung dieser Arbeit, etwas sehr stark ihre Figuren benutzte.

Die Systematik ist zum grössten Theil nach CLAUS, dessen Lehrbücher augenblicklich am meisten Eingang gefunden, gegeben worden, und habe ich nur Aenderungen getroffen, wo mir solche unbedingt nothwendig erschienen.

Es soll mich freuen, wenn durch diesen Abriss die Zoologie mehr Anklang und Eingang in den Kreisen der Aerzte u. a. findet und durch denselben das Verständniss des menschlichen Organismus, dessen Studium ja das interessanteste und wichtigste ist, erleichtert wird.

Halle a/S., im November 1881.

Der Verfasser.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	1
I. Abschnitt. Allgemeine Zoologie.	
Unbelebte und belebte Naturkörper	7
Pflanze und Thier	9
1. Der allgemeine Bau der Pflanzen und Thiere	10
2. Unterschiede zwischen Pflanze und Thier, bedingt durch die verschiedenen Functionen, welche ihre Organe zu verrichten haben	13
Das Thier	18
Allgemeines	18
Nahrungsaufnahme	25
Athmung	32
Fortpflanzung	36
Das psychische Leben der Thiere	45
Das Zusammenleben der Thiere	46
Schlaf und Tod	48
II. Abschnitt. Morphologie.	
I. Die Zelle als Elementarorganismus	51
II. Zellenaggregate (Elementarorgane)	56
Freie Zellen	56
Die Gewebe	58
III. Organe höherer Ordnung	68
Die Organe, ihre Entstehung und Wechselbeziehung	68
Anpassung, Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe	70
Homologie und Analogie der Organe	71
IV. Vergleichende Anatomie	72
Ursprung der Organe	73
A. Verdauungsapparat	74
Protozoen, Coelenterata 74. — Echinodermata 76. — Vermes 77. — Arthropoda 79. — Mollusca 80. — Molluscoidea, Tunicata 82. — Vertebrata 83.	
B. Gefäßsystem	89
Coelenterata, Echinodermata 90. — Vermes 92. — Arthropoda 92. — Mollusca 94. — Molluscoidea Tunicata 95. — Vertebrata 96.	
C. Respirationsorgane	102
Echinodermata, Vermes, Arthropoda 102. — Mollusca 104. — Molluscoidea, Tunicata 105. — Vertebrata 106.	

	Seite
D. Excretionsorgane	444
Vermes 144. — Arthropoda 143. — Mollusca 144. — Molluscoidea, Tunicata, Vertebrata 145.	
E. Geschlechtsorgane.	446
Coelenterata 148. — Echinodermata 149. — Vermes 120. — Arthropoda 123. — Mollusca 127. — Molluscoidea, Tunicata, Vertebrata 130.	
F. Aeussere Haut und Hautskelet	436
Coelenterata, Echinodermata 136. — Vermes 139. — Arthropoda 140. — Mollusca 143. — Molluscoidea, Tunicata 146. — Vertebrata 147.	
G. Inneres Skelet	454
Protozoa, Coelenterata 151. — Vermes, Mollusca, Tunicata 153. — Vertebrata 153. (1. Das cerebrospinale Skelet 156. — 2. Extremitätenskelet 167. — 3. Zahnskelet 175.)	
H. Der Muskelapparat	476
Coelenterata, Echinodermata, Vermes 177. — Arthropoda, Mollusca 178. — Molluscoidea, Tunicata, Vertebrata 179.	
I. Das Nervensystem	482
Coelenterata, Echinodermata 183. — Vermes 184. — Arthropoda 185. — Mollusca 188. — Molluscoidea, Tunicata, Vertebrata 191 (1. Centralorgan des Nervensystems 192. — 2. Peripherisches Nervensystem 197.)	
K. Sinnesorgane	204
Coelenterata 202. — Echinodermata, Vermes 203. — Arthropoda 205. — Mollusca 207. — Molluscoidea, Tunicata, Vertebrata 209.	
V. Entwicklungsgeschichte	218
A. Das Sperma	249
B. Das Ei	220
Entwicklung des Eies	220
Verschiedene Eiformen	222
Der Eihalt	224
C. Die Eibefruchtung und Eifurchung	226
Umwandlung des Keimblaschens, Bildung der Polkörper und des weiblichen Vorkerns	226
Die Befruchtung	227
Furchung der Eizelle	227
D. Bildung der Keimblätter	234
Bildung der Gastrula	233
Bildung des mittleren Keimblatts	235
E. Bildung der Eihüllen	237
Entwicklung der äusseren Leibesform	237
Entwicklung der Eihüllen	238
Bildung der Placenta	242
F. Entwicklung der Organe	246
1. Verdauungsapparat	246
2. Gefässsystem	254
3. Harn- und Geschlechtsorgane	264
4. Aeussere Haut	269
5. Inneres Skelet	273
a. Wirbelsäule. 273. — b. Schädelkapsel 275. — c. Visceralskelet des Kopfes. 277 — d. Extremitätenentwicklung 279.	
6. Muskelsystem	282
7. Nervensystem	283
a. Gehirn 284. — b. Rückenmark 288. — c. Peripherisches Nervensystem 288.	
8. Entwicklung der Sinnesorgane	290
a. Augen 290. — b. Gehörorgan 294. — c. Geruchsorgan 299.	

Dritter Abschnitt. Systematik.

	Seite
Allgemeine Eintheilung des Thierreichs	302
I. Typus. Protozoa (Urthiere)	303
I. Classe. Rhizopoda	305
II. Classe. Infusoria	306
II. Typus. Coelenterata s. Zoophyta (Pflanzenthiere)	307
I. Subtypus. Spongiaria s. Porifera	308
II. Subtypus. Cnidaria	309
I. Classe. Anthozoa s. Actinozoa	309
II. Classe. Hydromedusae s. Polypomedusae	310
III. Classe. Ctenophorae	312
III. Typus. Echinodermata (Stachelhäuter)	312
I. Classe. Crinoidea	313
II. Classe. Asteroidea	313
III. Classe. Echinoidea	314
IV. Classe. Holothurioidea	314
IV. Typus. Vermes (Würmer)	315
I. Classe. Plathelminthes	315
II. Classe. Nemathelminthes	319
III. Classe. Rotiferi s. Rotatoria	321
IV. Classe. Gephyrei	321
V. Classe. Annelides	322
V. Typus. Arthropoda (Gliederfüßler)	323
I. Classe. Crustacea	323
1. Gruppe. Entomostraca	324
2. Gruppe. Malacostraca	325
I. Leptostraca 325. II. Arthrostraca 325. — III. Thoracostraca 326.	
3. Gruppe. Gigantostraca	327
II. Classe. Arachnoidea	328
III. Classe. Onychophora	330
IV. Classe. Myriopoda	330
V. Classe. Insecta	330
VI. Typus. Mollusca (Weichthiere)	338
I. Classe. Lamellibranchiata	338
II. Classe. Scaphopoda	339
III. Classe. Gastropoda	339
IV. Classe. Pteropoda	340
V. Classe. Cephalopoda	341
VII. Typus. Molluscoidea (Molluscoiden)	341
I. Classe. Bryozoa	342
II. Classe. Brachiopoda	343
VIII. Typus. Tunicata	343
I. Classe. Tethyodia (Ascidien)	343
II. Classe. Thaliacea (Salpen)	344
IX. Typus. Vertebrata (Wirbelthiere)	344
I. Classe. Pisces (Fische)	345
1. Unterclasse. Leptocardii	345
2. Unterclasse. Cyclostomi	346
3. Unterclasse. Chondropterygii (Selachier)	346
4. Unterclasse. Ganoidei	347
5. Unterclasse. Teleostei (Knochenfische)	348
6. Unterclasse. Dipnoi (Lurchfische)	349

	Seite
II. Classe. Amphibia (Lurche)	349
III. Classe. Reptilia (Reptilien)	350
IV. Classe. Aves (Vögel)	352
I. Ratitae	352
II. Carinatae	353
V. Classe. Mammalia (Säugethiere)	354
1. Unterclasse. Acolpoda (Cloakenthiere)	355
2. Unterclasse. Dicolpoda (Beutelthiere)	355
3. Unterclasse. Monocolpoda (Placentalia)	355
Register	359

Einleitung.

Die Zoologie ist diejenige Wissenschaft, welche den Körper des Thieres ihren Betrachtungen zu Grunde legt, denselben nach seiner allgemeinen Form, seinem makro- und mikroskopischen Baue, seiner Entwicklung aus der einfachen Zelle sowohl als seiner Weiterentwicklung aus niederen Körperformen, sowie nach der Stellung, welche er in der Reihe der Organismen einnimmt, und endlich nach seiner Wechselbeziehung zur Aussenwelt zu untersuchen hat.

Es ist kaum möglich, alle Seiten, welche das Leben des Thieres, seine Entwicklung und sein Bau bieten, zusammenhängend zu betrachten, und es zerfällt daher die Zoologie in eine Reihe von Hilfswissenschaften, welche zwar nur eine Auffassung des Thierkörpers weiter ausarbeiten, von den übrigen jedoch in steter Abhängigkeit bleiben.

Die Physiologie beschäftigt sich mit der genauen Feststellung der chemisch-physikalischen Vorgänge im Thierkörper; mit der Substanz des Thieres und ihrer Entwicklung aus anderen gegebenen Substanzen; mit den Kräften, welche der thierische Organismus aufzunehmen und umzubilden vermag.

Der Morphologie fällt die Aufgabe zu, den Thierkörper als aus einer Einheit, der einfachen Zelle, hervorgegangen zu betrachten und uns die Formverschiedenheiten klar zu legen, welche durch Weiterentwicklung der Zelle — zu Geweben, Organen, Individuen und Tiergruppen — geführt haben. Sie zerfällt in: Entwicklungsgeschichte und Anatomie. Die Entwicklungsgeschichte hat den werdenden Körper zum Gegenstand ihrer Untersuchung zu machen; nicht allein die Entwicklung des Individuums aus der Eizelle, sondern auch die Entwicklung desselben aus resp. niederen Tierformen. Im ersteren Falle bezeichnen wir sie als Embryologie (Ontogenie), im letzteren als Stammesgeschichte (Phylogenie), welche im Verein mit Paläontologie (soweit sich dieselbe mit den fossilen Thierresten befasst) zusammenhängende Tierreihen aufzustellen hat. — Die Anatomie hat uns mit dem Bau des fertigen Thierkörpers bekannt zu machen; sie wird zur vergleichenden Anatomie, wenn sie das Verhältniss gleichwerthiger Organe und Organsysteme bei den verschiedenen Tiergruppen im Zusammenhang betrachtet, zur Histologie, wenn sie die Gewebe, welche den Thierkörper schliesslich aufbauen, als solche und in ihrer Verbindung zu Organen berücksichtigt.

Wohl so lange als das Menschengeschlecht besteht, hat dasselbe ein reges Interesse für die es umgebende Thierwelt gezeigt, von der es ja zunächst ab-

hängig war, — sei es nun, dass dem Menschen die Thiere als Nahrung dienen, sei es, dass sie ihm Schaden zufügten, seine Existenz in Frage stellten. Das Leben vieler Thiere und ihre charakteristischen Formen mussten beobachtet werden, wenn man ihren Verfolgungen entgehen oder sie selbst als Beute erlangen wollte. Die verschiedene Werthigkeit der verschiedenen Theile des Thierkörpers als Nahrungsmittel musste fernerhin eine weitergehende Untersuchung seines Baues veranlassen und machte den Menschen mit den allgemeinsten anatomischen Verhältnissen des Thieres bekannt, — der Mensch lernte durch alles dies beobachten und aus seinen Beobachtungen Schlüsse ziehen. Der alte Priester, welcher aus den zuckenden Organen der Opferthiere weissagte, brachte damit Anschauungen zum Ausdruck, die schon seit langer Zeit den Geist des Volkes beschäftigten, die es nach und nach aus der Betrachtung des Thieres gesammelt und seinem Verständnisse gemäss aufgefasst hatte.

Die Zoologie ist eine uralte Wissenschaft und findet ihren ersten Ausdruck wohl in jenen ältesten religiösen Gebräuchen, die als Thiercultus bezeichnet werden. Wissenschaftliche Arbeiten über dieselbe haben wir jedoch erst aus dem 4. Jahrh. v. Chr. in den Werken des grossen griechischen Philosophen und Naturforschers ARISTOTELES (384 — 322), welcher durch die Unterstützungen seines Schülers ALEXANDER des Grossen in den Stand gesetzt wurde, das bereits Bekannte durch zahlreiche neue Untersuchungen zu vermehren. Er hat uns das Leben, die Entwicklung und den Bau des Thieres in theils vergleichender, theils philosophisch betrachtender Weise mitgetheilt und durch seine Werke den Grund für unsere Wissenschaft gelegt.

Im Allgemeinen scheidet er die Thiere in die zwei grossen Abtheilungen der Blutführenden und Blutlosen, welche unseren Wirbelthieren und Wirbellosen gleichgestellt werden können. Zu den ersteren rechnete er weiterhin: die vierfüssigen, lebendig gebärenden Säugethiere, die eierlegenden Vögel, die lebendig gebärenden, lungenathmenden Wale, die vierfüssigen und fusslosen Eierlegenden (Reptilien) und die Fische; zu den Blutlosen zählte er: die Weichthiere, welche ihre Füsse am Kopfe tragen (Cephalopoden), die vielfüssigen Weichschalthiere (Crustaceen), die fusslosen Schalthiere (Muscheln, Schnecken, Echinodermen) und die Kerfthiere (Insecten). Zwischen diesen Gruppen nahm er noch Uebergänge an und behandelte schliesslich alle jene nicht in das Schema zu bringenden Formen mit mehreren zusammen nach gewissen einzelnen Merkmalen.

Vier Jahrhunderte hindurch blieben des ARISTOTELES Werke die hauptsächlichsten für unsere Wissenschaft, und erst in der Mitte des 4. Jahrh. n. Chr. fasste der römische Gelehrte PLINIUS d. Aeltere das über die Thiere seiner Zeit Bekannte in einem grösseren, encyklopädischen Werke der gesammten Naturkunde zusammen. Es ist seine Arbeit jedoch nicht der des ARISTOTELES vergleichbar, sondern nur eine wenig kritische Compilation, welche sich hauptsächlich auf die aristotelischen Werke stützt. Nach PLINIUS wurde die Zoologie nur von Wenigen gepflegt, zwar machte GALENUS (im 2. Jahrh. n. Chr.) eingehende anatomische Studien an höheren Thieren, um nach diesen einen Aufschluss über den Bau des Menschen zu erhalten, es konnten dieselben jedoch nicht verhindern, dass sich das Thatsächliche, welches über den Bau, das Leben und die Entwicklung der Thiere bekannt war, mehr und mehr in die Form

naiver oder wunderbarer Fabeln kleidete und so dem Volke lange, lange Zeiten hindurch übermittelt wurde. Die staatlichen Umwälzungen, die religiösen Neuerungen und die Entwicklung eines einseitigen Kirchenregimentes dienten in den Jahrhunderten n. Chr. der zoologischen Wissenschaft gerade nicht als befruchtende Elemente; die Werke des ARISTOTELES blieben die einzigen wissenschaftlichen, nur kamen sie leider nicht aus den Mauern der Klöster heraus und dienten wie die Bücher des PLINIUS höchstens zur Ausführung einiger compilatorischer Arbeiten. Die Bearbeitungen des Thierreiches, welche wir vom Bischof ISIDOR VON SEVILLA (7. Jahrh.), MATH. FARINATOR und BARTH. VON GLANVILLA besitzen, stützen sich auf die Werke des PLINIUS, während ALBERTUS MAGNUS und VINCEZ VON BEAUVAIS (13. Jahrh.) sich mehr an ARISTOTELES anlehnen, der ihnen wahrscheinlich nach einer arabischen Uebersetzung bekannt war; es sind die Arbeiten der letzten Autoren denn auch die wichtigsten, welche wir aus jenen Zeiten besitzen. — Eine neue Periode für die Zoologie wird gegen das Ende des 15. und im Laufe des 16. Jahrhunderts vorbereitet. Zunächst erschien eine neue Uebersetzung des ARISTOTELES nach dem Original von THEODOR GAZA (1476), welche schnell in mehreren Auflagen verbreitet wurde. Gleichzeitig brachten die grossen Erfolge, welche die Schiffahrt aufzuweisen hatte, neue Anschauungen in die Köpfe der Gelehrten, und mit der Länder- und Völkerkunde, mit der Astronomie und Physik schritt auch die Zoologie vorwärts. Die Werke von ALDROVANDUS, CONRAD GESSNER u. A. zeigen schon den Versuch einer neuen Auffassung des Thierreiches, wenngleich ihnen noch bedenklich der Unverstand vergangener Jahrhunderte anleht. Um die Mitte des 16. Jahrhunderts führte dann endlich EDUARD WATTON durch seine systematischen und vervollständigten Arbeiten über die Zoologie dieselbe in neue Bahnen hinein und vermittelte den Uebergang zwischen ARISTOTELES und der Neuzeit. Die verbesserten Untersuchungsmethoden und besonders die vervollkommnete Construction des Mikroskopes hatten ein schnelles Aufblühen unserer Wissenschaft während des 17. Jahrhunderts zur Folge. HARVEY war es, welcher im Jahre 1652 den so berühmt gewordenen Satz »*Omne vivum ex ovo*« aussprach und dadurch ein neues Licht auf die gesammten entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge warf; weiterhin entdeckte derselbe Forscher den Kreislauf des Blutes bei den höheren Thieren. In seiner Bibel der Natur veröffentlichte SWAMMERDAM gleichzeitig eine grosse Anzahl von trefflichen Einzeluntersuchungen über das Leben, die Entwicklung und den allgemeineren anatomischen Bau vieler Thiere, besonders der niederen. MALPIGHI in Bologna wandte das Mikroskop zur Untersuchung der thierischen Gewebe und Organe an, erhielt jedoch noch keine klare Vorstellung von dem zelligen Baue derselben. LEEUWENHOEK verdanken wir eine erste Kenntniss der Infusorien, der Blutkörperchen und der Spermatozoen (welche von ihm als Samenthiere aufgefasst wurden), sowie die der quergestreiften Muskelfaser.

Durch die zunehmenden Erforschungen der neuen Welt waren eine Menge neuer Thierformen bekannt geworden und die Beobachtung lehrte bald die Unvollkommenheiten des vorhandenen Systemes kennen. Da war es denn zunächst JOH. RAY, welcher zu Ende des 17. und Anfangs des 18. Jahrhunderts ein neues System, wenigstens für die höheren Thiere, zu schaffen bemüht war; er führte den Artbegriff in die Zoologie ein und versuchte den anatomo-

mischen Bau des Thieres zum leitenden Gedanken seiner Systematik zu machen. Sein System gelangte jedoch nicht zur weiteren Durchführung, weil der grosse Schwede CARL LINNÉ (1707—1778) bald darauf in genialer, wenn auch nicht streng wissenschaftlicher Weise eine brauchbare Systematik der gesammten Lebewesen schuf. Bevor wir näher auf die Leistungen LINNÉ's eingehen, haben wir noch kurz jene Männer dieses Jahrhunderts zu erwähnen, welche theils die Entwicklung anderer Thierformen (besonders der Insecten), theils aber auch die Lebensgeschichte der Thiere eingehender untersuchten, es waren unter Anderen: RÉAUMUR, RÖSEL VON ROSENHOF, DE GEER, BONNET. Gleichzeitig gelangten durch ihre Publicationen die Resultate der zoologischen Forschung mehr und mehr in die gebildeten Kreise der damaligen Zeit, in der das Mikroskopiren Modesache geworden war. — Das Hauptverdienst LINNÉ's war, wie schon erwähnt, die Schaffung eines brauchbaren Systemes, welches sich vor den vorhergehenden hauptsächlich noch dadurch auszeichnete, dass es eine binäre Nomenclatur der einzelnen Arten neben einer scharf gegliederten Sonderung enthielt, gestützt auf physiologische und anatomische Eigenschaften des betr. Thieres. Er theilt die Thiere ein in:

- I. Thiere mit rothem, warmem Blute, mit einem aus zwei Vorkammern und zwei Herzkammern gebildeten Herzen.
 - A. Säugethiere, *Mammalia*, lebendig gebärend.
 - B. Vögel, *Aves*, eierlegend.
- II. Thiere mit rothem, kaltem Blut, einer Vor- und einer Herzkammer.
 - A. Amphibien, *Amphibia*, durch Lungen athmend.
 - B. Fische, *Pisces*, durch Kiemen athmend.
- III. Thiere mit weissem Blute und einfachen Herzen.
 - A. Gliederthiere, *Insecta*, mit gegliederten Fühlern (Antennae).
 - B. Würmer, *Vermes*, mit ungegliederten Fühlern (Tentaculae).

Allerdings war ein solches System stellenweise äusserst willkürlich, jedoch war es leicht, neue Formen in dasselbe einzureihen oder nach demselben zu bestimmen. Auch die Entwicklungsgeschichte wurde im Laufe des 18. Jahrhunderts wesentlich gefördert. Besonders waren es die klassischen Arbeiten eines CASPAR FRIEDRICH WOLFF (1733—1794), welche zuerst ein klares Bild von der Entwicklung eines Thieres aus der Eizelle gegeben haben und den Grund für alle späteren Arbeiten in diesem Gebiete legten; er erkannte schon die Zusammensetzung der Pflanzen und Thiere aus Bläschen, den Zellen. —

Unser Jahrhundert ist gleich von seinem Beginne an durch ein reges Forschen auf dem Gebiete der gesammten Zoologie ausgezeichnet. LAMARCK, CUVIER und C. E. VON BAER sind als die einflussreichsten Zoologen aus dem Anfange unseres Säculums zu bezeichnen. LAMARCK gab zunächst eine neue Eintheilung des Thierreiches nach seiner Organisation; er theilte dasselbe in zwei grosse Hauptgruppen, die Wirbelthiere (Vertebrata) und die Wirbellosen (Invertebrata) ein, in denen er wieder je 2 resp. 4 Untergruppen unterschied. Gleichzeitig mit ihm stellte GEORGE CUVIER (geb. 1769) im Jahre 1812 sein verbessertes System der Thierreihe auf, dem er besonders die vergleichende Anatomie zu Grunde legte. Er unterschied die Organe nach ihrer Correlation zum Baue und Leben der Thiere und erkannte die verschiedene Werthigkeit derselben im

Organismus. CUVIER scheidet das Thierreich in 4 grosse Kreise, von denen die drei ersten ziemlich treffend charakterisirt sind, was man gleicherweise nicht von dem vierten zu behaupten vermag. Die Kreise zerfielen wieder in Klassen, diese in Ordnungen u. s. w.

I. Kreis, Wirbelthiere (*Animaux vertébrés*).

Klassen: Mammalia, Aves, Reptilia, Pisces.

II. Kreis, Weichthiere (*Animaux mollusques*).

Klassen: Cephalopoda, Pteropoda, Gasteropoda, Acephala, Brachiopoda, Cirrhopoda.

III. Kreis, Gliederthiere (*Animaux articulés*).

Klassen: Annelides, Crustacea, Arachnoidea, Insecta.

IV. Kreis, Strahlthiere (*Animaux rayonnés*).

Klassen: Echinodermata, Endoparasitica (Vers intestinaux), Acalephae, Polypi, Infusoria.

Was CUVIER nach dem allgemeinen Baue der Thiere als Grundidee einer Systematik aufgestellt hatte, wurde durch die Resultate, welche C. E. v. BAER in der Entwicklungsgeschichte erreichte, befestigt und verallgemeinert. In den Jahren 1828—34 erschienen die leider nicht vollständig vollendeten Arbeiten dieses genialen Forschers. In denselben entwickelt er die Entstehung der Keimblätter und die Bildung der verschiedenen Organe und Organsysteme aus denselben in einer solch eingehenden Weise, dass spätere Forschungen meist nur Verallgemeinerungen, weniger aber factische Berichtigungen hinzuzufügen vermochten. — Von neueren Forschern waren es besonders: BURMEISTER, MILNE EDWARDS, LEUCKART, VON SIEBOLD, CLAUS, HAECKEL u. A., welche die Systematik der niederen Thiere mehr und mehr zu berichtigen und zu vervollkommen trachteten. — Die Gewebelehre und mit ihr die Anatomie traten durch die Untersuchungen SCHWANN's in vollständig neue Bahnen. Durch SCHWANN wurde zum ersten Male eine bestimmte Definition der Zelle gegeben, und die durch ihn begründete Zellentheorie erfuhr dann in neuerer Zeit durch MAX SCHULTZE, LEIDIG, BRÜCKE, HEITZMANN, HAECKEL weitere Berichtigungen und Ergänzungen. — Die Morphologie und vergleichende Anatomie hat ihre Vertreter in MECKEL, MILNE EDWARDS, LEYDIG, C. G. und J. V. CARUS, R. WAGENER, OWEN, HUXLEY, GEGENBAUR u. A. Als bedeutende Embryologen mögen REMAK, COSTE, BISCHOFF, HIS, KOWALEVSKY, KÖLLIKER, BALFOUR ausser A. hier Erwähnung finden, während die Lehre von der Entwicklung der Thiere aus niederen Formen durch DARWIN, HAECKEL, VOIGT, WALLACE, WEISSMANN u. s. w. in genialer Weise zu deuten versucht wurde. Die Physiologie wurde weiterhin durch DU BOIS-REYMOND, HEIDENHEIM, HELMHOLTZ, LEUCKART, LUDWIG, WUNDT u. s. w. gepflegt. BRAUN, J. V. CARUS, C. CLAUS, OWEN u. A. haben sich um die Systematik verdient gemacht.

Es braucht wohl nicht gesagt zu werden, dass noch manch gut klingender Name von heute lebenden Zoologen Erwähnung finden müsste; es kann jedoch nicht im Zwecke dieser Arbeit liegen, alle zu bringen, es sind vielmehr nur jene Vertreter der Wissenschaft angeführt, deren Arbeiten heute beim Studium der Zoologie hauptsächlich zu berücksichtigen sind.

Dass die Zoologie nicht von anderen Wissenschaften, wie Anthropologie,

Botanik, Geologie, Chemie und Physik vollständig getrennt werden kann, ist auch wohl nicht mehr auseinander zu setzen. Sie hat sich die Resultate, welche diese Wissenschaften erzielen, oft in ausgedehntester Weise zu eigen zu machen. Von dem Studium derselben gilt dasselbe, was LEUCKART einst in Bezug auf die Thätigkeit des Naturforschers sagte: »In Wirklichkeit verlangt denn auch die Thätigkeit des Naturforschers eine ungewöhnliche Vereinigung der verschiedensten Fähigkeiten. Beobachtungstalent und Erfindungsgabe, Scharfsinn und Combinationsvermögen, Gedächtniss- und Gestaltungskraft, Kritik und Phantasie, selbst ein gewisser künstlerischer Takt — sie alle werden unausgesetzt in Anspruch genommen und müssen zusammenwirken, wenn die Arbeit zu einem erfolgreichen Resultate hinführen soll.«

Erster Abschnitt.

Allgemeine Zoologie.

Unbelebte und belebte Naturkörper.

War es ehemals üblich, die Körperwelt, welche sich unseren Sinnen kund giebt, in die unorganische und organische einzutheilen, so unterscheiden wir sie heute zweckmässiger als unbelebte und belebte.

Haben die unbelebten Naturkörper, die Anorgane, ihre ihnen eigenthümliche Ausbildung erlangt, so sind sie in chemischer und physikalischer Beziehung im Zustande des stabilen Gleichgewichtes, in welches sie, falls es durch äussere Einflüsse gestört werden sollte, unbeschadet ihrer chemisch-physikalischen Beschaffenheit wieder zurückkehren können. — Die belebte Körperwelt, die Organismen, wechseln entweder fortwährend oder doch in bestimmten Intervallen ihre chemisch-physikalische Beschaffenheit und befinden sich hinsichtlich dieses, im labilen Gleichgewichte. Die chemischen Umwandlungen, welche sich im lebenden Körper vollziehen, werden als Stoffwechsel, die physikalischen als Kraftwechsel bezeichnet. Diesen Wechsel von Kraft und Stoff, welcher durch die aufgenommene Nahrung (feste, flüssige und gasförmige), sowie durch die Einwirkung von Wärme und Licht bedingt wird, nennen wir »Leben«. Stören wir den Lebensprocess, so tritt der Tod ein, und der Körper besitzt nicht mehr, wie z. B. ein gelöster Krystall, die Fähigkeit, seine chemisch-physikalische Beschaffenheit länger zu bewahren oder sie wieder anzunehmen.

Die unbelebten Naturkörper zerfallen in die drei Gruppen der Nichtmetalle, Metalle und Kohlenstoffverbindungen. Von den letzteren werden die Sauerstoff- und Schwefelverbindungen, sowie der reine Kohlenstoff den Nichtmetallen zugezählt; die sonstigen Kohlenstoffverbindungen zeigen den Kohlenstoff an Stickstoff, Wasserstoff, Wasser und Sauerstoff, Wasser-, Sauer- und Stickstoff gebunden, in welche Verbindungen auch die meisten Nichtmetalle und Metalle eingehen können. Besonders die complicirteren Kohlenstoffverbindungen sind Producte des pflanzlichen oder thierischen Organismus, denen man sie ursprünglich einzig zuschrieb (daher die Bezeichnung organische Chemie, im Gegensatz zur anorganischen), während sie heute in beträchtlicher Menge auf synthetischem Wege herzustellen sind.

Die belebten Naturkörper unterscheidet man andererseits als Pflanzen und Thiere, welche Eintheilung, wie wir sehen werden, jedoch keineswegs scharf durchzuführen ist. Sie verdanken ihre Existenz der Präexistenz der unbelebten Körperwelt und sind, soweit uns bekannt, wie diese den gleichen Naturgesetzen unterworfen, unterscheiden sich jedoch von ihnen durch unaufgeklärte Eigenschaften ihrer sogenannten Grundsubstanz. Es ist dieselbe ein Eiweisskörper, dessen Moleküle nicht fest constituirt sind, sondern sich leicht, unter Aufnahme und Abscheidung gewisser Elemente oder Verbindungen und unter dem Einflusse von Licht und Wärme, in anders constituirte Verbindungen umsetzen und auf diese Weise einen schnellen, zum Weiterleben nothwendigen Stoffwechsel im Organismus ermöglichen (vergl. Protoplasma S. 54, Blut S. 56 u. f.). — Noch bis zum Jahre 1828 glaubte man ganz allgemein eine besondere Kraft im Organismus annehmen zu müssen, welche das Leben erhielt, die so complicirten Verbindungen einleite und einzig an die Lebewesen gebunden sei — man nannte sie Lebenskraft. In dem oben genannten Jahre gelang es WÖHLER, den Harnstoff¹⁾ synthetisch darzustellen und damit Anschauungen zu zerstören, welche sich, besonders während der Blüthe der scholastischen Philosophie, leider allzufest in die Wissenschaft eingebürgert hatten.

Die höchste Ausbildung, welche ein unbelebter Körper erhalten kann, ist die Krystallform. Seine Moleküle haben sich bei Annahme derselben in eine mathematisch genau bestimmbare Form gelagert, welche sie stets beizubehalten streben; die höchste Ausbildungsform eines belebten Körpers ist keine mathematisch bestimmbare, sie wechselt bei einem jeden Individuum und während der verschiedensten Lebensabschnitte desselben, lässt daher bloss innerhalb gewisser Grenzen eine Gleichartigkeit erkennen. — Dies Nichtfesthalten und Nichtgebundensein an eine bestimmte Form ist für die Organismen von der weittragendsten Bedeutung, denn es gestattet eine Weiterentwicklung resp. Vervollkommnung des Körpers derselben. — Während ferner der Krystall in all seinen verschiedenen Theilen gleich construiert, d. h. ein jedes Theilchen desselben schliesslich wieder ein dem Ganzen ähnliches ist, liegen die Formverhältnisse bei den Lebewesen wesentlich anders: die Grundsubstanz derselben tritt zunächst zu gewissen Elementen oder Bausteinen des Körpers, zu den Zellen zusammen (vergl. Zelle S. 52 u. f.). Die einfache Zelle bildet den Leib des niedrigsten Lebewesens; sie tritt uns hier lediglich als ein Klümpehen gallertartigen Eiweisses (Protoplasma — Sarkode) entgegen, welches sich bewegt, ernährt und fortpflanzt, d. h. lebt. Auf einer höheren Stufe sehen wir mehrere, anfänglich noch gleichwerthige Zellen den Körper eines Individuums zusammensetzen. Dann wird ihre Anzahl bedeutender, sie ordnen sich in Schichten, denen schliesslich je eine besondere Function zukommt, und so gelangen wir endlich durch die so langen Reihen der Zwischenformen hindurch zu den höchst entwickelten Pflanzen und Thieren, deren Körper durch eine

$$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{CO} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$$

4) Harnstoff $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ oder CO ist ein Endproduct des Stoffwechsels im thierischen Organismus und findet sich im Harne vor.

Menge verschiedener Organe und Organsysteme ernährt, bewegt und fortgepflanzt wird, während die letzteren wieder aus einer Menge von Zellschichten bestehen können, die sich endlich in die Zellen und ihre Derivate auflösen.

Zellen, d. h. belebte, künstlich herzustellen, ist der Wissenschaft noch nicht gelungen, wenngleich ein solches Gelingen nicht unmöglich scheinen dürfte. Schwerlich wird sich aber der Menschegeist jemals über die letzten Gründe klar werden, welche den belebten Körper aus dem unbelebten hervorgehen lassen.

Eine elternlose Zeugung, Urzeugung (*Generatio aequivoca*), d. h. die Entwicklung belebter Substanz aus unbelebter, ist nicht undenkbar, wohl aber unergründbar, ebenso unergründbar, wie die Entstehung des electrischen Funkens bei der Berührung zweier Metallplatten. Es ist auch nicht Zweck der Biologie, von der die Zoologie ein Theil ist, das Leben in seinen letzten Ursachen zu erklären, sondern sie soll, an das Gegebene anknüpfend, uns die Bedingungen so weit als möglich klar legen, unter denen ein Leben möglich ist; sie soll uns darüber unterrichten, in welcher Weise sich der Organismus unter gegebenen Umständen entwickelt und seine Stellung behauptet.

Pflanze und Thier.

Ganz allgemein pflegen wir die lebenden Körper in Pflanzen und Thiere zu unterscheiden, welche Eintheilung auch heute noch von der Wissenschaft festgehalten wird, trotzdem ihre consequente Durchführung so unendlich viele Schwierigkeiten darbietet, die sich um so grösser gestalten, je eingehender die Organisationsverhältnisse der Lebewesen erkannt werden. Die höchst entwickelten Thiere und Pflanzen lassen sich ja gewiss streng von einander scheiden, nicht so die niedrigst stehenden Formen dieser beiden Reiche, welche sich so eng an einander anschliessen und in einander übergehen, dass man den Gedanken an eine Trennung derselben längst aufgegeben hat, wohl aber versuchte, sie zu einem eignen Zwischenreiche (*Protisten*) zusammenzufassen. Aber eine solche Dreitheilung ist weder wissenschaftlich noch practisch durchführbar; es gilt hier, wie überall, der Satz »*Natura non facit saltum*«. Am einfachsten würde eine Eintheilung nach Uebereinkommen sein, weil eine solche logisch nicht durchführbar ist.

Auf die Functionen der Zelle können schliesslich alle Uebereinstimmungen und Abweichungen im Bau und Leben der Pflanzen und Thiere zurückgeführt werden; es ist demzufolge der Organismus derselben zunächst nach zwei Richtungen hin zu betrachten:

- 1) nach seinem allgemeinen Baue,
- 2) nach den Functionen, welche die einzelnen Organe resp. Theile desselben zu verrichten haben.

1. Der allgemeine Bau der Pflanzen und Thiere.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung des äusseren Baues der Pflanzen und Thiere wird es auffallen, dass die Pflanze ihre Organe meist als bedeutend flächenhaft entwickelte Gebilde nach aussen entwickelt zeigt, ausserdem aber einer freien Beweglichkeit ermangelt, während das Thier seine sogenannten vegetativen Organe (Athmungs-, Verdauungs- und Fortpflanzungsapparat), unter gleicher Flächenentwicklung, im Inneren des Körpers ausbildet und frei beweglich ist. Als hauptsächlichster Grund hierfür ist die verschiedenartige Nahrung sowohl, als die Aufnahme derselben anzusehen.

Die Pflanze bedarf zum Leben gasartiger und flüssiger Nahrungsmittel: Kohlensäure, welche sie der atmosphärischen Luft oder dem Wasser entnimmt, verschiedene stickstoffhaltige und stickstofffreie Salzlösungen, die sie aus der Erde aufsaugt, sowie Sauerstoff aus der Luft oder dem Wasser zur Unterhaltung der Athmung. Es sind dies alles Stoffe, welche die Pflanze fast allerorts ohne Weiteres vorfindet und bloss aufzusaugen braucht.

Um dem Erdboden das Wasser und die in demselben gelösten Salze entnehmen zu können, sendet sie einen weit verästelten Saugapparat in denselben hinein, die Wurzeln. Die Absorption der Gase aus der Luft verlangt ebenfalls einen eignen, äusserst flächenhaft gestalteten Apparat, den wir in den grünen Blättern vorfinden. Als Stützorgane und Communicationswege für das Wasser und die Nahrungssäfte functioniren Stengel, Zweige, Blatt-rippen u. s. w. Der Wurzelapparat hat neben seiner aufsaugenden Function noch den Zweck der Befestigung des gesammten Individuums in der Erde oder an anderen Gegenständen.

Sollen aber die Gewebe der Pflanze den eben erwähnten Bedingungen Genüge leisten, so müssen den sie aufbauenden Zellen die erforderlichen Eigenschaften zukommen. Um die flächenhafte Ausbildung der Hauptorgane aufrecht erhalten zu können, müssen die Gewebe und die Zellen derselben eine relativ feste Beschaffenheit aufweisen, was durch Ausscheidung einer zähen Zellmembran bewirkt wird. Diese die Zelle umschliessende Haut darf aber nicht spröde sein, sondern muss eine grosse Elasticität besitzen; weiterhin verlangt der Stoffwechsel, der in der Grundsubstanz der Zelle, dem Protoplasma, vor sich gehen muss, eine poröse Ausbildung der Membran, damit Flüssigkeiten und Gase durch sie hindurch diffundiren können. Die Pflanzenzelle besteht daher in der Regel aus einem eiweissartigen Körper (Protoplasma), welcher ein aus ihm hervorgegangenes, rundliches Gebilde, den Kern (Nucleus), umschliesst und nach aussen zu eine feste Hülle (Membran) abscheidet, die aus Cellulose besteht und vermöge ihrer Festigkeit die allgemeine Form der Zelle bestimmt. Das Protoplasma kann schliesslich ganz umgebildet werden und die Cellulosemembran allein übrig bleiben, wie z. B. im Holze, wo die aneinander lagernden Zellmembranen zum Theil durchlöchert sind und ein Röhrensystem darstellen, in welchem das Wasser circuliren kann: nebenbei bilden sie in Folge ihrer starken Entwicklung einen kräftigen Stützapparat für die Pflanze.

Da die Pflanzen einer selbständigen Bewegung entbehren und für die Aufnahme der Nahrung nur der oben kurz erwähnten Organe bedürfen, fehlen

ihnen auch Bewegungs- und Sinnesorgane, sowie ein mit diesen zusammenhängendes Nervensystem.

Das Thier zeigt im Allgemeinen einen wesentlich anderen Bau, entsprechend der aufzunehmenden Nahrung und der damit in Verbindung zu bringenden freien Beweglichkeit. Die Nahrung ist ihrer Hauptsache nach organischer Natur, daneben werden Wasser und Salze, sowie der zum Leben nothwendige Sauerstoff aufgenommen. Die organische Nahrung, deren kein Thier entbehren kann, ist jedoch nicht allgemein verbreitet, wie diejenige, welche die Pflanze zum Leben bedarf, sie muss im Gegentheil meist gesucht werden. Der thierische Körper bedarf in Folge dessen einer freien Beweglichkeit, welche vielfach verschiedene Sinnesorgane, ein Nervensystem und einen Skelet- und Muskelapparat nothwendig macht. Um die Beweglichkeit nicht zu beeinträchtigen, muss derselbe eine möglichst knappe Form annehmen, welche durch innere Ausbildung der meisten Organe, und besonders der vegetativen, erlangt wird. Ferner muss das aufgenommene, kostbare Nahrungsmaterial auch gehörig ausgenutzt werden; es wird also zunächst durch eine Einfuhröffnung (den Mund), welche am vorderen Leibesende gelegen ist, in das Innere des Thieres gebracht, in den meisten Fällen in einen grossflächigen Schlauch, den Verdauungscanal, in welchem die festen Bestandtheile der Nahrung durch Secrete gewisser Drüsen zersetzt und gelöst werden. Die flüssige und verflüssigte Speise wird darauf von den Wandungen des verdauenden Canales aufgesaugt und dem Körper einverleibt; die unverdauten Reste werden wieder nach aussen entleert, meist durch eine besondere am hintern Leibesende liegende Oeffnung, den After. Bei den höheren Thieren ist dann weiterhin an das Verdauungssystem ein Gefässsystem geknüpft, welches die verflüssigte und aufgesogene Nahrung den verschiedenen Geweben zuschafft und die Zersetzungsproducte (Harn, Wasser und Kohlensäure) von dort nach aussen befördert. — Auch eine Anzahl besonderer Organe setzt die freie Beweglichkeit voraus, die Bewegungsorgane (Extremitäten, wie Füsse, Flügel, Flossen, dann Körperanhänge, Borsten, Haare u. a.). Soll die Bewegung eingeleitet werden, so müssen dieselben gegen eine bestimmte feste Achse des Körpers (welche real oder imaginär sein mag) hin wirksam sein können und bedürfen ausserdem eines festen Punktes auf der Unterlage oder in dem das Thier umgebenden Medium, gegen den ein Druck erfolgen kann (vgl. Weiteres S. 27 u. f.). Vielfach ist diese Achse durch das Skelet gegeben, wie z. B. durch die Wirbelsäule der Vertebraten oder das chitinige Röhrenskelet der Arthropoden, häufig wird sie auch durch die Musculatur bestimmt. Nur jene Gewebe des Thierkörpers, welche zum Schutze von empfindlichen Organen, zur Stütze des Körpers oder als passive Bewegungsapparate dienen, besitzen eine feste Beschaffenheit (Knorpel-, Kalk- und Kieselsäureskelet, Hautskelet), während alle die Gewebe, welche die Weichtheile zusammensetzen, aus Zellen bestehen, welche einer festen Membran entbehren oder auch membranlos sein können und eine leichte Formänderung der Zelle innerhalb gewisser Grenzen gestatten.

Uebereinstimmungen zwischen dem pflanzlichen und thierischen Körperbaue sind andererseits nicht allzuselten.

Wohl kennen wir keine Pflanze, welche, ähnlich dem Thiere, die der Resorption dienenden flächenhaften Organe ins Innere verlegt zeigt, jedoch

kann auch bei höheren Pflanzen ein complicirt gebauter Wurzel- oder Blätterapparat fehlen, wie z. B. bei den Cacteen, den höheren Pilzen und vielen Schmarotzern. Bei den ersteren ist die äussere Fläche reducirt, um eine allzu-grosse Wasserverdunstung und Austrocknung zu vermeiden, bei den letzteren sind sie unnöthig, indem die Pilze und Schmarotzer eine schon assimilirte Nahrung aus dem Boden oder dem Wirthe aufnehmen. — Andererseits sind uns auch Thiere bekannt, welche eine innere Ausbildung einzelner vegetativer Organe nicht aufzuweisen haben. Der Kiemen- und Lungenapparat kann fehlen und durch die äussere Haut ersetzt werden; der Verdauungscanal wird überflüssig, wenn die äussere Körperfläche die nöthige Entwicklung zeigt und auf osmotischem Wege die schon verflüssigte Nahrung dem Körper zuzuführen vermag (z. B. Bandwürmer); das Gefässsystem vereinfacht sich entweder zu einem einfachen Röhrenherzen oder es übernimmt die gesamte Leibeshöhle die Functionen desselben, selbst die Geschlechtsproducte können in den äusseren Schichten erzeugt werden (Hydra), und findet die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Sprossung fast nur von diesen aus statt.

Eine freie Beweglichkeit kann weiterhin nicht allen Pflanzen abgesprochen werden. Sind auch die höheren und besonders die Landpflanzen fast ausnahms-

los durch Wurzeln angeheftet, so können wir ein Gleiches nicht von den niederen Wasserpflanzen (Thallophyten) behaupten, welche vielfach eine sehr energische Eigenbewegung zeigen, insonderheit gilt dies von den Sporen derselben, welche meist mit einem eignen Locomotionsapparate, in Form von Geisseln, ausgestattet sind und lange Zeit hindurch für niedere Thierformen gehalten wurden. — Auch die Gewebe der Wasserpflanzen sind im allgemeinen weicher, als die der Landpflanzen (Fig. 1 A). Die Cellulosemembranen kommen häufig nicht zur Entwicklung, sondern das Protoplasma der Zelle bildet nach aussen zu eine dichtere Zone um dieselbe (Primordialschlauch), oder die Zelle tritt uns ohne jegliche Hülle entgegen, wie bei vielen niedrigsten Pflanzen resp. Thierformen (Fig. 1, B, C, D). — Wie schon erwähnt, entbehren die Pflanzen der Sinnes-

Fig. 1. A Pflanzengewebe; m feste Cellulosemembran, k Kern, n Plasma, welches sich bei a vollständig von der Membran zurückgezogen hat, v Vacuolen im Plasma, d eine plasmafreie Zelle. — B Spore einer Alge; p Plasma derselben, welches oben gekörnt, am unteren Pole kernfrei und hell ist; c Flimmerhaare. — C eine kernlose Cytode. — D Amöbe mit Kern k und einer Vacuole v. — E thierisches Zellgewebe; k Kerne. — F thierisches Gewebe mit starken Membranen m und strahlig ausfliessendem Protoplasma (Knorpel aus dem Tentakel einer Meduse, nach KÖLLIKER).

organe und eines Nervensystems, dasselbe gilt jedoch auch für eine grosse Anzahl niederer Thiere, während niedere, frei bewegliche Thallophyten ein entschiedenes Gefühl für helles Licht haben, dem sie sich zuwenden oder entfliehen. Höhere Pflanzen, z. B. die Mimosen, Drosera u. a., reagiren auch auf äussere Reize und verlieren diese Fähigkeit vorübergehend bei mässiger Einwirkung von Aether oder Chloroformdämpfen, ganz wie wir es bei den Thieren zu beobachten vermögen.

Aber eine freie Beweglichkeit ist nicht immer ein Characteristicum des

Thieres, denn es mangelt dieselbe ganzen Thiergruppen, allerdings leben dieselben dann unter Verhältnissen, welche ihnen eine leichte Nahrungsaufnahme ermöglichen: die Korallen in der Meeresbrandung, die Schwämme auf dem Boden der See — hier wie dort wird denselben eine reichliche Menge fein vertheilter organischer Nahrung, kleine Seethiere u. s. w., als Nahrung zugeführt. Ähnlich wie bei den Pflanzen tritt dann weiterhin bei diesen Formen ein kräftiges Stützskelet innerhalb der zarteren Gewebe auf (Horn-, Kalk-, Kieselsäureskelet). Viele parasitisch lebende höhere Thiere büssen häufig in Folge ihrer parasitirenden Lebensweise die ursprünglich allerdings freie Beweglichkeit ein (unter den Crustaceen z. B. die Siphonostomen). — Auch thierische Gewebe haben wir kennen gelernt, welche eine ähnliche Structur wie die pflanzlichen aufweisen, z. B. das Knorpelgewebe niederer Thiere (Fig. 4 F), das Chordagewebe u. a. — Ein Nervensystem und die mit demselben verknüpften Sinnesorgane sind nicht allen Thieren eigen, sondern fehlen vollständig den Protozoen und niederen Coelenteraten, während die eigentlichen Höhlen- und Tiefseebewohner meist der Licht percipirenden Organe entbehren und die im Innern der Thieres chmarotzenden Würmer vielleicht nur ein Empfindungsvermögen besitzen; es entscheidet hier für das Vorhandensein eines Organs der Gebrauch und Nichtgebrauch des betr. Organes oder die Zweckmässigkeit, welche ein solches für das betreffende Individuum haben muss.

2. Unterschiede zwischen Pflanze und Thier, bedingt durch die verschiedenen Functionen, welche ihre Organe zu verrichten haben.

Wesentliche Unterschiede zwischen den beiden Reichen bietet die Betrachtung des Stoffwechsels im pflanzlichen und thierischen Organismus; auch diese sind, wie schon erwähnt, schliesslich auf den Bau, die Function und Eigenschaften der Zellen, Gewebe und Organe zurückzuführen.

Die Pflanze bedarf zur Erhaltung ihres Lebens bekanntlich Gase (Kohlensäure und Sauerstoff), Wasser und Salzlösungen (stickstoffhaltige Verbindungen als Ammonium und salpetersaure Salze, Kalium-, Schwefel-, Eisen-, Phosphor-, Chlor-, Natrium-, Calcium-, Magnesium- und Kieselsäureverbindungen, von denen allerdings die sechs letzten weniger wichtig sind als die ersteren). Alle diese Stoffe müssen zunächst aus den umgebenden Medien aufgesogen und dann in den verschiedenen Geweben zu zahlreichen höheren Verbindungen zusammengefügt werden, deren wichtigste im Folgenden zu betrachten sind.

Das Protoplasma, welches den Hauptinhalt der Pflanzenzelle (wenigstens im Jugendzustande oder in den activen Organen) ausmacht, differenzirt sich in den meisten, dem Lichte exponirten Zellen in einen farblosen und einen grün gefärbten Theil. Der letztere tritt meist in Körnchenform, seltener als Lösung auf und verdankt seine Färbung dem sog. Chlorophyll. Dieser grüne Farbstoff ist für das Leben der Pflanze von der allergrössten Bedeutung, denn er verleiht dem Protoplasma der Zelle die Fähigkeit der Reduction sauerstoffreicher Verbindungen zu sauerstoffarmen; es findet durch seine Mitwirkung

unter dem Einflusse von Licht und Wärme (vom Lichte sind nur die rothen, orange, gelben, gelbgrünen bis grünen Strahlen wirksam) eine Zerlegung der, von den Blattorganen absorbirten Kohlensäure in Kohlenstoff und Sauerstoff statt, von denen der erstere dann weiterhin in höhere Verbindungen übergeführt, letzterer aber grösstentheils durch Exosmose ausgeschieden wird. Daneben wird das Wasser in seine Elemente, den Wasser- und Sauerstoff zerlegt, und es kommt zur Bildung der Stärke, der Fette und einzelner Pflanzensäuren; letztere entstehen jedoch verhältnissmässig selten durch sogenannte Chlorophyllathmung.

Die Stärke, dieses wichtigste Assimilationsproduct der Pflanzenzelle, wird zunächst als winziges Körnchen im Innern der Chlorophyllkörner gebildet; zu diesem ersten gesellen sich weitere, sie wachsen und füllen schliesslich die Chlorophyllkörner vollständig an. Die Stärke bildet dann den Ausgangspunkt für die Bildung der übrigen sogenannten Kohlenhydrate, besonders der Cellulose und der Zuckerarten, sowie für die Fette. Durch einen Oxydationsprozess bilden sich aus den Kohlenhydraten die verschiedensten Pflanzensäuren, wie Wein-, Aepfel-, Oxalsäure u. v. a.

Ausser stickstofffreien Verbindungen enthält die lebende Pflanzenzelle noch eine grosse Anzahl stickstoffhaltiger, die sog. Eiweisskörper. Ihre Bildung ist nicht an die Chlorophyll führenden Zellen gebunden, sondern sie gehen unter Aufnahme von Sauerstoff und Abscheidung von Kohlensäure und Wasser aus den Kohlenhydraten und den aufgenommenen Stickstoffverbindungen hervor. Der Stickstoff, welcher zu ihrer Constitution verwandelt wird, gelangt wohl meist als Salpetersäureverbindung, seltener als Harnstoff, Leucin in die Pflanze.

Die weiterhin von der Pflanze producirten ätherischen Oele und Harze haben für dieselbe als Baustoffe keine Bedeutung, sondern sind wahrscheinlich als Auswurfstoffe zu betrachten.

Jene Vorgänge in der pflanzlichen Zelle, welche durch die Eigenschaften des Chlorophylls und die Einwirkung von Lichtstrahlen bedingt werden, bei denen aus sauerstoffreichen Verbindungen (CO_2 und H_2O) sauerstoffarme (z. B. Stärke = $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$) unter Abscheidung von freiem Sauerstoff gebildet werden, bezeichnet man als Assimilation der Pflanze. Die Producte dieser Assimilation können dann in den Zellen, einerlei ob chlorophyllhaltigen oder -freien, weitere Umsetzungen, z. B. in Eiweiss u. a., erfahren, wobei Sauerstoff aufgenommen und Kohlensäure und Wasser abgeschieden werden, eine Lichteinwirkung ist dabei nicht nothwendig; es sind dies die Erscheinungen des Stoffwechsels in der Pflanze.

Auch der Kraftwechsel in der Pflanzenzelle ist an dieser Stelle zu erwähnen. Kohlensäure und Wasser werden in losere Verbindungen übergeführt, den letzteren jedoch durch den Reductionsprozess sogenannte chemische Spannkraft mitgetheilt, welche sie wieder in lebendige Kraft umsetzen, sobald eine Oxydation resp. Verbrennung zu den ursprünglichen Verbindungen (CO_2 und H_2O) erfolgt.

Diese Spannkraft gehen aus lebendiger Kraft hervor, welche der chlorophyllhaltigen Zelle durch die Aetherschwingungen des Lichtes zugeführt wird. Auch in den chlorophyllfreien Zellen treten geringe Reduc-

tionsprozesse und damit Bildung von Spannkraften auf; es muss hier die zur Erzeugung derselben nothwendige lebendige Kraft von dem Plasma der Zelle selbst erzeugt werden, was durch den Stoffwechsel in diesen Zellen bewirkt wird. Der letztere giebt sich auch weiterhin durch die Erzeugung einer Eigenwärme der Pflanze kund.

Das Thier bedarf zum Aufbau seines Körpers ausser dem Sauerstoff, dem Wasser und einigen Salzen (Kochsalz, Phosphorsalze, Schwefel-, Eisen- und Kieselsäureverbindungen) unter allen Umständen einer organischen Nahrung, welche es den Pflanzen oder anderen Thieren entnimmt; Kohlenhydrate, Fette und Eiweisskörper werden vom Thiere aufgenommen, verflüssigt und z. Th. umgesetzt, dann mit den oben erwähnten Stoffen den verschiedenen Geweben zugeführt. In den letzteren brauchen jene Vorgänge, welche bei der Pflanze als Assimilation bezeichnet werden, nicht mehr vor sich zu gehen, sondern die auf osmotischem Wege in Zellen eintretenden Verbindungen, werden in denselben in der verschiedenartigsten Weise umgewandelt. Die Kohlenhydrate und Fette werden unter Sauerstoffzufuhr verbrannt, d. h. zu Kohlensäure und Wasser oxydirt, ebenso ein Theil des Eiweisses, während der grössere Theil des letzteren entweder zu Fett reducirt oder in die verschiedenartigsten Stickstoffverbindungen gespalten wird. — Alle Stoffumsetzungen in der thierischen Zelle sind entweder Neubildungen zusammengesetzter Verbindungen aus einfacheren, wie z. B. das gleich zu besprechende Hämoglobin, oder es finden Spaltungsprozesse statt, bei denen die Stickstoffverbindungen in Kohlenhydrate, Fette, Säuren einerseits, und stickstoffreiche Verbindungen, wie Gallenstoffe, Harnstoff, Harnsäure u. s. w., gespalten werden.¹⁾ — Die Bindung des Sauerstoffs und die Ueberführung desselben in die verschiedenen Gewebe muss im Allgemeinen dem Zellplasma zugeschrieben werden; zunächst muss derselbe jedoch mit den Zellen in Berührung gebracht werden, und dies geschieht entweder durch directe Berührung, wie z. B. bei den niederen, wenigzelligen Thieren, oder es findet sich im Thierkörper ein besonderes Transportmittel für den, in den Respirationsorganen aufzunehmenden Sauerstoff — es ist das Blut, welches wir oberflächlich als weisses (Insecten) und rothes (bei einzelnen Würmern und den Wirbelthieren) zu unterscheiden pflegen. Es besitzt eine hohe Absorptionsfähigkeit für verschiedene Gase, wie Sauerstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Blausäuregas u. s. w. Bei dem rothen Blute ist es ein Farbstoff, das Hämoglobin, welches entweder in demselben gelöst (Würmer) oder an bestimmte Zellen, die Blutkörperchen, gebunden ist (Wirbelthiere). Es ist das Hämoglobin eine höchst complicirte, eisenhaltige Eiweissverbindung, welche, und dies ist ihre wichtige Eigenschaft für den Organismus, aus dem Respirationsmedium Sauerstoff aufnimmt, denselben den Geweben zuführt und ihn dort gegen Kohlensäure umtauscht, die wieder in den Respirationsorganen gegen Sauerstoff ausgewechselt wird.

Auch der Kraftwechsel ist bei dem Thiere ein anderer als bei der

1) Albumin hat die empirische Formel $C_{72}H_{112}N_{18}O_{22}S$; Milchzucker $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$. Stearinsäure $C_{18}H_{36}O_2$. — In der Galle finden sich neben Fetten, Eiweissstoffen, Harnstoff u. s. w. unter anderen die Glycocholsäure $C_{26}H_{43}NO_6$, Bilirubin als Farbstoff $C_{16}H_{15}N_2O_3$; Harnstoff CH_4N_2O ; Harnsäure $C_5H_4N_4O_3$ u. s. w.

Der Stoffwechsel lässt sich folgendermassen schematisiren :

	nimmt auf	bildet	formt um in	oxydirt diese zu	hält zurück	scheidet aus
Die Pflanzenzelle	<div><div>Kohlensäure, Wasser.</div><div>Ammoniak</div><div>Salpetersäure</div><div>Sauerstoff</div></div>	<div><div>Kohlenhydrate</div><div>Eiweiss</div></div>	<div><div>Fett—Fettsäuren</div><div>Pflanzensäuren</div><div>Fett</div><div>Alkaloid</div></div>	<div><div>Kohlensäure u. Wasser</div><div>Kohlens., Wasser</div><div>Kohlens., Wass., Ammoniak.</div></div>	<div><div>Cellulose</div><div>Stärke</div><div>Fett</div><div>Pflanzeneiweiss.</div></div>	<div><div>Sauerstoff</div><div>Kohlensäure u. Wasser</div></div>
Die Thierzelle	<div><div>Sauerstoff</div><div>Wasser</div><div>Kohlenhydrate</div><div>Fett</div><div>Eiweiss</div></div>	<div><div>Organische Säuren</div><div>Fettsäuren</div><div>Fett oder Kohlenhydrat.</div><div>Stickstoffverbindungen</div></div>	<div><div>.</div><div>.</div><div>.</div><div>.</div><div>.</div><div>.</div><div>.</div><div>.</div></div>	<div><div>Kohlensäure u. Wasser</div><div>Kohlens., Wasser u. Ammoniak</div></div>	<div><div>Fett</div><div>Eiweisskörper</div></div>	<div><div>Kohlensäure u. Wasser</div><div>Stickstoffhaltige Spaltungsproducte (Harn, Schweiss u. s. w.)</div></div>

Die verschiedenen starken Striche bezeichnen das verschieden grosse Quantum der betr. Stoffe, so dass der stärkere immer das grössere ausdrückt.

Der Kraftwechsel kann in folgender Weise ausgedrückt werden :

Die Spannkraften können bei energischer Verbrennung ebenfalls als Lichtschwingungen frei werden.

Pflanze; es setzt dasselbe die von der letzteren gebildeten Spannkraft wieder in lebendige Kraft um, die ihren allgemeinen Ausdruck in der oft beträchtlichen Eigenwärme des thierischen Körpers findet. — Es wird also lebendige Kraft als Sonnenlicht von der Pflanze in Spannkraft umgesetzt, diese geht mit der Pflanze in den Thierkörper über, wo sie wieder in lebendige Kraft, die Wärme, umgeformt wird. Auch der Verbrennungs- und Verwesungsprozess des pflanzlichen oder thierischen Körpers ist ein Umsatz von Spannkraften in lebendige Kraft mit dem Endresultat der Wärme und selbst Lichtbildung (Weiteres über thierische Wärme vergl. S. 33 u. f.).

Das in diesen Betrachtungen Gewonnene drückt sich durch einige Schemata aus (s. nebenstehend.).

Der zwischen Thieren und Pflanzen stattfindende Stoffwechsel stellt sich folgendermaassen dar:

Aber auch Ausnahmen von den oben aufgestellten Regeln kennen wir, sowohl im Reiche der Pflanzen als der Thiere.

Nicht alle Pflanzen besitzen die Fähigkeit zu assimiliren, sondern sind, wie schon angedeutet wurde, gezwungen, organische Nahrung aufzunehmen. Es gehören hierher die Pilze und die auf grünenden Pflanzen schmarotzenden Kryptogamen und Phanerogamen; dieselben entbehren denn auch des Chlorophylls, welches sich andererseits wieder bei einigen Thieren ausgebildet zeigt, z. B. bei der *Hydra viridis*, *Bonellia* u. a. — Die sonst der Pflanzenzelle so eigene Cellulose ist bei einzelnen Thierformen nachgewiesen worden, beispielsweise im Mantel der Tunicaten. — Vermag auch kein Thier ohne organische Nahrung zu bestehen, so sind doch andererseits einzelne Pflanzen im Stande, sich, ausser durch Assimilation, auch durch Aufnahme organischer Substanzen ernähren zu können; es finden dabei dann ähnliche Vorgänge statt, wie bei der Verdauung im thierischen Organismus. Die Blätter des Sonnenthaues (*Drosera rotundifolia*) und der Fliegenfalle (*Dionaea muscipula*) besitzen beispielsweise die höchst wunderbare Fähigkeit, vermittelst eines, sich auf äussere, mechanische Reize schliessenden Fangapparates kleine Insekten festhalten, tödten und die protoplasmatischen Bestandtheile derselben schliesslich unter Secernirung eines Verdauungssaftes aus eigenen Drüsenzellen lösen zu können, worauf die so vorbereitete Nährflüssigkeit vom Blatte aufgesogen wird.

Was endlich die Fortpflanzungsvorgänge bei Pflanze und Thier anlangt, so können wir bei ihnen keine wesentlichen Unterschiede namhaft machen. Die Vermehrung durch einfache Zelltheilung ist bei den niederen Formen beider Reiche gleich. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht bei der Pflanze

durch Sporen, beim Thiere durch unbefruchtete Eizellen. Auch die Production neuer Individuen durch Sprossung aus dem Mutterindividuum tritt beiderseits ein, wenn auch immerhin einige Unterschiede zwischen pflanzlicher und thierischer Sprossung bestehen. Die geschlechtliche Fortpflanzung zeigt endlich ungemein viel Uebereinstimmendes. Die einzelligen weiblichen Keimproducte, die Eier, müssen durch männliche Zeugungsstoffe (Pollen oder Samen) befruchtet werden, um die Bildung eines neuen Individuums eingehen zu können. Auch die Lagerung der keimbereitenden Organe zeigt Gleichartigkeiten. Liegen auch bei höheren Pflanzen die Geschlechtsorgane peripherisch, beim Thiere aber im Innern des Körpers, so kennen wir doch auch Thiere, welche die Keimproducte äusserlich entstehen lassen (Hydra), und Pflanzen, die dieselben im Innern ihres Körpers erzeugen.

Endlich sind jene Stoffe der belebten Körper, welche wir als Eiweissstoffe, wie Säuren, Fette und Kohlenhydrate bezeichnen, nicht etwa der Pflanze in anderer Zusammensetzung eigen, als dem Thiere, sondern sie zeigen meist hier wie dort gleiche molekulare Constructionen.

Wir sehen also aus all' diesen knappen Vergleichen schon zu Genüge, dass es kaum möglich ist, die beiden Reiche der Thiere und Pflanzen streng von einander zu scheiden; wir sehen ferner, welche innige Wechselbeziehung dieselben zu einander haben, und wie besonders das Leben der Thiere an die Existenz der Pflanzen geknüpft ist, so dass ein Wegfall der letzteren einen Untergang der ersteren zu Folge haben müsste.

Gleicherweise erkennen wir auch die Schwierigkeiten einer correcten Definition von Pflanze und Thier und sehen, dass die lange üblich gewesene Einteilung der Körperwelt, wie sie uns LINNÉ gegeben, nicht haltbar ist.

LINNÉ versuchte die drei Naturreiche durch die immerhin scharfsinnigen Worte zu charakterisiren:

Lapides crescunt; plantae crescunt et vivunt; animalia crescunt et vivunt et sentiunt.

Wir sind nur im Stande, die Naturkörper in unbelebte und belebte zu unterscheiden.

Das Thier.

In dem Begriff »Thier« fassen wir nach dem Vorhergehenden im Allgemeinen jene Lebewesen zusammen, welche eine freie, willkürliche Bewegung haben, die sogenannten vegetativen Organe in flächenhafter Entfaltung im Innern des Körpers ausgebildet zeigen, deren Existenz an die Präexistenz organischer Verbindungen geknüpft ist, welche in diesen chemische Spannkraft aufnehmen und in lebendige Kraft (Wärme) umsetzen und zu diesem Zwecke Sauerstoff einathmen und schliesslich Oxydationsproducte (Kohlensäure und Wasser), sowie

Spaltungsproducte (Harn, Schweiss u. s. w.) nach aussen ab-scheiden.

Die Wissenschaft, welche die Entwicklung und den Bau des Thierkörpers, die Lebenserscheinungen in demselben und seine Beziehungen zur Aussenwelt zum Gegenstande ihrer Forschung macht, ist die Zoologie.

An die Zelle knüpft sich das thierische Leben an und als einfache Zelle treten uns die niedrigsten Thierformen entgegen.¹⁾ — Die Zelle theilt sich und es entstehen aus ihr zwei neue, der ersten ähnliche, belebte Zellen, von welchen eine jede selbständig weiterbestehen kann, sich ernährt, empfindet, wächst und schliesslich wieder durch Theilung sich fortpflanzt (Rhizopoden und Infusorien).

Der vollkommener entwickelte Thierkörper ist schon aus mehreren Zellen zusammengesetzt, welche durch fortgesetzte Theilung aus einer einzigen hervorgegangen und sowohl in ihrem Baue, als auch in ihren Functionen gleichwerthig sind (Catallacten, s. Fig. 5 B, und Labyrinthuleen). — Auf einer folgenden Stufe setzen auch nur wenige Zellen den thierischen Leib zusammen, es findet jedoch unter denselben schon eine Arbeittheilung statt. Die parasitisch an den Venenanhängen der Cephalopoden lebenden Dicyemiden (Fig. 2) bestehen z. B. aus einer langgestreckten, centralen Zelle (Entodermzelle), an deren Seitentheile sich andere, unter sich gleichwerthige Zellen anlagern, welche mit Flimmerhaaren ausgestattet sind und einestheils locomotorische, anderentheils respiratorische Functionen übernehmen; die am vorderen Ende gelegenen Zellen, die sogen. Kopfzellen, dienen der Nahrungsaufsaugung; die grosse Achsenzelle übernimmt endlich die Production neuer Individuen. — Bei niederen Coelenteraten, den Spongien und Hydroiden, treten weitere Complicationen im Körperbaue ein. Ein junger Schwamm z. B. besitzt einen kleinen, topfförmigen Körper, dessen Wandungen aus drei Schichten zusammengesetzt sind, einer äusseren (Ectoderm), welche die Function der Athmung übernimmt, einer inneren (Entoderm), deren Zellen mit Flimmerhaaren ausgestattet sind, durch deren Bewegung ein Strudel im Wasser und Nahrungszufuhr bewirkt wird (die eingestrudelte Nahrung wird dann von den Entodermzellen gleichzeitig verdaut), endlich einer zwischen Ectoderm und Entoderm liegenden mittleren Schicht (Mesoderm), deren Zellen ohne feste Membranen sind und das Stützskelet des Schwammes erzeugen.

Schon diese wenigen, vorausgeschickten Beispiele lassen erkennen, dass die verschiedenen Functionen, welche der Körper zu leisten hat, mit der Zunahme der Complication seines Baues auf verschiedene

Fig. 2. Wurm-förmiger Embryo von *Dicyema typos*. n Kern der Ectodermzelle. (Nach E. VAN BENEDEK.)

1) Um die allgemeine Schilderung des thierischen Organismus übersichtlicher durchführen zu können, werden die Definitionen von Zelle, Gewebe und Organ hier schon kurz gegeben. Eingehender behandelt, leiten sie den morphologischen Theil (Seite 50 u. f.) ein.

Schichten oder Theile desselben vertheilt werden — es tritt eine Arbeitstheilung unter den verschiedenen Schichten resp. Zellen ein, welche immer klarer hervortritt, je höher und complicirter ein Thier entwickelt ist und je energischer sich die Lebensprozesse in demselben abspielen. — Es ist nun zunächst zu erörtern, welche Umwandlungen der äussere und innere Bau eines Thieres erfahren muss, wenn sein Körper in verschiedenen Schichten verschiedene Leistungen verrichten soll. Die Deduction wird eine leichte sein, wenn vorher einige allgemeine stereometrische Sätze in Betracht gezogen werden:

1) Von allen Körpern mit gleichem Volumen hat die Kugel die kleinste Oberfläche.

2) Während bei Vergrösserung des Halbmessers (Radius) der Kugel ihr Volumen im Kubus wächst, wächst ihre Oberfläche im Quadrat.

Bezeichnet z. B. r den Radius, und setzen wir dafür der Reihe nach die Werthe 1, 2, 3, 4, so ist

für	das Volumen	die Oberfläche.
$r=1 \dots$	$\frac{4}{3}r^3\pi = \frac{4}{3} \cdot 1^3 \cdot 3,14$ Kubikeinheiten	$4r^2\pi = 4 \cdot 1^2 \cdot 3,14$ Quadrateinh.
$r=2 \dots$	$\frac{4}{3}r^3\pi = \frac{4}{3} \cdot 2^3 \cdot 3,14$ —	$4r^2\pi = 4 \cdot 2^2 \cdot 3,14$ —
$r=3 \dots$	$\frac{4}{3}r^3\pi = \frac{4}{3} \cdot 3^3 \cdot 3,14$ —	$4r^2\pi = 4 \cdot 3^2 \cdot 3,14$ —
$r=4 \dots$	$\frac{4}{3}r^3\pi = \frac{4}{3} \cdot 4^3 \cdot 3,14$ —	$4r^2\pi = 4 \cdot 4^2 \cdot 3,14$ —

3) Das Verhältniss der Oberfläche eines Körpers zum Volumen desselben wird um so grösser, je mehr sich der Körper der Scheibenform nähert.

Die vollkommene Kugelform dürfen also die höher organisirten Thiere nicht beibehalten, wenn ihre Körperfunktionen in normaler Weise verlaufen sollen. Auch die niederen Thiere zeigen nur sehr selten einen streng kugelförmigen Körper (meist bloss die mikroskopisch kleinen Infusorien), schon bei ihnen tritt das Bestreben hervor, eine flächenhafte Ausbildung zu erlangen, welches sich um so deutlicher kundgiebt, je mehr der Körper an Volumen und Lebensenergie zunimmt. Haben sich verschiedene Zellschichten gebildet, welche sich in die verschiedenen Functionen theilen, so wird auch die Flächenentfaltung der verschiedenen Schichten eine immer weitergehende werden, sobald ein Wachstum des Körpers eintritt.

Als Hauptbedingungen für die Existenz eines Thieres haben wir die Athmung und Nahrungsaufnahme desselben anzusehen, daher sind auch zunächst die der Athmung und Nahrungsaufnahme dienenden Schichten flächenhaft ausgebildet, und zeigen diese Organe und Organsysteme auch durch die ganze Thierreihe hindurch den flächenhaftesten Bau. Die Fläche gestaltet sich um so grösser, je mehr ein Thier Leistungen auszuüben hat. Die kleinen Warmblüter (Vogel, Maus u. a.) haben demnach die relativ grösste vegetative Fläche. Weniger flächenhaften Bau weisen die Geschlechtsapparate auf. Von den animalen Organen, zu denen wir das Bewegungssystem, das Nervensystem und die Sinnesorgane zählen, besitzen bloss die letzteren eine flächenhafte Ausbildung, z. B. die Schleimschicht der Nase, die Retina des Auges u. s. w., sonst sind die animalen Organe massiv ausgebildet.

Im Körper der niederen Thiere sind also verschiedenen Zellencomplexen verschiedene Functionen zuertheilt. Die einzelnen Zellen derselben sind unter sich gleichwerthig und bilden sogenannte Gewebe, welche hier die Bezeich-

nung Elementarorgane führen und vielfach mehrere Functionen zu übernehmen haben.

Je weiter aber ein thierischer Körper entwickelt ist, je mehr er an Masse zugenommen hat und eine je grössere Summe von Eigenschaften er zu seiner Erhaltung bedarf, um so deutlicher tritt auch eine Arbeitstheilung in den verschiedenen Schichten desselben ein. Die Anzahl der Elementarorgane vergrößert sich und schliesslich gehen mehrere die Bildung eines eigentlichen Organes oder Organsystemes ein; jedoch ist es stets ein Gewebe, welches sich besonders in demselben entwickelt zeigt und den Charakter des betreffenden Organes bestimmt, ohne dass jedoch dadurch die Correlation zwischen den sämtlichen Geweben aufgehoben würde. Ein Bewegungsorgan ist z. B. der Hauptsache nach aus contractilen Zellen (Muskelfasern) zusammengesetzt, deren Contractionen jedoch durch Nervengewebe eingeleitet, durch Knorpel- oder Knochengewebe häufig wirksam gemacht werden, während Bindegewebe die einzelnen Theile zusammenhält und ein Blutgefässsystem ihm die Nahrung zuführt. —

Meist tritt uns das Thier als Individuum entgegen, sei es nun als ein-, mehr- oder vielzelliges. Bei den letzteren sind die Gewebe und Organe so angeordnet, dass sie nicht nur die stets einzuhaltende Körperform bestimmen, sondern auch neben einander, gleichzeitig und unbeschadet dem Allgemeinwohl des Thieres, zu functioniren vermögen; dabei ist die Correlation zwischen den einzelnen Organen und Organsystemen eine so innige, dass durch Zerstörung eines derselben meist die Auflösung des gesammten Körpers erfolgt.

In der Regel kommt nur den keimbereitenden Organen die Fähigkeit der Fortpflanzung des Individuums zu, während die übrigen Organe nicht die Bildung eines solchen einzuleiten vermögen. Bei den niedrigsten Thierformen, wo ein jeder Körpertheil die verschiedensten Leistungen auszuüben vermag, entwickelt sich auch aus einem beliebig losgelösten Körpertheile ein neues Individuum.

Bei den niederen Wasserbewohnern, besonders bei der Gruppe der Coelenteraten, lösen sich die neugebildeten Individuen nicht von dem Mutterthiere, sondern bleiben mit demselben mehr oder weniger innig verbunden. Es ist dann der Complex all dieser Einzelwesen als Individuum aufzufassen, indem die Leistungen des einen in gleichem Maasse allen übrigen zu Gute kommen. Ein solches Zusammenleben vieler einzelner Thiere als ein Individuum wird als Thierstock (Cormi) bezeichnet (Fig. 3). — Die Individuen, welche sich auf diese Weise vereinigt zeigen, können untereinander wieder eine oft weitgehende Arbeitstheilung eingehen, so dass z. B. einzelne derselben der Bewegung, andere der Nahrungsaufnahme, wieder andere der Fortpflanzung obliegen (Hydromedusen). In diesem Falle, wo der Thierstock zu einem polymorphen wird (Fig. 4), übernimmt je ein Indivi-

Fig. 3. Ein aus 9 Personen (Individuen) bestehender Asconstock. Schema. e Ectoderm, i Entoderm. o Mundöffnung. g Darmhöhle.
(Nach E. HAECKEL.)

dum die physiologischen Leistungen je eines bestimmten Organes. Die Trennung einer gleichwerthigen Individuengruppe von der Gesamtheit hat den Untergang beider zur Folge (in der Regel sind mehrere gleichwerthige Individuen an einem solchen Thierstocke vorhanden, so dass die Organe dann gewissermaassen je in der Mehrzahl auftreten).

Ist ein Thier in all seinen Theilen morphologisch gleichwerthig, d. h. ist ein jeder Theil desselben von gleichem mikro- und makroskopischen Baue, sind ferner die, diesen Theilen innewohnenden physiologischen Eigenschaften die

Fig. 4. Ein Siphonophorenstock, *Physophora hydrostatica*. *a* Stamm oder Achse der Colonie. *a'* Luftblase. *m* Schwimmstücke. *o* Oeffnung des Schwimmstücks. *t* Deckstücke, durch Taster vorgestellt. *n* Magen. *g* Geschlechtsorgane. *f* Senkfäden.

(Nach GEGENBAUR.)

Fig. 5. *A* ein Irregulärthier (*Infusorium Nyctotherus cordiformis*); *k* Kern, *s* Schlund, *w* Wassertropfen, *v* Vacuole; *a b* Hauptachse. *B* ein Regulärthier (*Catallacte n. Haeckel*). *C, D* ein Radiärthier (Süßwasserpolyp, *Hydra*; *t* Tentakel, bei *b* Fuss; Fig. *D* zeigt einen Durchschnitt durch den Körper desselben unterhalb der Ansatzstelle der Tentakeln aboral gesehen; *a b* Hauptachse, *r, r, r* Nebenachsen, die unter sich gleichwerthig sind. *E* ein Bilateralthier von oben gesehen; *rh* Hauptachse, *rl* die seitliche Nebenachse. *F* Schnitt durch das Bilateralthier. *ou* Rücken-Bauchachse, *ri* Seitenachse. (Fig. *C D E F* schematisch.)

gleichen, so bezeichnen wir dasselbe als Regulärthier (Fig. 5, *B*). Als Regulärthiere sind beispielsweise die kugelig ausgebildeten einzelligen Protozoen, die als Zellkugel entwickelten Catallacten (Fig. 5, *B*) u. a. anzuführen. Ein Vorn und Hinten, Oben und Unten, Rechts und Links ist an einem regulär gebauten Thierkörper nicht zu unterscheiden.

Haben sich im Thiere verschiedene Organe entwickelt, so wird die Form des Körpers durch die Anzahl und Lagerung derselben bestimmt. Selten tritt ein Organ nur in der Einzahl auf (constant bloss der Verdauungscanal), meist wiederholen sich gleichwerthige Organe und beeinflussen durch die verschiedene, für ein Individuum jedoch feste Anzahl, in der sie auftreten, und durch ihre Lagerung zu einander den Bau des Thieres. Es führt dies zu einer weiteren Eintheilung der Thiere in radiär und bilateral gebaute.

Der Körper eines sogenannten Radiärthieres (Fig. 5, C, D) zeigt sich stets gegen eine durch den Mittelpunkt desselben gehende Achse¹⁾ gleichartig angelegt. Die verschiedenen Organe sind in der 2, 4, 6 . . . oder 3, 5, 7 . . . Zahl ausgebildet und in der Weise angeordnet, dass der Körper aus eben so vielen Gegenstücken oder Antimeren zusammengesetzt erscheint. Durch die Hauptachse gelegte Schnitte zerlegen den Körper in congruente oder symmetrische Theile. Einfach vorhandene Organe fallen mit der Hauptachse zusammen, wie z. B. die verdauende Cavität. Die Polypen und Medusen, Seeigel und Seesterne weisen häufig einen radiären Bau auf. Ein schönes Beispiel für einen streng radiären Bau bietet ein junger Süßwasserpolymp (Hydra) (Fig. 5, C, D). Einem lang sackförmigen Leibe, der aus einer äusseren Zellschicht (Ectoderm), einer inneren (Entoderm) und einer zwischen diesen liegenden Stützschicht sich aufbaut, sitzen die Fangarme (Tentakeln, 5—8) in regelmässigen Abständen auf. Die Hauptachse des Thieres verläuft im Centrum der Leibeshöhle, die Nebenachsen werden durch die Tentakeln bestimmt. Die innere Zellschicht dient als Verdauungsorgan, die äussere als Respirationswerkzeug und die mittlere als Stützapparat; diese drei in der Einzahl auftretenden Organe liegen, wie leicht ersichtlich, parallel der Hauptachse. Ein Vorn und Hinten, Rechts und Links können wir hier nicht unterscheiden, wohl aber ein Oben und Unten. —

Aber nur selten wird der radiäre Bau ganz streng eingehalten, vielfach wird er durch die abweichende Lagerung eines Organes gestört und es gelingt uns dann nicht mehr, den Körper in mehrere Antimeren zu zerlegen, sondern wir können ihn höchstens mittelst einer durch die Hauptachse und das abweichende Organ gehenden Ebene, der Medianebene, in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften theilen; wir gelangen dadurch zu der allgemeinsten, der bilateralen Bauart des Thierkörpers. Ein Bilateralthier (Fig. 5, E, F) kann durch eine Medianebene in zwei symmetrische Hälften zerlegt werden. Die Organe, welche in der Einzahl auftreten, liegen in dieser Ebene, die in der Mehrzahl auftretenden symmetrisch gegen dieselbe. Bei dem bilateral gebauten

1) Diejenige gerade Linie, welche man durch Mund und After, also central durch die verdauende Cavität eines Thieres gelegt denkt, führt die Bezeichnung Hauptachse (Fig. 5 C, *ab*; E, *vh*). Linien, welche senkrecht zu dieser stehen und gleichwerthige Theile des Körpers verbinden, heissen Nebenachsen (Fig. 5 D, *r, r, r*; E, F, *rl, ou*). Bei cylindrischen Thieren, welche mit dem aboralen Pole festsitzen oder schwimmen, sind unendlich viele Nebenachsen denkbar; treten Tentakeln oder Organe auf, so bestimmen diese die Anzahl derselben. Bei Thieren, welche sich auf einer Unterlage so fortbewegen, dass die Hauptachse parallel derselben ist, bezeichnet man die der Unterlage zugekehrte Seite als ventrale, die obere als die dorsale, beide werden durch eine Nebenachse verbunden, auf welcher die zweite, von rechts nach links gehende, senkrecht steht. — Die Ebene, welche durch die Hauptachse und die Rücken-Bauchachse gelegt gedacht werden kann, heisst Medianebene.

Thiere lässt sich ein Vorn (Mund) und Hinten (After), Rechts und Links, Oben (Rücken) und Unten (Bauch) stets unterscheiden. Einen ganz streng durchgeführten bilateral symmetrischen Bau vermögen allerdings nur wenige Thiere aufzuweisen, denn die Einzelorgane rücken häufig aus der Medianebene heraus, die zwei und mehrfach vorhandenen Organe legen sich aber immerhin ziemlich symmetrisch gegen dieselbe, und besonders ist der äussere Körperbau mit nur sehr wenig Ausnahmen ein streng bilateraler.

Thiere, deren Körper die Durchlegung fester Achsen nicht gestattet, die also einen durchweg ungleichen Bau zeigen, pflegt man wohl als irreguläre Thierformen den oben genannten gegenüber zu stellen. Es gehören zu denselben z. B. viele Infusorien (Fig. 5, A), streng genommen die Gehäuse tragenden Schnecken, einzelne Fische (Flunder) u. s. w.

Treten in der Längsachse eines Bilateralthieres die verschiedenen Organe mehrfach hinter einander auf, wobei dann meist eine, die verschiedenen Organ-complexe trennende Gliederung des Körpers stattfindet, so bezeichnet man diese Theile als Segmente oder Metameren. Ein Wurm, der Blutigel z. B., zeigt einen langgestreckten, bilateralen Körper, an welchem schon äusserlich eine ringförmige Gliederung wahrgenommen werden kann, die anatomische Untersuchung lässt dann weiterhin auch eine innere Gliederung erkennen, wenn auch 3—5 äussere Glieder erst einem inneren Segmente entsprechen. Der Darm entsendet in ein jedes solches Segment lappige Anhänge, das Nervensystem bildet in denselben Ganglienknotten und die Excretionsorgane zeigen sich in ihm als schleifenförmige Canäle ausgebildet. Bei den Bandwürmern werden die Segmente vom Kopftheile aus abgesetzt, entwickeln sich dann hinter einander zu schliesslich congruenten Theilstücken (Glieder, Proglottiden), die als Individuen aufgefasst werden können, sich später von der Gesamtheit trennen und ein kurzes selbständiges Leben führen. Man bezeichnet dies Verhältniss der Ausbildung der Segmente als Homonomität. — Vereinfacht sich der Bau der inneren Organe, wie z. B. bei den Gliederthieren, so verschmelzen auch meist die äusseren Segmente theilweise mit einander und lassen sich höchstens noch entwicklungsgeschichtlich constatiren.

Die polymorphen Thierstöcke können ebenfalls in der Längsrichtung eine weitere Anzahl von gleichen Stöcken ausbilden, welche, wenn sie von dem Ganzen gelöst werden, selbständig weiter leben und im gewissen Sinne den entwickelten Proglottiden eines Bandwurmes gleichen, indem sie dem Mutterindividuum nicht vollkommen ähneln, jedoch ihm gleiche hervorzu- bringen vermögen. Hierher gehören einzelne Siphonophoren, z. B. Diphyes, welche die als Eudoxia bekannten Individuengruppen aus sich entstehen lässt.

Nach diesen kurzen Betrachtungen über den allgemeinen Bau des Thieres ist im Folgenden die Frage zu erörtern: Wie muss der Thierkörper beschaffen sein, wenn er allen Bedingungen genügen will, die zu seiner Erhaltung und Fortpflanzung nothwendig erscheinen.

Als Hauptbedingungen für die Existenz eines Thierindividuums ist die

Nahrungsaufnahme und die Athmung geltend zu machen, während zur Erhaltung der Art die Production einer Nachkommenschaft nothwendig ist.

Nahrungsaufnahme.

Es ist schon früher genügend erörtert worden, dass die Nahrung, welche ein Thier zu sich nimmt, der Hauptsache nach organischer Natur sein muss, es bleibt daher zunächst zu untersuchen übrig, wie dieselbe dem Körper zugeführt wird.

Die Nahrungsaufnahme, zu der auch die Erlangung derselben zu zählen ist, wird eine verschiedene sein, je nachdem der Körper festsetzt oder frei beweglich ist.

Die Nahrungsaufnahme bei festsetzenden Thierformen. Als ganz allgemeine Regel gilt, dass jene Thiere, denen eine willkürliche Ortsbewegung mangelt, theils im Wasser, theils als Parasiten in oder auf sogenannten Wirthsthieren leben. — Die Wasserbewohner leben dann entweder von jenem, in dem sie umgebenden Medium fein vertheilten, organischen Detritus oder sie müssen die an sie heranschwimmende Beute zu erhaschen suchen. Die von jener fein vertheilten organischen Substanz lebenden Thiere, z. B. die Schwämme, zeigen zunächst eine grössere Anzahl von Individuen zu einem Stocke vereinigt und nehmen auf solche Weise eine bedeutend grössere Fläche ein; weiterhin sind die verdauenden Cavitäten befähigt, Wasser in sich hinein zu strudeln und so eine vermehrte Nahrungszufuhr zu ermöglichen. Die verdauenden Leibeshöhlen sind kammerartig geformt und münden mit kleineren Ein- und Ausfuhröffnungen nach aussen; ihre innere Auskleidung besteht aus sogenannten Wimper- oder Flimmerzellen (siehe S. 60), d. h. jede Zelle ist nach der Höhlung zu mit feinen, pendelartig schwingenden Härchen (Cilien) ausgestattet, welche durch ihre rhythmischen Schwingungen einen Strudel im Wasser erzeugen. — Auch die einzelligen Infusorien, welche auf Stielchen festsetzen, wie die Vorticellen, haben an ihrem vorderen Leibesende einen Strudelapparat, der aus zahlreichen feinen Cilien gebildet wird, durch den sie ihre Nahrung herbeizuschaffen vermögen (Fütterung der Infusorien mit feinem Carmin lässt die Wirkung des Strudelapparates leicht und schön erkennen).

Einen complicirter gebauten Apparat zur Herbeischaffung der Nahrung haben jene Unbeweglichen nöthig, welche sich von kleinen Wasserthieren ernähren, wie z. B. die Korallen. Im einfachsten Falle wird die Beute auch durch Flimmerung ins Innere des Körpers eingeführt, ausserdem aber noch vermittelt eines eignen Fangapparates zu erlangen gesucht. Um die Mundöffnung stehen, radiär angeordnet, eine grössere oder geringere Anzahl von Fangarmen (Tentakeln) (vergl. Fig. 5, C), welche zunächst lang ausstreckbar sind und schnell wieder eingezogen werden können. Ueber diese Tentakeln sind eine grosse Anzahl eigenthümlicher Zellen haufenweise vertheilt — es sind die sogenannten Nesselzellen, die zu mehreren in Nesselbatterien zusammen stehen und die besonders der Gruppe der Coelenteraten eigen sind.

Eine solche Nesselzelle (Fig. 6) ist von einer festeren, stark lichtbrechenden Membran umgeben, dieselbe umschliesst einen mit ätzender Flüssigkeit an-

gefüllten Hohlraum, in welchem ausserdem ein langer, feiner, schlauchförmiger Faden spiralgig aufgerollt liegt. Nach aussen zu ragt ein feiner Fortsatz hervor, auf welchen ein Reiz zunächst ausgeübt wird; derselbe bewirkt dann eine Contraction der Zelle, der Nesseladen wird hervorgestülpt und dringt in die Weichtheile der Beute ein, wo er abbricht und ein Nachfliessen des ätzenden Zell-

Fig. 6. A Ectodermzelle einer Hydra, n die Nesselzelle. B eine Nesselzellkapsel mit Faden der Hydra, z Zellkapsel, n rückwärts gerichtete Widerhaare, f Nesselfaden im vorgestülpten Zustande.

inhaltes bewirkt; gleichzeitig wird die Beute durch Widerhaken, welche an der Basis des Fadens stehen, festgehalten. Da nun eine grosse Anzahl solcher Zellen zugleich wirksam werden, ist der Effect, den sie erzielen, ein bedeutender; die Beute wird betäubt, von den Armen aufgefangen und dem Verdauungsapparate zugeführt. — Bemerkt sei hier schon, dass Cilien, Tentakeln mit und ohne Nesselbatterien auch vielen frei lebenden Wasserbewohnern zukommen (Infusorien, Coelenteraten und Cephalopoden).

Wesentlich anders nehmen die festsitzenden, parasitisch lebenden Thiere ihre Nahrung auf, welche aus schon verflüssigten Nahrungssäften besteht. Die im Innern des Wirthes lebenden Parasiten entnehmen dem ersten die Nahrung entweder, wie

die Bandwürmer, durch die gesamte Körperoberfläche auf osmotischem Wege, oder sie besitzen hinter der Mundöffnung einen Pump- und Saugapparat, vermittelt dessen sie Blut u. s. w. in den Verdauungscanal einbringen. Auch wurzelartige Fortsätze werden vom Kopfe aus in den Wirth hinein gesandt und durch dieselben Nahrung aufgesogen. Die Parasiten besitzen jedoch in der Jugend freie Beweglichkeit, was man von den durch Sprossung entstandenen, festsitzenden Wasserbewohnern nicht immer behaupten kann; die Keimproducte der letzteren (Samen und Ei) sind meist frei beweglich und bösst der Embryo seine Beweglichkeit oft erst nach einer längeren Zeit ein. —

Die Nahrungsaufnahme der frei beweglichen Thierformen. Die frei beweglichen Thiere zeigen die mannigfachsten Bildungen zur Erlangung ihrer Nahrung resp. Bewegung. Nicht allein, dass durch äussere Locomotionsapparate die gesamte Körperform ein äusserst wechselndes Aussehen erhält, auch der Körper selbst weist Formen auf, welche der wechselnden intensiven Bewegung in den verschiedenen Medien genau angepasst sind. Ferner gelangen in dem frei beweglichen Körper Organe und Organsysteme zur Entwicklung, die den festsitzenden Thieren vollständig fehlen können. Zunächst entwickelt sich ein oft bedeutend complicirtes Nervensystem, welches von einem, die willkürliche und unwillkürliche Bewegung beeinflussenden Centrum aus anfänglich an die verschiedensten Locomotions- und Sinnesorgane, dann aber auch an sämtliche Organe des Körpers herantritt und ihre Functionen unterhält. Das Auftreten verschiedener höherer Sinnesorgane (Seh-, Geruchs- und Gehörorgane) ist gleichfalls an eine freie Beweglichkeit gebunden, denn es verschwinden dieselben, wenn der Körper die letztere verliert. Je vollkommener sich der thierische Leib zu bewegen versteht, um so complicirter ist auch die Construction sämtlicher Organe, welche bei den am energischsten lebenden Thieren, den

Warmblütern, das Maximum ihrer Leistungsfähigkeit erreichen. Veranlasst wird eine solche Ausbildungsweise meist durch das Bedürfniss der Nahrungsaufnahme, von der das Leben des Individuums und die Erhaltung seiner Form durch Production einer Nachkommenschaft abhängt.

Nach dem verschiedenen Aufenthaltsorte theilen wir die Thiere in die drei grossen Gruppen der Wasser-, Land- und Luftbewohner ein und haben zunächst zu untersuchen, welche allgemeinen Eigenschaften der thierische Körper besitzen muss, um sich in den verschiedenen Medien frei bewegen zu können.

Ein Hauptbedingniss für eine ungehinderte Bewegung ist, dass ausser den der Locomotion dienenden Organen keine anderen in den Nebenchsen nach aussen hervorragen, sondern mit möglichster Raum- und Gewichtersparniss ins Innere des Körpers verlegt sind. — Ferner muss der Körper, da er sich meist nur in einer Richtung zu bewegen hat, eine nach dieser Richtung hin gestreckte Form haben, um die Widerstände der umgebenden Medien leicht überwinden zu können, was auch weiterhin durch eine scharfe oder spitze Ausbildung des vorderen Leibesendes erreicht wird. — Um durch die aufzunehmende Nahrung möglichst wenig in der Weiterbewegung gehindert zu werden, befindet sich die Einfuhröffnung für die Speise (der Mund) am vorderen (oralen), die Auswurfsöffnung für die unverdaulichen Speisereste (der After) am hinteren (aboralen) Körperpole, meist bauchständig (ventral) gelegen. Die Bewegungsorgane treten entweder in der Einzahl auf und liegen dann in der Medianebeane des Körpers, oder sie sind paarig ausgebildet und seitlich symmetrisch gegen die Medianebeane angeheftet.

Man kann folgende verschiedene Bewegungsarten unterscheiden, von denen ein Individuum oft mehrere auszuüben im Stande ist: Kriechen, Schlangeln, Spannen, Schwimmen, Laufen und Fliegen.

Das Kriechen oder Gleiten wird auf zweierlei Weise ermöglicht: Im einen Falle stülpt sich die Leibesmasse nach einer Richtung hin vor, heftet sich an die Unterlage und zieht den zurückbleibenden Theil langsam nach. Es wird diese Art der Bewegung nur von einzelligen Wesen ohne feste Umhüllung ausgeübt, findet sich aber weit verbreitet bei den membranlosen Wanderzellen der höheren Thiere (weisse Blutkörperchen z. B.), und wird als amöboide Bewegung bezeichnet, die zur Einleitung der Fortbewegung dienenden hervorgestülpten Körpertheile führen die Bezeichnung Scheinfüsschen (Pseudopodien). Die Gruppe der Rhizopoden zeigt diese Form der Bewegung ausschliesslich, wenngleich auch bei denselben ein festes Skelet im Innern des Sarkodeleibes ausgeschieden wird; es ist dasselbe dann mit vielen feinen oder nur wenigen grösseren Oeffnungen versehen, durch welche das Plasma strahlig austritt. — Im andern Falle liegt beim Kriechen der Körper mit einer mehr oder minder breiten Fläche der Unterlage fest auf, setzt diese Fläche in eine wellenförmige Bewegung, so dass die Wellen senkrecht zur Bewegungs-

Fig. 7. Eine Amöbe in zwei verschiedenen Momenten ihrer Bewegung dargestellt. n Kern. i Aufgenommene Nahrung. Auch einige Vacuolen sind bemerkbar (n. GEGENBAUR).

richtung verlaufen, dadurch werden verschiedene Berührungslinien (Fig. 8 A, B; a, b, c, d) mit der Unterlage gewonnen, welche bei einer Streckung der zwischen je zwei dieser Linien liegenden Körperabschnitte nach vorn geschoben werden.

Fig. 8. Schematische Darstellung der gleitenden Bewegung.

finden sich dann weiterhin am Bauche eine grössere Anzahl nach hinten gerichteter steifer Borsten, Schuppen u. s. w. (Fig. 8 C, D), die als Fixationsapparate functioniren (z. B. bei vielen Würmern).

Als Schlangeln wird jene Fortbewegungsweise bezeichnet, bei welcher der, in diesem Falle stets langgestreckte Körper des Thieres der Länge nach mehrere rechts- und linksseitige Krümmungen vornimmt (Fig. 9). Der Körper liegt zunächst langgestreckt (in der Achse AB der Fig. 9 A), darauf macht derselbe mehrere Krümmungen um die constanten Drehpunkte f und f' . Wird der Kopf K energisch in der Richtung des Pfeiles a bewegt, so übt er einen Druck gegen das umgebende Medium in der Richtung des Pfeiles x aus, durch welchen gleicherweise die Stärke des Druckes ausgedrückt werden mag; der Effect dieser Kopfbewegung ist eine Fortbewegung des Körpers in der Richtung des Pfeiles x' (von der Achse AB ausgehend). Wird gleichzeitig der Schwanz S energisch

Fig. 9. Darstellung der schlängelnden Bewegung.

in der Richtung b bewegt, so übt er einen Druck y aus, dessen Effect gleicherweise als y' in AB dargestellt werden darf. Die Resultirende r aus x' und y' giebt dann die eigentliche Fortbewegung des Körpers an. Die Bewegungen, welche das Bogenstück zwischen f und f' ausführt, heben sich, da sie entgegengesetzt sind, auf. In Fig. B wird nur durch Bewegungen des Schwanzes eine Locomotion, durch den Kopf die Steuerung bewirkt; Fig. C zeigt endlich ein diesem entgegengesetztes Verhalten. Die unbezeichneten Pfeile drücken die Richtung der Bewegung des Kopfes resp. Schwanzes aus, die mit r bezeichneten die Vorwärtsbewegung des gesammten Körpers. — Diese Fortbewegungsart findet sich bei vielen langgestreckten Wasserbewohnern und den landbewohnenden Schlangen; im letzteren Falle wird sie durch rückwärtsgestellte Schuppen noch etwas unterstützt.

Beim Spannen kommt es darauf an, Kopf und Schwanz, durch Krümmung des Körpers nach oben, möglichst zu nähern, worauf der Schwanzpol fixirt wird, während der Kopfpol sich löst und durch Streckung des Leibes weit nach vorn geschoben wird, sich dann anheftet und den Schwanzpol durch Krümmung und Contraction des Körpers wieder in seine Nähe bringt, worauf das Spiel von Neuem beginnt. Die Fixation des Kopfes und Schwanzes kann auf mannigfache

Weise ermöglicht werden. Der Blutegel z. B. hat vorn und hinten eine runde Saugscheibe, die er an die Unterlage anpresst; die Spannerraupe bewirkt die Anheftung durch einige Beinpaare, welche den ersten und letzten Leibesringen zukommen (meist 5 Paare, 2 vordere und 3 hintere). Noch verschiedener bewegt sich der Süßwasserpoly (Hydra) weiter. Ist derselbe mit dem Fusse angeheftet, so streckt er den Leib lang aus, zieht die Tentakeln ein und krümmt sich weit bogenförmig nach einer Seite, so dass der Mund die Unterlage berührt, darauf saugt er sich mit letzterem fest, lässt den Fuss los und bewegt den Körper im Halbkreis um den Mund als Mittelpunkt; dann wird wieder der Fuss zum Drehpunkt u. s. w.

In der allerverschiedensten Weise wird das Schwimmen zu Stande gebracht. Vor allem ist es zu einer leichten Bewegung in oder auf dem Wasser nothwendig, dass der Körper ein spezifisches Gewicht besitzt, welches gleich dem des Wassers oder kleiner ist; dies wird meist durch Hohlräume regulirt, welche sich im Innern des Thieres befinden und mit Luft gefüllt sind oder gefüllt werden können (z. B. die Schwimmglocken der Polypen, die Schwimmblase der Fische, die Lungen und mit Luft füllbaren Röhrenknochen der Wasservögel u. s. w.). Eine Locomotion wird stets dadurch bewirkt, dass auf irgend welche Weise vom Körper aus ein Druck auf das umgebende Medium ausgeübt wird, und zwar nach der der Bewegungsrichtung entgegengesetzten Seite. — Die Quallen und die Kopffüssler (Tintenfische) erweitern ihren Mantel glocken- oder trichterartig, nehmen dadurch Wasser unter demselben auf, welches sie durch Contraction des Mantels energisch zurückschleudern, und üben auf diese Weise einen Druck auf das umgebende Wasser aus, durch welchen sie vorwärts gestossen werden. — Weit häufiger sind aber Ruderapparate der verschiedensten Art bei den schwimmenden Thierformen im Gebrauch. Die Infusorien und viele niedere Thiere, sowie die Larven einer grossen Anzahl von Wirbellosen bewegen sich durch rhythmische Schwingungen feiner Härchen (Cilien), welche entweder in der Einzahl am Ende des Körpers angebracht oder in grosser Anzahl reihen- und strahlenweis über denselben vertheilt sind. Bei den Rippenquallen sind eine grössere Anzahl solcher Härchen zu kleinen Platten vereinigt, von welcher letzteren eine beträchtliche Menge in den Radien der Glocke aufgestellt sind und durch wellenartig schwingende Bewegungen die des Körpers reguliren. Bei den sich gleichmässig und energisch bewegenden Wasserbewohnern haben sich grossflächige Ruderapparate entwickelt. Vielfach sind es die Extremitäten, welche zu solchen umgeformt erscheinen; so sind die Beine der Wasserinsekten, der Krebse, der Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere, welche im Wasser leben, auf die mannigfachste Weise zu dünnen, flächenhaften Rudern umgewandelt. Die Endglieder eines Krebs- oder Wasserkäferbeines zeigen sich z. B. stark seitlich comprimirt und an ihrem unteren Rande mit eng stehenden, steifen Borsten versehen. Die Finger oder Zehen an den Beinen der Wirbelthiere sind entweder miteinander durch eine dünne, faltbare Haut verbunden (dort, wo die Extremitäten gleichzeitig als Bewegungswerkzeuge auf dem Lande benutzt werden, Frosch, Ente, Fischotter), welche bei Spreizung derselben als Ruderfläche dient — oder sie sind in einen Flossenfuss von langer, flacher und breiter Beschaffenheit umgewandelt (bei den eigentlichen Schwimmern, Seeschildkröte, Pinguin, Robben und Walen). Die

Fische, als diejenige Thiergruppe, welche ausschliesslich auf den Aufenthalt im Wasser angewiesen ist, besitzen zu ihrer Weiterbewegung einen wohl entwickelten Flossenapparat. Die Flossen selbst stellen sich als häutige Anhänge dar, welche durch eingelagerte Knochen- oder Knorpelstrahlen gestützt und ausgespannt werden. In der Regel stehen die Flossen durch feste innere Skelettheile mit der Wirbelsäule in Verbindung und werden durch einen, an inneren Fortsätzen inserirenden Muskelapparat bewegt. Als Propulsionsorgane (Fortbewegungsorgane) dienen die Brustflossen, zur Bewegung nach oben und unten die Bauchflossen, zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes die Rücken- und Afterflosse und als Steuer endlich die Schwanzflosse. — Ein eigner Steuerapparat wird häufig bei den Wasserbewohnern angetroffen, aber auch vielfach durch verschiedenartiges Rudern entbehrlich gemacht.

Den Landbewohnern dienen zur Fortbewegung, falls eine solche überhaupt durch eigene Apparate bewerkstelligt wird, ganz allgemein die Beine, welche zum Laufen, Springen und Klettern verschiedenartig modificirt sind. Diese, zur Bewegung auf einer festen Unterlage dienenden Extremitäten zeigen sich säulenförmig entwickelt und berühren den Untergrund nur mit einer relativ kleinen Fläche.

Als eigentliche Propulsionsorgane sind die hinteren Extremitäten aufzufassen; sie dienen ganz allein beispiesweise zum Springen und zeigen sich in der Regel auch kräftiger entwickelt und fester mit dem Körper verbunden als die vorderen, welche an der Fortbewegung des Körpers höchstens als Zugmechanismen theilnehmen und beim Klettern eine Hauptrolle spielen, sonst aber die Function der Hemmung übernehmen. Auch als Grabbeine werden die vorderen Gliedmaassen angewandt; sie sind dann vielfach stark schaufelförmig entwickelt (z. B. bei der Maulwurfsgrille, dem Maulwurf u. a.) und bedeutend fester mit dem Skelet verbunden, als dies sonst der Fall ist. Viele kletternde Thiere, welche sich auf senkrecht stehenden Wänden oder an der Decke von Höhlen, Zimmern u. s. w. fortbewegen müssen, besitzen an ihren Fussenden lappenförmige Saug- und Haftapparate, welche sie gegen die Unterlage anpressen, um sich auf diese Weise festzuhalten. Weiterhin sind die Extremitätenendstücke noch mit Haken, Klauen, Nägeln und Hufen ausgerüstet, welche Hilfsmittel zunächst sämmtlich zur Gewinnung eines festen Stützpunktes dienen, aber auch zum Festhalten der Nahrung und zum Fangen derselben verwendet werden.

Der Flug ist endlich die höchste Ausbildung des Locomotionsvermögens, denn das fliegende Thier hat sich in einem Medium zu bewegen, welches den Bewegungsmechanismen nur einen sehr geringen Widerstand entgegenzusetzen vermag; in Folge dessen sehen wir auch, wie die dem Fluge dienenden Extremitäten, die Flügel, stets eine grossflächige, platte Ausbildung aufzuweisen haben. Stets sind die Flügel nach der Rückenseite des Körpers befestigt, und es liegt der Schwerpunkt des gesammten Thieres nahe den Drehungspunkten der Flugorgane. Das spezifische Gewicht des fliegenden Thieres muss auf ein Minimum reducirt werden; es ist in Folge dessen das Baumaterial für die spezifisch schweren Körpertheile (Skelet) nur in geringster Menge verwandt. Auch ist die Verdauung bei ächten Fliegern eine sehr energische, der Verdauungskanal kurz und sein Inhalt gering. Der Körper ist, um

die Luft mit möglichst geringem Widerstande durchschneiden zu können, am vorderen Pole scharf oder spitz, sehr selten platt gestaltet. — Die Flügel selbst sind so beschaffen, dass sie in der Regel zusammengefaltet und dem Körper angelegt werden können. Meist treten sie uns als dünne Häute entgegen, welche durch ein festeres Stütznetz ausgespannt und straff erhalten werden (bei den Insecten durch Chitinadern, bei den Fledermäusen durch die langen Fingerknochen). Am vorderen Rande derselben verläuft stets ein festes Skeletstück, welches sich mit einem Fortsatz nach innen (in den Brusttheil des Thieres) fortsetzt, und an welchem sich die Bewegungsmuskeln inseriren. Der Flügel der Vögel ist durch Modification der vorderen Extremität und der ihr zukommenden epidermoidalen Skelettheile, der Federn, hervorgebracht. Eine Reihe derselben, die sogenannten Schwungfedern, sind lang entwickelt und in der Breite dicht einander angelagert, die über ihnen liegenden Federreihen dienen ihnen als Stütze und verhüten ein Auseinanderweichen der auf solche Weise gewonnenen grossen Fläche. — Auch bei der Bewegung in der Luft sehen wir häufig Steuer in Anwendung (Schwanz der Vögel), meist wird jedoch durch verschiedenen Flügelschlag die Flugdirection bestimmt.

Durch diese eben geschilderten Bewegungsapparate und unter Zuhülfnahme verschiedener Sinnesorgane, deren wichtigste für diesen Zweck das Geruchs-, Tast- und Sehorgan sind, wird die Nahrung zu erreichen gesucht; zur Aufnahme derselben bedarf das Thier dann weiterhin, je nach der Art der Nahrung, verschieden gestaltete Fress- und Fangwerkzeuge. — Besteht die Nahrung aus Pflanzentheilen, so bedarf das Thier eines Apparates, vermittelt dessen es dieselben abreisst und zerkleinert (Zähne, Zangen, Scheeren, Meissel oder Reibwerkzeuge). — Ist die der Ernährung dienende Substanz flüssig, so ist meist ein Bohr- und Saugapparat nothwendig, falls nicht die Nahrung auf endosmotischem Wege durch die gesammte Körperoberfläche aufgenommen wird. Vermittelst des Bohrapparates wird die Flüssigkeit, welche ja aus pflanzlichen oder thierischen Säften besteht, zu erreichen gesucht und dann durch ein Saug- und Pumpwerk in den Verdauungskanal eingesogen (Pflanzen- und Thierläuse, Blutegel u. a.). — Dienen einem Thierte endlich andere freibewegliche Thiere zur Nahrung, so kommt es darauf an, dieselben zu fangen, zu tödten und aufzunehmen. Zum Fangen der Beute dienen Apparate, welche, der Regel nach, um den Mund oder wenigstens in der Nähe desselben angebracht sind. — Bei niederen Thieren sind es Flimmerhaare oder Fangarme, welche, wie schon früher besprochen wurde, mit eigenen Tödtungsapparaten, den Nesselbatterien, ausgestattet sind; aber auch höhere Thiere, wie z. B. die Tintenfische und Verwandte, besitzen eine Anzahl oft kolossal entwickelter Fangarme, die jedoch nicht mit Nesselapparaten, sondern mit runden Haft- oder Saugscheiben besetzt sind; dieselben werden der Beute angepresst, diese so festgehalten und dann, durch Contraction der Arme, dem Munde zugeführt, wo sie, wenn es nöthig ist, durch starke Kiefer zerkleinert wird. — Vielfach sind die vorderen Extremitäten zu Fangapparaten umgewandelt und zu diesem Zwecke mit Krallen und Scheeren bewaffnet; die Extremitäten sind dann ausserdem nach vorn vorschnellbar und dienen zum Haschen und Tödten der Beute. — Sehr häufig sind auch die Fresswerkzeuge zum Fangen und Festhalten bestimmt; sie treten uns dann als zangen- und pincettenartige, scharfe

Gebilde entgegen, die wir als Kiefer (Insekten), Schnäbel (Schildkröten, Vögel) oder Zähne (Raubthiere) bezeichnen. — Auch die Zunge wird zur Erlangung der Nahrung benutzt; entweder dient sie zum Auflecken der flüssigen Nahrung, wie bei den Bienen und Säugethieren (jedoch ist die Zunge der Insekten nicht derjenigen der höheren Thiere zu homologisiren), oder als Raspel, wie bei den Schnecken, wo sie mit feinen Hornzähnen besetzt ist; endlich ist sie auch nach aussen vorschnellbar, klebt dann die Nahrung an (Frosch), oder sie ist mit einer harten Spitze, die ausserdem noch mit Widerhaken ausgestattet ist, versehen, welche in die Beute eingetrieben wird (Specht).

In welcher Weise das Zerkleinern und die Auflösung der Speise bewerkstelligt wird, ist später bei Betrachtung des Verdauungsapparates zu untersuchen (s. vergl. Anat.).

Athmung.

Ausser der Aufnahme von fester und flüssiger Nahrung muss auch noch die der Athemluft, des Sauerstoffs, bewirkt werden. Da nun das Sauerstoffquantum, welches ein Thier zum Leben nöthig hat, immerhin ein ganz beträchtliches ist und sich steigert, je energischer die Lebensprozesse im Körper vor sich gehen, d. h. je mehr Arbeit ein Thierkörper zu verrichten hat, so sehen wir in der Regel einen grossflächigen Apparat zur Absorption des Sauerstoffs ausgebildet; es wird derselbe sich um so flächenhafter gestalten müssen, je grössere Quantitäten des letzteren von dem Thiere verbraucht werden.

Entweder wird der Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft¹⁾ oder aus dem, den Körper eventuell umgebenden Wasser aufgenommen, welch' letzteres die günstige Eigenschaft besitzt, im Verhältniss bedeutend mehr Sauerstoff als Stickstoff in sich aufzunehmen, d. h. zu lösen. Die im Innern anderer Thiere schmarotzenden Individuen erhalten den nöthigen Sauerstoff aus dem Blute resp. der Nährflüssigkeit, welche sie aufsaugen.

Als Athmungsorgane functioniren im Thierkörper die äussere Körperoberfläche, Kiemen, Tracheen und Lungen (Weiteres über den Bau und das Vorkommen derselben s. vergl. Anat.). Stets sind dieselben, entweder durch Verzweigungen und Blätterbildung nach aussen (Kiemen) oder durch Entwicklung von feinen Canälen (Tracheen) und zahlreichen Bläschen (Lungen) nach innen, flächenartig erweitert. Unter der Oberfläche dieser Athmungsapparate circulirt nun ein dünner Blutstrom in zahllosen sogenannten Capillargefässen, nimmt hier auf endosmotischem Wege aus dem Wasser oder der eingeathmeten Luft Sauerstoff auf und scheidet Kohlensäure und Wasserdampf durch Exosmose aus. — Damit der Prozess der Exosmose und Endosmose ungehindert von statten gehen kann, ist es nöthig, dass die Oberfläche des Athmungsorganes stets feucht gehalten wird, was einestheils durch Flüssigkeit secer-

¹⁾ Die atmosphärische Luft ist ein Gemenge von 78,35 Volumen Stickstoff, 20,77 Volumen Sauerstoff, 0,84 Volumen Wasserdampf und 0,04 Volumen Kohlensäure in 100 Raumtheilen; in 100 Gewichtstheilen atmosphärischer Luft sind circa 79,9 Gewichtstheile Stickstoff und 23,1 Gewichtstheile Sauerstoff enthalten.

nirende Drüsen (äussere Haut — Frosch), ferner aber auch durch das umgebende Wasser und endlich durch Ausscheidung von Wasser in den Wänden ermöglicht wird. Im letzteren Falle, den wir allgemein bei Lungenathmung finden, muss, um eine allzuschnelle Verdunstung des Wassers und die damit zusammenhängende Austrocknung zu verhüten, das Athemorgan ins Innere des Körpers verlegt und die Athemluft in den Luftwegen angefeuchtet werden. — Die Hautathmung, welche mehr oder minder intensiv bei den nicht durch grosse Skelettheile (Schilder, Schalen, Schuppen u. a.) bedeckten Thieren ausgeübt wird, ist in vielen Fällen die einzige Form der Athmung, z. B. bei den einzelligen und überhaupt jenen Thieren, bei denen das Verhältniss von Körperoberfläche zu dem Körperinhalt ein grosses ist; auch hoch stehende Thiere, welche eigene Athmungsapparate (Kiemen oder Lungen) besitzen, athmen nebenbei noch durch die Körperoberfläche. Ein Frosch, dem die Athemmuskeln gelähmt sind, athmet noch wochenlang durch die äussere Haut; selbst der Mensch und viele der höher organisirten Wirbelthiere (Huhn, Kaninchen u. a.) vermögen durch die, der Körperhaut eingeschalteten Schweissdrüsen Kohlensäure (bis 4 oder 2 Procent der gesammten expirirten Kohlensäure) nach aussen auszuschleiden und geringe Mengen Sauerstoff aufzunehmen. Man pflegt die Hautathmung wohl im Gegensatz zur Lungen- und Tracheenathmung, der *Respiration*, als *Perspiration* zu bezeichnen. — Auch die inneren Flächen des Verdauungsapparates können hin und wieder respiratorischen Zwecken dienen.

Hand in Hand mit jenen Vorgängen im Thierkörper, welche wir als *Respiration* zu bezeichnen pflegen (Einathmen von Sauerstoff, Ausathmen von Kohlensäure und Wasserdampf), gehen Erscheinungen, die wir als *Entwicklung einer Eigenwärme* zu erkennen vermögen. Schon bei der Betrachtung des Stoffwechsels im thierischen und pflanzlichen Körper haben wir Gelegenheit gehabt zu sehen, wie das Thier die von der Pflanze aus lebendiger Kraft umgeformten Spannkraft wieder in lebendige Kraft überführt, welche uns als Wärme entgegentritt. Hält es auch in vielen Fällen schwer, diese Production von Wärme direct, etwa durch Thermometer u. s. w., nachzuweisen, indem einestheils der Thierkörper zu klein, andernteils die Lebensenergie desselben zu gering ist, so gelingt ein solcher Nachweis doch stets vollkommen bei grösseren und sehr energisch lebenden Thieren. Besonders ist den höheren Wirbelthieren eine beträchtliche Eigenwärme (bis nahezu 44°) nicht abzusprechen; bei kleineren Thieren, den Insecten z. B., können wir sie nachweisen, wenn wir viele derselben in einem engen, geschlossenen Raume beieinander halten (Bienen im Korb). Bei den im Wasser lebenden Thieren und bei jenen mit nackter, feuchter Körperoberfläche geht die Wärme theils durch Strahlung in das umgebende Medium verloren, theils wird sie bei der Verdunstung der äusseren Feuchtigkeit gebunden.

Eine gewisse Wärme ist zur Erhaltung des Lebensprozesses durchaus nothwendig. Drücken wir künstlich die Temperatur eines Thieres herab, so tritt zunächst ein Erlöschen der Functionen des Körpers und ein Zustand ein, welchen wir als *Kältestarre* zu bezeichnen pflegen. Lassen wir dieselbe zu lange andauern und verringern wir die Wärme noch weiter, so erfolgt schliesslich der Tod des betreffenden Individuums. Die niederen, wenig energisch lebenden Thierformen bedürfen nur

eines geringen Wärmequantums, um den Lebensprozess zu unterhalten; wir bezeichnen dieselben, wenn auch nicht ganz richtig, als Kaltblüter. Ihre Eigentemperatur ist stets etwas höher als diejenige des umgebenden Mediums; meist fühlen sie sich kälter an, weil ihre Körperoberfläche feucht ist und die Feuchtigkeit auf unserer Hand verdunstet und ein Kältegefühl hervorruft.¹⁾ — Den Kaltblütern stellt man gewöhnlich die Warmblüter, denen die Vögel und Säugethiere zuzuzählen sind, gegenüber. Bei denselben ist zu einem regulären Verlaufe der Lebensprozesse eine constant gleichmässige Temperatur, wenn auch nicht durchaus nothwendig, so doch von grosser Wichtigkeit; grössere Temperaturschwankungen werden von ihnen nicht vertragen, kleinere treten wohl häufiger ein, wie z. B. bei energischer Arbeit, nach eingenommener Nahrung u. s. w. (Ein Steigen der Bluttemperatur über 45°C. , und ein Sinken derselben unter 20°C. , führt z. B. beim Menschen den Tod herbei; die Durchschnittstemperatur desselben schwankt zwischen $36\text{—}37,8^{\circ}\text{C.}$) Der Körper hat das Bestreben, diese Eigenwärme möglichst constant zu erhalten, und sind zu diesem Zwecke die verschiedensten Vorrichtungen getroffen worden. Je grösser sich der Körper eines Warmblüters entwickelt zeigt, um so einfacher ist es, ihn auf gleicher Temperatur zu erhalten, weil eine rasche Ausstrahlung der Wärme durch eine relativ sehr geringe Oberflächenentwicklung verhütet wird. Der Körper der grossen Säuger (Elephant, Wale u. a) ist denn auch nackt, und höchstens von einem dicken Felle überzogen. Ist es nöthig, denselben noch extra gegen Wärmeverluste zu schützen, wie beispielsweise bei den, die Eismeere bewohnenden Walfischen, so wird unter der Oberhaut eine mehr oder minder dicke Fettschicht abgeschieden, welche als schlechter Wärmeleiter eine zu starke Wärmeausstrahlung verhütet. Besonders wärmeschützende Vorrichtungen treffen wir aber bei den kleineren Warmblütern an, deren Körperoberfläche im Verhältniss zum Körpervolumen eine relativ sehr grosse ist. Zunächst ist der Stoffwechsel bei denselben ein regerer als bei grossen Thieren, und in Folge dessen wird mehr Wärme producirt; ausserdem aber wird durch ein den Körper bedeckendes Haar- oder Federkleid eine zu starke Wärmeausstrahlung verhindert. Die Haare und Federn, welche an sich schon schlechte Wärmeleiter sind, nehmen überdies noch Luft zwischen sich auf, die also als ruhende Luftschicht den Körper bedeckt und als solche bekannterweise zu den schlechtesten Wärmeleitern gehört. Die Stellung des Haar- oder Federkleides muss weiterhin derart sein, dass bei der Vorwärtsbewegung die zwischen ihm ruhende Luftschicht nicht allzusehnell erneuert wird, was ja auch einen Wärme-

1) Unter den sogenannten Warmblütern besitzen z. B. die Vögel $39,4\text{—}43,9^{\circ}\text{C.}$, die Säugethiere $35,5\text{—}40,5^{\circ}\text{C.}$ Eigenwärme. Bei den Kaltblütern, den Fischen und Reptilien, schwankt der Ueberschuss an Wärme, verglichen mit der des umgebenden Mediums, zwischen $0,5$ u. 3°C.

Bei den Arthropoden beträgt dieser Ueberschuss		$0,4\text{—}5,8^{\circ}\text{C.}$
- -	Cephalopoden	$0,57^{\circ}$ -
- -	übrigen Mollusken	$0,46^{\circ}$ -
- -	Echinodermen	$0,40^{\circ}$ -
- -	Medusen	$0,27^{\circ}$ -
- -	Polypen	$0,21^{\circ}$ -

verlust zur Folge haben würde, es sind deshalb die Haare resp. Federn nach hinten, d. h. entgegengesetzt der Bewegungsrichtung gestellt. Je kleiner das Thier, und je kälter das es umgebende Medium, um so dichter das Haar- und Federkleid. Auch noch andere wärmeschützende Vorrichtungen hat der Thierkörper aufzuweisen, so z. B. die Fettablagerungen, welche besonders beim Herannahen des Winters ausgeschieden werden, und einestheils schon durch sich selbst als schlechte Wärmeleiter functioniren, dann aber auch, indem sie vom Körper langsam verzehrt werden, gewissermassen als Feuerungsmaterial in Verwendung kommen. Denn bei der Verbrennung der Nahrungsstoffe, welche in den verschiedenen Geweben vor sich geht, haben als Wärmeerzeuger den grössten Werth die Fette, einen geringeren die Kohlenhydrate, den geringsten die Eiweisskörper. Es ist ein Naturerforderniss, dass z. B. die Nordländer im Winter eine fette Nahrung, Thran u. s. w., oder Spirituosen mit Vorliebe geniessen, während sie der die heisse Zone Bewohnende möglichst meidet; der erstere hat grosse Wärmeverluste zu ersetzen, der letztere nur sehr geringe oder gar keine. — Wie eine zu geringe Wärmemenge im Körper zu vermeiden ist, so gilt auch ein Gleiches für eine zu grosse. Am einfachsten wird ein Ueberschuss an Wärme durch Ausstrahlung durch die Körperoberfläche beseitigt; der Körper bedarf daher auch bei höherer Aussentemperatur nicht jenen Wärmeschutz durch Felle und Federn im gleichen Maasse, wie während einer kalten Jahreszeit, was sich deutlich in der verschiedenen Beschaffenheit des Winter- und Sommerkleides der Warmblüter kundgiebt; ist ersteres dicht und lang, so ist letzteres weit und kurz. Die warmblütigen Polarthiere besitzen einen dichten Haar- und Federwuchs; die zwischen den Wendekreisen lebenden einen schwachen oder gar keinen. Endlich wird eine zu hohe Körpertemperatur durch Verdunstung gemindert. Zu diesem Zwecke münden in der Oberhaut zahlreiche feine Drüsen aus, die sogenannten Schweissdrüsen,¹⁾ welche bei hoher Körpertemperatur ein wässriges Secret ausscheiden, das, an die Oberfläche gelangt, verdunstet, bei der Verdunstung eine grössere Menge von Wärme bindet und diese Wärme der zunächst liegenden Wärmequelle, dem Körper, entzieht.

Viele Säugethiere verfallen bei Herannahen des Winters in einen sogenannten Winterschlaf. Es giebt sich derselbe durch Erstarrung des Körpers, bedeutende Verringerung der Functionen desselben und Fallen der Körpertemperatur kund, dieselbe kann bis auf $4,6^{\circ}\text{C}$. sinken, ohne dass der Tod des Thieres eintritt. Zu diesen Winterschläfern gehören besonders die Insectenfresser, Fledermaus und Igel, ferner das Murmelthier, der Hamster u. andere. — Auch grosse anhaltende Wärme und Trockenheit kann bei einzelnen Thieren einen Ruhezustand bedingen, den wir als Wärmestarre bezeichnen können. Das Krokodil und ein Lungenfisch, der in Centralafrika lebt, der *Protopterus annectens*, wühlen sich zur Sommerzeit in den Schlamm ein und warten hier in einer Starre die Regenperiode ab. (Der *Protopterus* scheidet aus Hautdrüsen ein Secret ab, welches mit den erdigen Beimischungen eine feste Hülle oder Kapsel um ihn

4) Die chemischen Bestandtheile des Schweisses sind: viel Wasser (circa 99,5 Proc.), wenig Fett und flüchtige, riechende Fettsäuren, Harnstoff, Cholesterin, Kochsalz u. andere Salze, daneben geringe Mengen eines Eiweisskörpers.

bildet.) Die Eier vieler Thierformen (*Apus*, *Osteracodon*, *Anguillula tritici* u. a.) können unbeschadet ihrer Eigenschaften eintrocknen; bei den Eiern von Blattfuss (*Apus productivus*) muss sogar eine Eintrocknung vorhergehen, wenn sie entwicklungsfähig sein sollen.

Schliesslich ist aus den obigen Betrachtungen ersichtlich, dass eine Unterscheidung der Thiere in Warm- und Kaltblüter nicht ganz zutreffend ist; besser werden sie in gleich warme (*homöotherme*) und wechselwarme (*pökilotherme*) unterschieden. Erstere vertragen ohne Nachtheil keine grossen Schwankungen der Eigenwärme und besitzen das Bestreben, ihre Temperatur unabhängig von der des umgebenden Mediums zu erhalten, letztere hingegen vertragen bedeutende Temperaturschwankungen gut, ohne das Bestreben zu zeigen, ihre Eigenwärme constant zu erhalten.

Bei Erniedrigung der Temperatur des sie umgebenden Mediums wird die Wärmeerzeugung des wechselwarmen Thieres nicht gesteigert, sondern verlangsamt, bei steigender Temperatur erhöht; stets ist ihre Eigenwärme grösser, als die des umgebenden Mediums.

Fortpflanzung.

Haben wir im letzten Abschnitte die Nahrungsaufnahme, Respiration und Wärmebildung als erste Hauptfactoren für das Bestehen des thierischen Körpers kennen gelernt und im Allgemeinen betrachtet, so werden im Folgenden kurz jene Vorgänge im thierischen Organismus zu berücksichtigen sein, welche sich als Folge der eben geschilderten Lebensprozesse kund geben und in der Vermehrung oder Fortpflanzung des thierischen Leibes ihren Ausdruck finden.

Durch die Fortpflanzung, d. h. durch Erzeugung einer Nachkommenschaft, welche auf der Höhe ihrer Entwicklung ein Abbild des Mutterthieres darstellt, wird ja der thierische Leib ebenfalls erhalten; Ei und Embryo, die sich von der Mutter lösen, sind zunächst nichts anderes; als Theile der Mutter selbst; diese Theile ähneln anfänglich ihrer Erzeugerin gar nicht oder nur wenig, besitzen jedoch eine Summe von Eigenschaften, durch welche sie ihr schliesslich ähnlich (niemals vollkommen gleich) werden.

Lange hat man in der Wissenschaft angenommen, dass sich gewisse Thierformen durch *Urzeugung* (*Generatio aequivoca* s. *spontanea*), durch directen Zusammentritt sogenannter anorganischer Substanzen entwickelten. Wenn nun auch die Annahme einer solchen Bildungsweise von Organismen unserer heutigen Auffassung der Natur nicht widerspricht, so fehlen uns doch jegliche Beweise für die Haltbarkeit dieser Hypothese — alle Untersuchungen bestätigen mehr und mehr den alten Satz »*Omne vivum ex ovo*« (als Ei haben wir dann allerdings auch jene niedrigste, in Theilung begriffene Amöbe aufzufassen, woran wir ja durch Nichts gehindert werden).

Je nach den verschiedenen Bedingungen, welche sich erfüllen müssen, lassen sich zwei Arten der Fortpflanzung unterscheiden:

- 1) die ungeschlechtliche Fortpflanzung; dieselbe lässt unterscheiden:
 - a) die Fortpflanzung durch Sprossung,
 - b) die Fortpflanzung durch Sporen und Keimzellen.

- 2) Die geschlechtliche Fortpflanzung, welche durch Zusammentritt zweier getrennt sich entwickelnden Keimproducte (Ei und Samen) eingeleitet wird.

Soll ein Thier zur Fortpflanzung befähigt sein, so ist zunächst nöthig, dass der Körper desselben seine vollständige Ausbildung erlangt hat, ein jedes Plus, was dann noch an eiweissartiger Substanz in demselben erzeugt wird, kann zur Bildung eines neuen Individuums, resp. zur Production von Ei und Samen verwandt werden. Es gilt der Satz: »Die Fruchtbarkeit eines Thieres ist um so grösser, je mehr dasselbe die Fähigkeit besitzt, neuen Stoff zur Keimproduction zu erzeugen; die Anzahl der erzeugten Keime (einerlei ob Ei oder Embryo) wird eine um so bedeutendere, je geringer die Menge des Bildungsmaterials ist, welches dieselben dem mütterlichen Organismus entnehmen«. — Weiterhin hängt die Fertilität eines Individuums auch von dem Kraftverbrauche ab, der zur Unterhaltung der Lebensprozesse nothwendig ist, daraus resultirt das Gesetz: »Die für die Fortpflanzung zu erübrigende Stoffmenge wird um so grösser, je geringer der Kraftverbrauch im Organismus ist«. — Es werden also jene Thiere die meisten Nachkommen erzeugen können, welche relativ kleine Eier legen, eine reichlich eingenommene Nahrung leicht assimiliren und dabei wenig von diesen Assimilationsproducten zu Krafterzeugung (Wärmebildung, Muskelbewegung u. s. w.) verwenden.

Je höher sich ein Thier entwickelt zeigt, um so länger verweilen auch die weiblichen Keimproducte bei ihm und erlangen dadurch eine höhere Ausbildung; entweder werden sie mit reichlichem Bildungsmaterial versehen und als Eier abgeschieden oder sie entwickeln sich im mütterlichen Organismus und auf Kosten desselben zu Embryonen, die im Allgemeinen die Formen der Eltern aufweisen.

Die Eier aller Thiere sind anfänglich einfache Zellen und es ist daher selbstverständlich, dass dieselben eine grosse Menge von Umbildungen erfahren müssen, bevor sie ein selbständig lebendes Individuum aus sich hervorgehen lassen (vergl. die entwicklungsgeschichtlichen Theile). Aber auch die dem Ei entschlüpfenden Wesen sind noch lange nicht vollständig entwickelt, sondern verwandeln sich, unter Aufnahme einer entsprechenden Nahrung, erst nach und nach in Formen, welche der Erzeugerin ähnlich sind. Je nachdem dem Eie eine grössere oder geringere Menge von Baustoffen zur Production eines neuen Individuums mitgegeben sind, wird auch das letztere in seinem postovalen Leben noch mehr oder minder bedeutende Umwandlungen seines Körpers erfahren. Besonders sind es die Eier der Wirbellosen, welche meist in grosser Anzahl abgelegt werden und vermöge ihres geringen Dottergehaltes nur ein wenig entwickeltes Individuum erzeugen, welches dann durch reichliche Nahrungsaufnahme in oft kurzer Zeit beträchtlich an Grösse und Complicirtheit seines Baues zu- und dabei meist hinter einander eine Reihe von Formen annimmt, welche unter sich sämmtlich oft beträchtlich verschieden erscheinen, wenngleich sie nach und nach aus einander hervorgegangen sind. Wir bezeichnen diese Formänderungen als Metamorphose, welche besonders auffällig bei den mit einem äusseren Skelet versehenen Insecten bemerkbar ist. Aus dem kleinen Ei derselben entwickelt sich eine kleine Raupe oder Larve,

deren Organe noch vollständig von denen des ausgebildeten Insectes verschieden sind; die Raupe frisst sehr energisch und unter der äusseren Hülle verwandeln sich die inneren Organe nach und nach; da sie gleichzeitig wachsen, so wird die Körperhülle gesprengt, abgestreift und durch eine neue ersetzt, was oft viele Male hintereinander stattfinden kann; bleibt dabei die äussere Körperform sich immer ähnlich, so tritt endlich eine Häutung ein, die zu einem von den Larven verschiedenen Entwicklungsstadium führt, zur Puppe, welche nichts weiter darstellt, als eine ruhende Larve, die sich mit einem Ueberschuss von Bildungsmaterial versehen hat und nun unter einer äusserlich gleichbleibenden, starren Hülle eine weitere Ausbildung aller Körpertheile erfährt, welche endlich mit dem vollständig entwickelten Insect ihren Abschluss erreichen; das letztere sprengt die Puppenhülle, entleert die angesammelten Stoffumsatzproducte und schreitet bald zum Zeugungsacte. Man hat diese Art der Metamorphose die vollkommene genannt und ist ihr die gleich zu besprechende, sogenannte unvollkommene gegenübergestellt worden, jedoch durchaus nicht scharf von ihr zu trennen. Bei der letzteren entwickelt sich aus dem Ei die Larve, welche in ihrem Baue oft äusserst weit von dem vollkommen ausgebildeten Thiere entfernt ist, nach und nach sich zu höher entwickelten Formen verwandelt und schliesslich ohne vorhergegangenes Ruhestadium ihre volle Ausbildung erlangt. Die Wirbelthiere verlassen das Ei meist in Formen, welche dem geschlechtsreifen Thiere schon ziemlich ähnlich sind, nur eine Weiterentwicklung aller Organe aufweisen und selten vollständig neue Organe bilden. Die grössten Unterschiede zwischen Larvenstadium und schliesslichem Geschlechtsthier treffen wir z. B. bei den Amphibien an, deren Larven ein ausschliessliches Wasserleben führen und in Folge dessen wesentlich anders organisirt sein müssen, als die das Land und Wasser bewohnenden ausgewachsenen Individuen. Die dem Ei entschlüpfenden Reptilien und Vögel entwickeln sich lediglich durch Weiterbildung der ihnen schon eigenen Organe zu geschlechtsreifen Thieren.

Geht die Entwicklung des Eies nicht ausserhalb des mütterlichen Körpers, sondern im Inneren desselben vor sich, so geschehen auch die Umwandlungen, welche die Frucht (Embryo — Foetus)¹⁾ erfährt, unter Nahrungszufuhr aus dem mütterlichen Organismus; besonders sind es hochentwickelte Thiere (Säugethiere), welche ihre ersten Entwicklungszustände unter solch gleichmässigen äusseren Einflüssen durchmachen. Die Vögel legen zwar constant Eier, jedoch wird die Ablage derselben durch den Bau und die Art der Fortbewegung dieser Warmblüter bedingt; der Flug würde durch länger andauernde Schwangerschaft erschwert oder selbst unmöglich gemacht werden und wird daher den Eiern eine grosse Menge Bildungsmaterial (Eiweiss und Dotter) mitgetheilt, die Bildung des Embryos dann aber durch den Akt der Bebrütung (d. h. durch Zuführung von Wärme) eingeleitet und beschleunigt.

Die ungeschlechtliche (monogene) Fortpflanzung drückt sich zunächst durch einfaches Wachsthum, entweder des gesammten Körpers oder doch gewisser Theile desselben aus, dem entsprechend ist eine Fortpflanzung durch

1) Als Embryo bezeichnen wir das neue Individuum, solange es im Ei verweilt, mag das letztere nun ausserhalb des mütterlichen Körpers oder im Inneren desselben die verschiedenen Entwicklungsphasen durchlaufen.

Theilung und eine durch Sprossung zu unterscheiden; weiterhin bilden sich im Innern des Leibes neue Elemente, Keime, durch welche eine Vermehrung des Individuums geschieht.

Die Fortpflanzung durch Theilung ist besonders der Gruppe der Protozoen eigen. Hat sich der Körper derselben durch Nahrungsaufnahme bis zu einem gewissen Maasse vergrössert, so tritt eine Scheidung der Körpersubstanz in zwei Theile ein, welche nun die gleichen Eigenschaften besitzen, wie der ursprünglich einfache Körper. In der Regel findet die Theilung in der Querrichtung, selten in der Längsrichtung des Körpers statt. Künstlich hervorbrachte Theilung niederer Thiere (Amöben z. B.), lässt ebenfalls neue Individuen aus den Theilstücken hervorgehen. Die Fortpflanzung durch Sprossung oder Knospenbildung tritt bei jenen niederen Thieren ein, deren Körper schon aus einer grösseren Anzahl von Zellen, die sich zu Schichten oder Geweben vereinigt haben, besteht. An einer Stelle tritt eine starke Vermehrung der Zellen ein, welche schliesslich mit der Bildung eines neuen Individuums endet, welches sich von der Mutter trennt oder mit ihr vereinigt bleibt; im letzteren Falle entstehen jene Thiercolonien oder Thierstöcke, welche früher schon erwähnt wurden (s. Seite 24). Viele Coelenteraten (besonders die niederen) und einzelne Würmer vermehren sich auf diese Weise. Neben der Sprossung kann eine Entwicklung von Samen und Ei stattfinden.

Als zweite Art der monogenen Fortpflanzung ist die durch Keimzellen oder Sporen anzuführen. Diese Fortpflanzungsweise, bei der sich die Keimproducte im Innern der Leibeshöhle, durch Theilung der wandständigen Zellen bilden, führt zur geschlechtlichen Fortpflanzung hinüber, von der sie sich nur dadurch unterscheidet, dass kein Zusammentritt der Spore mit anderen Keimproducten stattfindet. Einige Infusorien, Würmer und die Larven von *Cecidomyia* pflanzen sich dergestalt fort.

Nur in sehr wenigen Fällen findet neben der ungeschlechtlichen Fortpflanzung keine geschlechtliche statt.

Die geschlechtliche (digene) Fortpflanzung ist durch Bildung und Zusammentritt zweier verschiedener Keimproducte charakterisirt; die einen werden als weibliche (Eier), die andern als männliche (Samen s. Sperma) bezeichnet. Sowohl die Eier, als auch die wirksamen Samenelemente sind Zellen, welche sich aus bestimmten Körperschichten durch Zelltheilung entwickelt haben.

Entweder können Ei- und Samenzellen von demselben Individuum geliefert werden, welches dann als Zwitter (Hermaphrodit) bezeichnet wird, oder es ist die Production derselben auf zwei verschiedene Individuen vertheilt. Der Vorgang, durch welchen die männlichen und weiblichen Keimproducte mit einander in Berührung gebracht werden und verschmelzen, ist die Befruchtung; dieselbe kann ausserhalb oder innerhalb des resp. mütterlichen Körpers vor sich gehen. Meist können sich bei den Zwittern nur die Keimproducte zweier Individuen befruchten, während eine Selbstbefruchtung in der Regel unzulässig ist. Hermaphroditen sind unter den Coelenteraten die Spongien, viele Anthozoen und Ctenophoren; von den Echinodermen nur wenige Formen, wie *Synapta* und *Amphiura squamata*; unter den Würmern die Plathelminthen, ausgenommen die Nemertinen und Microstomeen, sowie die Anneliden, mit Ausnahme der Histriobdelliden und marinen Chaetopoden; ferner

viele Mollusken. — Individuen, welche gleichzeitig Eier und Samen produciren, führen die Bezeichnung *monöcisch*, im Gegensatze zu den *diöcischen*, welche nur Eier oder nur Samen hervorbringen.

Schon bei den Infusorien finden wir, wie durch Verschmelzung zweier Individuen ein neues hervorgeht, dem die Eigenschaft der Vermehrung durch Theilung in einem höheren Grade zukommt als jenen, welche sich ohne vorherige sogenannte *Copulation* fortpflanzen müssen. Es ist aber in diesem Falle nicht ein Individuum als Eizelle, das andere als Samenzelle aufzufassen, sondern sie besitzen beide die gleichen Eigenschaften, und scheint jene geringe chemisch-physikalische Verschiedenheit der Sarkode schon von merklichem Einflusse auf das Theilungsvermögen zu sein. Bei den höheren Thieren unterscheiden sich nun Eier und Samenzellen (Spermatozoen) nicht allein in ihrer äusseren Form, sondern auch ihrer chemisch-physikalischen Beschaffenheit nach bedeutend.

Der Samen (*Sperma*), welcher in den männlichen Geschlechtsdrüsen, den Hoden, gebildet wird, besteht aus einer mehr oder minder reichlich vorhandenen Flüssigkeit, in welcher die Samenzellen suspendirt sind. Dieselben bestehen meist aus einem vorderen, dickeren Theile (Kopf), und einem langen, feinen Fortsatz (Schwanz), durch dessen schwingende oder schlängelnde Bewegungen eine Fortbewegung des gesamten Gebildes bewirkt wird. Vermöge dieser Eigenschaft wurden sie von ihrem Entdecker für selbständige Thiere gehalten und Spermatozoen benannt. Durch diese Eigenbewegung gelangen sie auf das Ei, durchbohren die äussere Eihaut und dringen in den Dotter ein, worauf der letztere eine grosse Reihe von Veränderungen durchmacht, welche schliesslich

Fig. 10. Samenfäden des Menschen. a Ansicht von der breiten Fläche, b die seitliche (nach FRETZ).

zur Bildung eines neuen Individuums führen.

Das Ei (*Ovum* s. *Ovulum*) ist stets ein einzelliges Gebilde, von meist bestimmter, rundlicher Form, nur die Eier einiger niederer Thiere (Fig. 44) besitzen keine feste äussere Membran

Fig. 11. Eizelle eines Kalkschwammes (*Olynthus*). Die Eizelle bewegt sich kriechend im Körper des Schwammes umher, indem sie formwechselnde Fortsätze ausstreckt. Sie ist von einer gewöhnlichen Amöbe nicht zu unterscheiden (n. HAECKEL).

Fig. 12. Reifes Ei des Kaninchens. a Zona pellucida; b Dotter; c Keimbläschen; d Keimfleck (n. FRETZ).

Fig. 13. A Ei mit Mikropyle m; e äussere Eihaut mit der Mikropyle m; d innere Eihaut (Chorion); p Dotter; k Keimbläschen mit Keimfleck. B Obere Ansicht des Mikropylapparates am Ei vom Pappelschwärmer (*Sphinx populi*). C sehr stark vergrösserter Durchschnitt durch diesen Mikropylapparat; m die feinen Kanäle desselben.

und in Folge dessen die Fähigkeit, amöboide Bewegungen ausführen zu können. Meist lassen sich am Ei mehrere verschiedene Bildungen unterscheiden.

Eine äussere, häufig helle Membran, die Eihaut, *Chorion* oder *Zona pellucida*, welche von einer mehr oder minder festen Beschaffenheit ist und ganz verschieden gebaut sein kann. Ist sie weich, so scheint sie eine gleichmässige Ausbildung zu besitzen, und die Spermatozoen vermögen sie allerorts leicht zu durchdringen; ist sie jedoch fest, so müssen, um das Eindringen der letzteren zu gestatten, eine bis mehrere Oeffnungen, in Form feiner Canäle, in derselben vorhanden sein, durch welche hindurch die Spermatozoen ins Innere des Eies gelangen. Man bezeichnet diese Oeffnungen als Mikropyle oder Mikropylapparat (Fig. 43). Die eigentlichen, die Bildung eines neuen Individuums einleitenden Theile des Eies sind: der Dotter, das Keimbläschen und der in diesem liegende Keimfleck (Vitellus, Vesicula germinativa und Macula germinativa). Weiteres über die Keimproducte vergl. im entwicklungsgesch. Abschnitt.

Geschieht die Befruchtung des Eies ausserhalb des Organismus, so fliesst das Sperma direct aus dem Hoden nach aussen und wird in einzelnen Fällen vom Männchen über die Eier gespritzt; muss das Ei jedoch im Innern des mütterlichen Körpers befruchtet werden, so ist es auch nöthig, dass das Sperma in die weiblichen Geschlechtstheile übertragen wird; so besitzen dann die männlichen und weiblichen Individuen noch äussere Begattungsorgane (Copulationsorgane), von denen besonders die männlichen in der mannigfachsten Weise gebaut sind und in Anwendung gebracht werden (s. vergl. Anat.). Die weiblichen Copulationsorgane stellen sich meist röhrenförmig dar und besitzen besonders bei den eierlegenden Thieren noch eine besondere Tasche (Receptaculum seminis) zur längeren Aufbewahrung des eingeführten Spermas. Das Bienenweibchen vollzieht nur ein Mal den Act der Begattung, erhält aber das dabei aufgenommene Sperma im Receptaculum seminis jahrelang in einem wirksamen Zustande; die an dem Receptaculum vorbeigleitenden Eier kann dasselbe dann ausserdem noch willkürlich befruchten (s. vergl. Anat.). Auch männlicherseits wird für eine möglichst sichere Ausnutzung des Spermas insofern gesorgt, als das Männchen dasselbe zu Bündeln zusammentreten lässt, welche es dann mit einem erhärtenden Secrete überzieht und die so gebildeten sogenannten Spermatophoren in die weiblichen Geschlechtsöffnungen oder in die Nähe derselben bringt und event. befestigt (Krebse, Tintenfische u. a.). Auch an der Entwicklung der Eier nimmt das Männchen hin und wieder Antheil, indem es dieselben, wie bei den Vögeln, abwechselnd mit dem Weibchen bebrütet und vor Gefahren beschützt, oder es heftet dieselben seinem Körper an und sichert so das Auskriechen der Brut (Geburtshelferkroten).

Auch Formveränderungen des thierischen Körpers und mancherlei Eigentümlichkeiten seines Baues und seiner Functionen sind an die geschlechtliche Fortpflanzung geknüpft.

Sobald bei den Thieren eine Trennung in männliche und weibliche Individuen stattgefunden hat, treten bei beiden Veränderungen in der allgemeinen Form und in der Function verschiedener Organe auf, welche theils zum Zwecke der Begattung, theils für die Weiterentwicklung der jungen Brut nothwendig oder doch von Nutzen sind. Nach DARWIN, der zwar nicht zuerst auf diese Veränderungen aufmerksam machte, bezeichnet man dieselben als secundäre Sexualcharaktere. Die zur Ermöglichung der Begattung dienenden

sind dem Männchen, die zur Erhaltung der Brut dienenden meist dem Weibchen eigen.

Zur Ermöglichung der Begattung dienen Vorrichtungen, welche theils zum Aufsuchen, Reizen und Bewältigen des Weibchens, theils zur Kampfführung mit rivalisirenden Männchen bestimmt sind. — Das Aufsuchen des Weibchens wird zunächst durch eine leichtere Beweglichkeit des Körpers ermöglicht und unterstützt durch verschärfte Sinnesapparate, unter denen besonders das Geruchsorgan hervorzuheben ist; denn es ist Thatsache, dass viele niedere und höhere Thiere zur Zeit der Brunst spezifische Gerüche in besonderem Maasse besitzen, welche den Secreten verschiedener Drüsen entstammen. Die Perception von Riechstoffen ist überdies noch möglich, wenn Licht- und Schallempfindungen nicht wahrgenommen werden können. — Zur Reizung des Weibchens seitens des Männchens besitzt das letztere entweder eine auffallende äussere Färbung und eigene Formen der äusseren Körperanhänge, oder es sucht durch lebhaftere Bewegungen demselben zu gefallen; auch vermittelt Riechstoffen und durch die Macht der Stimme wird ein Reiz auf den Sinnesapparat des Weibchens ausgeübt. Besonders sind es die Landbewohner, deren männliche Individuen mit den verschiedenartigsten Stimmapparaten versehen sind.¹⁾ Auch mechanische Reize der mannigfaltigsten Art werden vom Männchen auf das zu begattende Weibchen ausgeführt: einige Schneckenarten, welche sich wechselseitig begatten, reizen sich zunächst durch Hervorschleudern eines Pfeiles (*Hasta amatoria*) aus einem hierzu eigens vorhandenen Apparate, dem Pfeilsacke; der männliche Esel beisst und schlägt das zu begattende Weibchen u. s. w. — Häufig sind dem Männchen Greif- und Haftapparate zur Erlangung des Weibchens und zum Anklammern an demselben eigen; männliche Schwimmkäfer und Frösche besitzen z. B. an den vorderen Extremitäten Saugscheiben und Haftpolster, vermittelt derer sie sich an dem weiblichen Körper fixiren. — Als Waffen zum Kampf mit anderen Männchen um den Besitz des Weibchens sehen wir bei den ersteren vielfach Zangen, Zähne, Hörner und Geweihe zur Entwicklung gelangt, welche dem männlichen Individuum allein zukommen oder bei ihm bedeutend kräftiger ausgebildet sind als beim weiblichen. — Ueber das Verhältniss der Grösse zwischen Männchen und Weibchen, lässt sich kein bestimmtes Gesetz aufstellen. Bei den niederen Thieren ist das Weibchen, da es eine grosse Summe von Eiern pro-

4) Töne werden von den Thieren auf zweierlei Weise erzeugt, erstens durch Vorbeistreichenlassen der Athemluft an straffen Bändern, wie wir sie als Stimmbänder im Kehlkopf der höheren Wirbelthiere finden, welche durch einen oft complicirten Muskel- und Skeletapparat verkürzt und verlängert werden können, zweitens durch Reibung eigens geformter fester Gebilde des äusseren Skeletes gegen einander, welche Art der Tonerzeugung besonders den Insecten eigen ist. Die erst genannten Stimmwerkzeuge sind nach dem Principe der Zungenpfeife, die letzteren nach dem der Streichinstrumente gebaut. Eine Grille z. B. benutzt eine stark hervorspringende Ader eines Flügels als Bogen, und eine andere des zweiten als Saite. Die erstere ist zur Vermehrung der Reibung mit zahlreichen feinen Zähnchen besetzt, die letztere umschliesst ringförmig ein ovales, straffes, tönendes Häutchen. Die Heuschrecken verwenden eine Leiste auf der Innenfläche der Hinterbeine als Bogen und die Flügel als Instrument. Die Ameisen, viele Käfer u. a. reiben die hintere vorspringende Kante eines Brust- oder Leibesringes über ein geriffeltes Feldchen des folgenden Segmentes und erzeugen auf solche Weise Töne u. s. w.

ducirt, weit grösser als das Männchen (bei Bonellia lebt das letztere sogar parasitirend in den weiblichen Geschlechtsapparaten); bei jenen Wirbelthieren, welche gleichfalls eine bedeutende Anzahl Eier hintereinander ablegen (Frösche, einzelne Amphibien), ist das gleiche Verhältniss zu beobachten, während bei den höheren Wirbelthieren das Männchen in der Regel den grösseren und kräftigeren Körper aufzuweisen hat. — Die äusseren Copulationsorgane sind ebenfalls als secundäre Sexualcharaktere aufzufassen; sie legen sich beim Embryo in meist gleicher Weise an (wenigstens bei den monogenetischen Thieren), entwickeln sich aber später verschieden, denn während sich die weiblichen zu Röhren und Taschen umbilden, treten die männlichen schliesslich als durchbohrte oder mit einer Rinne versehene Cylinder auf und besitzen vielfach noch Haft- und Klammerapparate, um eine innige Copulation bewerkstelligen zu können.

Zur Erlangung und Erhaltung einer Nachkommenschaft sind besonders die weiblichen Individuen in verschiedener Weise ausgezeichnet. Die Thiere, welche sich durch abgelegte Eier fortpflanzen, bedürfen meist zur Ablage derselben eine gewisse Zeit der Ruhe, in welcher sie sich auf irgend welche Weise vor Verfolgungen u. s. w. schützen müssen. Als Hauptschuttmittel dient hier dann die sogenannte sympathische Form und Färbung, d. h. die betreffenden Individuen sind in Form und Farbe dem Untergrund, auf welchem sie ihre Eier ablegen, möglichst ähnlich. Am auffallendsten tritt dies dort hervor, wo, wie bei den Vögeln, die Eier noch eine lange Zeit bebrütet werden müssen. Diese Thiergruppe zeigt auch noch weitere sexuelle Eigenthümlichkeiten, die durch das Brutgeschäft bedingt wird. Da es bei ihnen darauf ankommt, den Eiern eine der Eigenwärme des Vogels möglichst gleiche Wärme zu ertheilen, so ist erstens die Körpertemperatur des brütenden Thieres während der Brutzeit erhöht, dann treten an der Bauchseite desselben federlose Stellen auf (Brutflecke), welche eine leichte Ausstrahlung der Wärme ermöglichen, und endlich wird durch den Nestbau einem Wärmeverlust möglichst vorgebeugt. Das Nest ist weiter nichts als eine künstliche wärmeschützende Hülle für die Eier und die junge Brut; es ist um so dichter und schlechter wärmeleitend, je kleiner das Verhältniss der Grösse des brütenden Vogels zu der der abgelegten Eier ist. Grosse wenig Eier legende Vögel (Adler, Rabe) bauen ein lockeres Nest, kleine und zahlreichere Eier legende (Finken u. s. w.) verfertigen ein möglichst dichtes und wärmeschützendes Nest. — Auch die Production eines besonderen Nahrungsmittels für die noch gering entwickelten Nachkommen, wie z. B. die Milch, sowie die hiermit zusammenhängende secundäre Entwicklung drüsiger Apparate (Kropf der Taube, Milchdrüse der Säuger) mag an dieser Stelle Erwähnung finden.

Als Generationswechsel, Polymorphismus, Heterogonie und Paedogenesis, werden endlich eine Anzahl von verschiedenen Entwicklungszuständen, welche in der Gesamtentwicklung eines Thieres verschieden auftreten, bezeichnet. Meist sind dieselben durch äussere Einflüsse hervorgerufen, wie z. B. durch mehr oder minder grosse Wärme, Nahrung u. s. w.

Generationswechsel (Metagenese). Die oben erwähnte ungeschlechtliche Fortpflanzungsweise tritt selten für sich allein oder als einzige auf, meist findet neben ihr eine geschlechtliche statt. Häufig ist nun zu beobachten, dass

geschlechtliches und ungeschlechtliches Fortpflanzungsvermögen auf hintereinanderfolgende, verschiedenen organisirte Formen desselben Thieres vertheilt ist; ein solches Verhalten wird dann als Generationswechsel¹⁾ bezeichnet. Der Entwicklungsgang bei demselben ist der folgende: Ein Geschlechtsthier producirt durch geschlechtliche Fortpflanzung eine Nachkommenschaft, welche ihm wenig ähnlich ist und hauptsächlich nicht zur Geschlechtsreife gelangt, sondern sich ungeschlechtlich durch Knospung oder Keimbildung fortpflanzt; diese auf letztere Weise hervorgebrachte Generation kann nun entweder wieder eine Geschlechtsgeneration sein oder sie entwickelt ungeschlechtlich eine weitere Generation, von der ein Gleiches gilt — endlich findet aber die Entwicklung durch Hervorbringung einer Geschlechtsgeneration einen Abschluss, um, an dieselbe anknüpfend, sich gleicherweise weiter zu entwickeln. Zwischen zwei sich geschlechtlich fortpflanzenden Generationen, welche wir mit *G* bezeichnen wollen, liegt entweder eine ungeschlechtliche Generation, die man als Amme *A* zu bezeichnen pflegt, oder mehrere ungeschlechtliche, von denen dann die ersten als Grossammen *Gr A*, die letzten als Ammen bezeichnet werden, die dann wieder Geschlechtsthier hervorbbringen. Dieses Verhalten kann also dargestellt werden: im ersten Falle durch *G—A—G—A....*, im zweiten Falle durch *G—A—A—G—A—A....* oder auch *G—Gr. A—A—A—G—Gr. A—A....*

Die Ammen können sich vom Geschlechtsthier in Betreff ihrer Organisation und Lebensweise oft weit entfernen (Acalephen) oder demselben mehr ähneln (Salpen), bald aber auch den Entwicklungsstadien von Larve und Geschlechtsindividuum sich nähern (Cestoden, Trematoden).²⁾

Polymorphismus. Bei demselben entwickelt sich der aus dem Ei entstehende Körper durch Sprossung zu einem freien oder festsitzenden Thierstocke, welcher in seiner Gesamtheit ein Individuum repräsentirt, wie schon bei früherer Gelegenheit erörtert wurde (vergl. S. 24 u. f.); gewissen Theilen dieses Stockes, die sich in Form von Medusen ausbilden und sich häufig von der Gesamtheit trennen, fällt dann wieder die Production von Eiern und Samen zu, aus welch erstern dann wieder ein polymorpher Thierstock nach und nach seine Entwicklung nimmt.

Als **Heterogonie** bezeichnet man die Eigenschaft gewisser Thierformen, sich unter verschiedenen äusseren Einflüssen verschiedenartig zu gestalten. Die in der Lunge des Frosches z. B. parasitirende Nematode (*Ascaris nigrovenosa*) erzeugt Eier, welche, wenn sie im Innern des Wirthes sich weiter entwickeln, zur *Ascaris* werden, wenn sie jedoch nach aussen gelangen, einer ganz anders gestalteten Thierform den Ursprung geben, der frei lebenden Rhabditis, die sich so lange frei als Rhabditis weiter entwickelt, bis sie wieder durch Zufall ins Innere eines Frosches gelangt, wo sie sofort eine *Ascaris*generation producirt. — Aehnliches findet bei dem sogenannten **Saisondimorphismus** der Schmetterlinge statt. Es entwickeln sich bei denselben nämlich aus gleichen Eiern, je nachdem diese einer dauernd höheren

1) Der Generationswechsel als solcher wurde von ADALBERT VON CHAMISSO, während seiner Reise um die Welt 1845—1848, bei den Salpen zuerst entdeckt und von STEENSTRUP dann für viele niederen Thierformen nachgewiesen.

2) Bestimmte Beispiele sind im systematischen Theile bei den betreffenden Thiergruppen angeführt worden. S. daselbst.

oder niedrigeren Temperatur ausgesetzt sind, ganz verschieden gefärbte Individuen.

Auch die Parthenogenese oder Jungfernzeugung ist bei den Wirbellosen weit verbreitet. Es ist dieselbe eine ungeschlechtliche Fortpflanzungsweise, indem sich aus unbefruchteten Eiern Nachkommen entwickeln, welche theils der Mutter gleich und Geschlechtsthier sein können, theils aber auch der Mutter wenig ähneln und dann ungeschlechtlich neue Individuen erzeugen, welche oft erst nach Bildung mehrerer Generationen Geschlechtsthier aus sich hervorgehen lassen. Der bei uns vorkommende Blattfuss (*Apus productus*) pflanzt sich nur in weiblichen Exemplaren aus unbefruchteten Eiern fort. Die männlichen Bienen entstammen unbefruchteten Eiern, während die Arbeiter und Königinnen aus befruchteten hervorgehen. Die Räderthiere (*Rotalaria*) erzeugen ebenfalls aus unbefruchteten, sogenannten Sommeriern Männchen, aus befruchteten oder Winteriern Weibchen. Die aus befruchteten Eiern hervorgehenden Männchen und Weibchen sind vielfach von denen unterschieden, die parthenogenetisch erzeugt werden. Besonders sind die weiblichen Geschlechtsapparate vielfach different gebaut; bei denen, welche nur durch Parthenogenese Nachkommen erzielen, bezeichnet man die keimbereitenden Organe als Keimstock, bei den sich durch Befruchtung der Eier fortpflanzenden als Eierstock.

An die Parthenogenese schliesst sich die *Paedogenesis* an, welche sich dadurch von den übrigen Fortpflanzungsweisen unterscheidet, dass auch den Larven die Fähigkeit, Nachkommen zu erzeugen, zukommt. Die Larven der *Cecidomyia producirens* z. B. Eier, welche eine neue Larvenbrut aus sich hervorgehen lassen, die erst wieder geschlechtsreif wird.

Das psychische Leben der Thiere.

Es ist das Leben des Thieres nach seiner psychischen Seite hin leider noch wenig bearbeitet und erforscht worden und haben eine Anzahl aprioristisch gewonnene philosophische Darstellungsweisen desselben bis in die neueste Zeit hin genügen müssen, um die Handlungsweisen der Thiere zu erklären; neuere Forschungen auf diesem Gebiete haben zwar höchst Interessantes, jedoch noch nichts Abgeschlossenes ergeben.

Den niedrigsten Lebewesen dürfen wir wohl psychische Thätigkeit durchaus absprechen. Was wir bei ihnen als Lebensäusserungen bemerken, sind Reactionen auf Licht-, Wärme- und mechanische Reize, die an einer jeden beliebigen Körperstelle zur Perception gelangen können. Hat sich jedoch erst der thierische Körper weiter entwickelt und ist endlich ein complicirtes Nervensystem mit einem Hauptcentrum vorhanden, so lässt das Thier auch eine willkürliche Handlungsweise erkennen, welche durch Vorgänge im Centralnervensystem (Gehirn) eingeleitet werden, die als psychische bezeichnet werden müssen, mögen sie auch noch so niederer Art sein. Es steht fest, dass nur mittelst der verschiedenen Sinnesorgane Eindrücke von Aussendungen gewonnen werden, welche im Gehirn zum Bewusstsein gelangen, und dass darauf von dem letzteren aus die willkürliche Thätigkeit der verschiedenen Organe veranlasst wird. Wir sind wohl zu der Annahme berechtigt, dass bei vielen

Wirbellosen und Wirbelthieren (z. B. Insecten — Vögel, Säuger) die durch die Sinnesorgane empfangenen Vorstellungen oft lange Zeit für das betreffende Thier bestehen, dass dasselbe weiterhin Begriffe, Urtheile und Schlüsse zu bilden vermag. Viele Handlungsweisen, welche man als Instinct zu bezeichnen pflegte, sind als gewissermaassen durchdachte aufzufassen. Allerdings besitzt das Thier, sobald die Grundsubstanz, welche seinen Körper entstehen liess, die nöthige chemisch-physikalische Beschaffenheit hat, Eigenschaften, welche man als *Instincte* bezeichnet, die aber nichts sind als Reactionen der lebenden Materie; wenn z. B. der neugeborene Säuger gleich die Bewegungen des Saugens macht, so sind dies sogenannte Reflexbewegungen, die veranlasst werden durch eine verschiedene, anormale Beschaffenheit einzelner Körpergewebe, sie hören auf, sobald denselben die fehlende Nahrung zugeführt wird oder sobald man sie durch operative Eingriffe aus dem Verbande der Gesamtheit löst. Die Biene kann vermöge ihrer Organisation keine anderen Stoffe als Wachs zur Herstellung der Wabe benutzen, und die Form der Zelle wird nicht etwa berechnet oder instinctiv gefunden, sondern sie ist einzig und allein das Resultat des äusseren Körperbaues, besonders des Kopfes der Arbeiterinnen. — Der Ernährungstrieb, der die Erhaltung des Individuums ermöglicht, sowie ferner der Fortpflanzungstrieb, der zur Erhaltung der Art dient, sind die einzigen angeborenen Instincte, sie finden sich bei dem Infusorium sowohl, wie bei dem höchsten Säuger, und alle Leistungen des Körpers, mögen sie nun willkürlich oder unwillkürlich sein, dienen zu Befriedigung dieser Triebe.

Ist erst einmal das Centralnervensystem eines Individuums so beschaffen, dass das letztere die sinnlich erworbenen Vorstellungen schliesslich zu Schlüssen zusammenzufassen versteht, so finden sich bei demselben auch meist Vorrichtungen, welche die psychischen Vorgänge nach aussen kund thun. Als Mittel dieser Kundgebung dienen Reize, welche auf das Muskelsystem ausgeübt werden und in Geberden oder Lautproductionen ihren Ausdruck finden, wobei dann auch noch secundäre bestimmte Körpertheile zu Hilfsapparaten verwandt werden. Sind die Laute für die verschiedensten psychischen Vorgänge verschieden, so bezeichnet man sie als Stimme; lassen sie die Formulirung von Schlüssen erkennen und haben sie den Zweck, anderen Individuen seelische Vorgänge mitzutheilen, so nennen wir sie Sprache, welche durch Geberden unterstützt werden kann. Besonders besitzen die in Völkern oder Staaten zusammenlebenden Thiere das Vermögen gegenseitiger Mittheilung. Vielleicht war es der Fortpflanzungstrieb, der zur Bildung einer Sprache führte, jedenfalls ist er es, welcher die Production von Tönen veranlasst (vergl. S. 42), und einmal im Besitz eines Tonapparates, hat das Thier denselben dann zum Mittel des Ausdrucks für die verschiedensten Empfindungen gemacht, welche je nach der stärkeren oder schwächeren Contraction der Muskeln, wie sie durch verschieden starke Nervenreizung zu Stande kommt, in stets modificirter Weise sich kund geben müssen.

Das Zusammenleben der Thiere.

Die Gleichartigkeit der Nahrung, das Fortpflanzungsgeschäft und das Bedürfniss, sich gegenseitig Beistand, sowohl bei der Arbeit, als auch in der

Gefahr zu Theil werden zu lassen, um den Kampf ums Dasein aufnehmen zu können, sind die Veranlassung gewesen, dass die frei lebenden Thiere nicht isolirt, sondern meist zu mehreren vereint gefunden werden; diese Vereinigungen werden als Paare, Völker oder Heerden und Staaten bezeichnet und sind besonders bei den höher und höchst entwickelten Thierformen zu constatiren.

Zu Paaren vereinigen sich gern die höheren Wirbelthiere, und zwar je ein Männchen und ein Weibchen. Der Fortpflanzungstrieb ist der einzige Grund des paarweisen Zusammenlebens, und tritt vielfach eine Arbeitstheilung insofern ein, als dem Weibchen die Production der Nachkommenschaft, dem Männchen die Herbeischaffung der Nahrung und der Schutz der Familie obliegt. Die Vereinigung dauert bei einzelnen nur während der Brunstzeit, bei anderen noch bis zur Selbständigkeit der gemeinsam aufgezogenen Nachkommen, bei wieder anderen aber auch zeitlebens. Die Vögel zeigen ein solch paarweises Leben am schönsten, jedoch findet es sich auch bei zahlreichen Säugern, bei wenigen Reptilien und Amphibien, und selten bei Fischen (Stichling); bei den Wirbellosen ist es nur selten beobachtet worden.

Als Völker oder in Heerden leben viele Vögel und Säuger, meist Körner- und Pflanzenfresser (Hühner, Wiederkäuer, Affen), seltener Fleischfresser (Wale). In der Regel stehen mehrere Weibchen unter der Leitung und dem Schutze eines oder mehrerer Männchen, und scheint auch der Mangel der letzteren ein Hauptgrund solcher Vereinigungen zu sein. Bei anderen, wo der Nahrungserwerb und das Bedürfniss gegenseitigen Schutzes eine Heerdenbildung veranlasste, trennen sich die Individuen derselben zur Brunstzeit in Paare, die sich nach der Production der Nachkommen wieder vereinigen; es ist in diesem Falle das numerische Verhältniss zwischen Männchen und Weibchen ungefähr das gleiche.

Die Thierstaaten, die sich besonders bei einigen Insecten, den Hymenopteren und den Termiten, so schön ausgebildet finden, sind wohl die interessantesten Vereinigungen einer grösseren Anzahl von Thieren derselben Art, behufs Erhaltung der letzteren, weniger der Individuen selbst. Die weitgehendste Arbeitstheilung hat in einem solchen Staate Platz gegriffen und hat nicht nur äusserlich differente Individuengruppen geschaffen, sondern sie hat auch modificirend auf den anatomischen Bau derselben eingewirkt, und dies um so mehr, je zahlreicher die Glieder eines Staates sind. In der Regel zerfallen dieselben in Geschlechtsthiere und Geschlechtslose. Den ersteren fällt die Erzeugung der Brut zu, die letzteren haben die Pflege derselben, den Bau der Wohnungen, die Herbeischaffung der Nahrung und den Schutz des gesamten Staates zu übernehmen. Die Wespen und Hummeln, die in verhältnissmässig geringerer Anzahl zusammen leben, lassen allerdings diese Unterschiede nicht so scharf erkennen; bei ihnen hat das Weibchen, welches überwintert und im Frühjahr allein die Gründung eines neuen Staates übernehmen muss, zunächst für den Nestbau und dann für die Erzeugung und Erhaltung einer ersten Brut zu sorgen, und erst nach Ausbildung derselben findet eine Arbeitstheilung statt, die bei Bienen und Ameisen zeitlebens besteht. Die Staaten der ersteren zerfallen in: ein geschlechtsreifes grösseres Weibchen, welches lediglich die Production von Eiern auszuüben hat, in eine Anzahl Männchen (Drohnen), von denen nur eines zur Begattung gelangt, während die übrigen zwecklos zu Grunde

gehen, endlich in Geschlechtslose, die Arbeiter, die ursprünglich weibliche Individuen sind, jedoch durch ungünstigere Entwicklungsverhältnisse die keimbereitenden Eigenschaften verloren und die oben angeführten Arbeiten der Geschlechtslosen zu verrichten haben. Die Ameisenstaaten unterscheiden sich von denen der Bienen nur durch die Anwesenheit mehrerer Eier legender Weibchen, die ursprünglich geflügelt sind, sich mit den gleichfalls geflügelten Männchen in der Luft begatten und dann nach Verlust der Flügel von den Arbeitern in den Stock zurückgetragen werden. — Noch complicirter ist das staatliche Zusammenleben der Termiten, welche den Orthopteren angehören. Die Geschlechtsthiere, Männchen und Weibchen, leben gemeinschaftlich in besonderen Kammern des Stockes, sind anfänglich geflügelt, verlieren die Flügel jedoch nach der in der Luft vollzogenen Copulation. Das reife Weibchen ist vor den übrigen Termiten durch die colossale Entwicklung des Hinterleibes ausgezeichnet. Die geschlechtlich verkümmerte Generation hat entweder für den Aufbau der Wohnungen und die Pflege der Brut zu sorgen (Arbeiter) oder die gesamte Colonie gegen feindliche Angriffe zu schützen (Soldaten). Aeusserlich lassen sich Arbeiter und Soldaten durch bedeutend stärkere Entwicklung der Kiefer bei den letzteren, sowie Unterschiede in der Grösse von einander unterscheiden.

Schlaf und Tod.

Es kann die Lebensthätigkeit eines Thieres nicht immer die gleiche sein und die Arbeit, welche die verschiedenen Organe des Körpers zu verrichten haben, nicht ununterbrochen geleistet werden, weil die Gewebe, welche den Körper aufbauen, keine vollständige Neubildung erfahren und nach einer gewissen Zeit zunächst ihre physikalischen und dann auch ihre chemischen Eigenschaften verändern. Durch die Arbeit, welche der thierische Körper zu leisten hat (Bewegung, Fortpflanzung), werden demselben eine Anzahl Stoffe entzogen, d. h. theils in neue chemische Verbindungen, theils in lebendige Kraft umgewandelt und der Körper gezwungen, neue Substanzen zum Ersatz der ersteren aufzunehmen. Die Aufnahme neuer sogenannter Nahrungsstoffe erfolgt entweder durch die gesamte Körperoberfläche bei niederen, oder durch besondere Zellschichten resp. Organe bei höheren Thieren. In einem jeden Falle müssen die aufgenommenen festen, flüssigen oder gasförmigen Nahrungsstoffe aber Umwandlungen, Zersetzungen u. s. w. erfahren, durch welche sie für die verschiedenen Arbeiten der Zellen und durch diese für die des Körpers verwendbar werden. Es gehen solche Umsetzungen selbstverständlich nicht plötzlich, sondern nur nach und nach vor sich, sie verlangen eine gewisse Zeit, während welcher die animalen Functionen des Körpers (Bewegung, Empfindung, Production von lebendiger Kraft, Sinnesthätigkeit) auf ein Minimum reducirt werden, die vegetativen (Verdauung, Athmung u. s. w.) andererseits ungehindert weiter vor sich gehen, solche Pausen in der animalen Thätigkeit werden als Ruhe oder Schlaf bezeichnet. Es wird in diesen kürzeren Pausen, die in der Regel des Nachts stattfinden, den Geweben des Körpers ein Plus an Sauerstoff zugeführt, dieser so wichtige Stoff gewissermaassen im Ueberfluss aufgespei-

chert, welcher dann während der Arbeitszeit nach und nach wieder zur Production von lebendiger Kraft u. s. w. verwandt wird.

Schon früher ist kurz erwähnt worden, wie auch durch äussere Einflüsse die Lebensthätigkeit eines Thieres gesteigert oder gehemmt, ja bis auf ein Minimum reducirt werden kann. Es tritt im letzteren Falle der Körper ebenfalls in ein Ruhestadium, bei welchem jedoch auch seine vegetativen Functionen mehr oder weniger eingestellt werden und das wir als Starre zu bezeichnen pflegen.

Als Kältestarre bezeichnet man jenen Zustand, der dadurch hervorgebracht wird, dass durch Sinken der Temperatur des umgebenden Mediums den Geweben des Körpers mehr Wärme entzogen wird, als zum normalen Functioniren nothwendig ist. Dabei können die Zellen, Gewebe u. s. w. jegliche Arbeit einstellen und selbst gefrieren, oder die Arbeit derselben wird auf ein Minimum beschränkt. Von höheren Thieren können nur diejenigen den oft wochen- und monatelangen Winterschlaf aushalten, deren Körper einen grossen Vorrath von Fett und eiweissartiger Substanz aufgespeichert enthält.

Ein zu hohes Steigen der Temperatur des umgebenden Mediums bewirkt gleichfalls bei einzelnen Thieren einen oft lange andauernden Ruhezustand, der als Wärmestarre zu bezeichnen wäre. Entweder wird hierbei dem Körper der grösste Theil seines Wassergehaltes entzogen und so die Functionen der Zellen gestört und zeitweilig aufgehoben (Infusionsthiere, kleine Würmer, Eier vieler Thiere u. s. w.), oder es findet in Folge des Steigens der Temperatur eine Functionsstörung der Organe ohne Wasserentziehung statt, besonders bei höheren Pökilothermen (Lepidosiren, Krokodil). Schnecken und kleine Würmer (*Anguillula vastatrix*) haben oft Jahrzehnte lang in einem solchen Ruhestadium verharret, ohne dass die Lebensfähigkeit erloschen wäre, sie kehrte im vollen Maasse zurück, sobald das verloren gegangene Wasser den Geweben wieder langsam zugeführt worden war. Plötzliche Ueberführung eines in der Starre sich befindenden Thieres in entgegengesetzte, also normale Verhältnisse hat in der Regel das Erlöschen jeglicher Lebensfähigkeit der Gewebe zur Folge.

Schliesslich mag hier noch eines Zustandes verschiedener Thierlarven erwähnt werden, welcher sich oberflächlich betrachtet auch als ein Ruhestadium darstellt, es ist der sogenannte Puppenschlaf, in welchen besonders die Larven einzelner Insectengruppen (Schmetterlinge z. B.) verfallen. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich jedoch nur die äussere Form als eine starre, unveränderliche, während der Leib des Thieres eine grosse Reihe constant vor sich gehender Veränderungen erfährt, die schliesslich zur Bildung des vollkommen entwickelten Insectes führen. Aus dem kleinen Ei eines Schmetterlings z. B. entwickelt sich bekanntlich zunächst ein winziges Räupchen, das jedoch in kurzer Zeit das hundert- und tausendfache seines ursprünglichen Volumens erreicht, indem es begierig Nahrung zu sich nimmt und assimiliert, die Assimilationsproducte jedoch nicht sofort vollständig verbraucht, sondern einen beträchtlichen Theil derselben in seinem Körper aufspeichert. Hat die Raupe ein Maximum ihrer Entwicklung erreicht, so häutet sie sich schliesslich und nimmt eine äusserlich starre Form an. Unter dieser Hülle vollziehen sich nun, möglich gemacht durch den Ueberschuss an assimilirter Nahrung, Formveränderungen sämmtlicher Gewebe, dabei gehen Athmung und Stoffumsätze ruhig vor

sich; die Kohlensäure wird direct, die Harnsäure u. s. w. nach dem Verlassen der Puppenhülle abgeschieden. — Aus der schweren unentwickelten Raupe hat sich ein bedeutend leichter, aber vollkommener gebauter, fortpflanzungsfähiger Schmetterling entpuppt. Die Gewichts Differenz ist ein mechanischer Ausdruck des während des Puppenstadiums vorangegangenen Stoffwechsels. —

Durch Erlangung der Fähigkeit, die Keime zu einer neuen Generation produciren zu können, hat der Körper des Thieres seine Bestimmung erfüllt und gleichzeitig das Maximum seiner Entwicklung erreicht. Nach mehr oder weniger langem Verharren in demselben und nachdem die Production einer genügenden Anzahl von Nachkommen stattgefunden hat, verlieren die Zellen und Gewebe ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften, die animalen und schliesslich auch die vegetativen Körperfunctionen werden eingestellt und es tritt eine Starre ein, aus welcher kein Zurückkehren in den früheren Zustand möglich ist — die Todtenstarre oder der Tod des Individuums. Durch äussere Einflüsse (Wärme, Feuchtigkeit, Pilzbildung u. s. w.) wird dann der todt Körper wieder in den ewigen Kreislauf der Natur hereingezogen.

Zweiter Abschnitt.

M o r p h o l o g i e.

I. Die Zelle als Elementarorganismus.

In ihrer einfachsten Form tritt uns die lebende Materie in der Gestalt eines meist mikroskopisch kleinen, gallertartigen Häufchens eiweissartiger Substanz entgegen, welche wir, ihrer Qualität nach, als Plasma oder Protoplasma zu bezeichnen pflegen¹⁾. Dasselbe besteht der Hauptsache nach aus einem complicirt zusammengesetzten Proteinkörper (LIEBERKÜHN giebt für das Albumin die Formel $C_{72}H_{112}N_{18}O_{22}S$), der viel Constitutionswasser und daneben Lösungen von verschiedenen Gasen (O , CO_2) und Salzen enthält. Ausserdem zeigen sich im Protoplasma häufig Ausscheidungen und Umsetzungsproducte, wie Kristalle, Fetttropfchen, Farbstoffe u. s. w. Selten ist es vollkommen homogen, meist zeigt es eine mehr oder minder körnige Structur — es erscheint granulirt — und eine Reihe von Differenzirungen, die wir noch zu betrachten haben werden. Das Plasma, welches den Körper dieser niedrigsten Lebewesen der Hauptsache nach bildet, lässt uns leicht noch weitere Eigenthümlichkeiten erkennen, die an den höher entwickelten Formen weniger gut zu beobachten sind. Zu diesen Eigenthümlichkeiten gehört eine Erscheinung, die als Vacuolenbildung bezeichnet wird. Es treten nämlich im Innern dieser niederen Thierkörper hin und wieder helle, rundliche, mit klarer Flüssigkeit gefüllte Räume auf, welche ihre Volumen ändern und wieder verschwinden, worauf neue an ihre Stelle treten. Lassen diese Vacuolen in rhythmischer Folge einen bald kleineren, bald grösseren Umfang erkennen, so werden sie als contractile Vacuolen bezeichnet. Sie zeigen an, dass das Plasma nicht in Ruhe verharret, sondern, so lange es lebt, eine constante Bewegung besitzt. Eine eigene Art solcher Bewegung zeigen die peripherischen Plasmaschichten vieler niederer und höherer Seethiere (Noctiluca, Quallen u. a.), der Ausdruck derselben ist ein

1) Nach DUJARDIN's Vorgang bezeichnet man das Protoplasma, welches den Körper der niedrigsten Lebewesen (Protozoen) bildet, als Sarkode; dieselbe besitzt jedoch im Allgemeinen die gleichen chemisch-physikalischen Eigenschaften, wie das Plasma der thierischen Zelle überhaupt.

mehr oder minder helles Leuchten des meist durchsichtigen Körpers, und wurde dasselbe lange Zeit hindurch dem Meereswasser selbst zugeschrieben.

Weiterhin besitzt ein solch einfach gebautes Wesen, das wir seiner Form nach als Zelle bezeichnen, alle die Haupteigenschaften, welche einem Thiere zugesprochen werden müssen; es bewegt sich, reagirt auf äussere Reize, nimmt Nahrung auf und pflanzt sich fort. Ein jeder Theil der Leibesmasse ist befähigt, diese verschiedenen Functionen zu übernehmen, und repräsentirt, beliebig vom Ganzen gelöst, ein neues Individuum. Eine Arbeittheilung tritt allerhöchstens in so fern ein, als die peripherischen Schichten die Aufnahme und Abscheidung der Athemgase, die central gelegenen mehr die Verdauung (Assimilation) der Nahrung übernehmen. Uebrigens wechselt die Lagerung der verschiedenen Plasmatheilchen sehr schnell, indem sogenannte Plasmaströmungen stattfinden, welche in den verschiedensten Richtungen der Zelle verlaufen und einen leichten Austausch der verschiedenen Stoffe ermöglichen. Die Zelle besitzt ausserdem noch die Eigenschaft der Contractilität, welche, wie wir noch weiterhin sehen werden, auf das Protoplasma zurückzuführen ist.

Auf dieser einfachsten Stufe bleibt jedoch die Zelle nicht stehen, sondern sie lässt meist noch mehrere Differenzirungen ihres Inhaltes erkennen. Als hauptsächlichste derselben ist der Kern (*Nucleus*) anzusehen. Vielfach stellt sich derselbe als ein modificirtes Protoplasma von rundlicher, länglicher oder gelappter Form dar; andernfalls tritt er als Bläschen im Zellplasma auf, welches von einer feinen Hülle umgeben wird und das Licht anders bricht, als der sonstige Zellinhalt. — Im Innern des Kernes und der Peripherie desselben angelagert, treten ganz allgemein kleine Körnchen, Kernkörperchen (*Nucleolus*), auf; ihre Anzahl wechselt meist zwischen 3—17, kann sich aber auch auf circa 400 belaufen. Nucleoli fehlen selten in den Kernen der ausgebildeten Zelle, wohl aber während des Jugendzustandes derselben. — Nach aussen zu differenzirt sich das Protoplasma der Zelle schliesslich als eine dichtere Schicht, von einer mehr oder minder festen Beschaffenheit, der Zellhülle (*Membran*), welche meist den jugendlichen Zellen fehlt, sonst aber ziemlich constant auftritt und der Zelle ihre äussere Form verleiht. Das Vorhandensein einer Membran hat zu der Bezeichnung »Zelle (*Cellula*)« geführt; es hebt jedoch ihr Nichtvorhandensein den Begriff der Zelle nicht auf; sie kann noch weniger als der Kern als ein Kriterium der Zelle dienen. Nach HAECKEL bezeichnet man die kern- und membranlosen Zellen als Cytoden (zellenähnliche Gebilde), zur Unterscheidung von den eigentlichen kernhaltigen Zellen (*Cellulae*).

a) Die Bewegungserscheinungen der Zelle. Die Fortbewegung der membranlosen Zellen durch Ausübung amöboider Bewegungen mittelst der Pseudopodien ist des öfteren erwähnt worden; auch auf die Plasmaströmungen, die in der lebenden Zelle stattfinden, und auf die Fähigkeit der Contraction des Zellplasmas ist hingewiesen worden. Es bleiben nun noch drei weitere Bewegungsformen zu betrachten übrig: die Körnchenbewegung, die Flimmerbewegung und die Muskelbewegung; es sind diese Bewegungen gleichfalls auf die des Protoplasma der Zelle zurückzuführen.

Bei der Körnchenbewegung verändern jene kleinsten rundlichen Gebilde, welche vielfach im Plasma suspendirt sind, fortwährend ihre Lage

gegeneinander (in der Speichelzelle z. B.). Es lässt sich eine solche Bewegung wohl durch die Annahme erklären, dass diese kleinen Gebilde noch nicht assimilierte Nahrung sind und die Zelle gerade im Begriff der Assimilation derselben ist, wodurch Strömungen und Bewegungen im Protoplasma stattfinden müssen, aber es findet diese sog. Molekularbewegung auch statt, wenn fein vertheilte anorganische Substanz (Farbstoffe, Tusche z. B.) in Flüssigkeiten suspendirt ist. Die physikalischen Vorgänge bei einer solchen Molekularbewegung kleinster Theile ist zur Zeit noch unbekannt.

Eine Flimmerbewegung zeigen die sogenannten Flimmerepithelzellen, welche die Innenfläche vieler röhrenartig entwickelter Organe auskleiden (bei niederen Thieren fast alle Körperhöhlungen, bei den höheren Thieren besonders die Luftwege). Auch die äussere Körperfläche einzelner Thierformen flimmert entweder vollständig, wie bei vielen Mollusken, oder theilweise, wie z. B. bei den Tentakeln der Polypen. Dass die Flimmerung zur Fortbewegung kleiner Fremdkörper (Schleim, Staub u. a.) verwandt wird, ist sicher, ob ihr noch andere Functionen zukommen, muss vorerst noch dahin gestellt bleiben. Zur Locomotion und zum Erwerb der Nahrung dienen die Flimmerbewegungen den Infusorien, deren Körper in regelmässigen Zonen mit Flimmerhaaren bedeckt ist, welche bei denselben gewissermaassen unter dem Einflusse des Willens stehen, indem sie zur anscheinend willkürlichen Bewegung benutzt werden.

Die Flimmerbewegung ist ebenfalls ein Ausdruck molekularer Strömungen, welche in dem Plasma der Zelle entweder continuirlich oder durch äussere Einflüsse veranlasst vor sich gehen. Eine Flimmerzelle zeigt den allgemeinen Bau einer kern- und membranführenden Zelle, nur ist die Membran stellenweise in feine Wimpern ausgezogen, welche mit Plasma gefüllt sind, das mit dem übrigen Zellplasma im Zusammenhang ist. Diese feinen Fortsätze, deren einer bis viele hunderte vorhanden sein können, heissen Cilien; ihre Bewegung ist eine pendelartige und meist einseitig energische oder eine Wirbelbewegung, wie bei freien Zellen. — Bei einer Wärme von 45° hört die Bewegung der Cilien auf, sie ist am energischsten bei $25-30^{\circ}$ und erlischt bei Warmblüthern bei $+10$ bis 25° , bei Kaltblüthern bei $-2,5^{\circ}$; schwache electricische Ströme und mechanische Reize erhöhen sie, starke bewirken ein Verschwinden derselben; destillirtes Wasser, Säuren, concentrirte Salzlösungen, starke Alkalien, Alkohol, Aether und Chloroform heben die Bewegungen bei kurzer Einwirkung vorübergehend, bei längerer für immer auf. Bemerkt sei noch, dass sich diese verschiedenen Stoffe, wenn sie je zwei nach einander wirken, wie Antidote verhalten (gewissermaassen Gift und Gegengift); verdünnte Alkalien z. B. regen stets die auf irgend eine Weise zur Ruhe gekommene Bewegung wieder auf. — Flimmerzellen sind z. B. die Samenzellen der Thiere, mit einer Cilie, die Epithelzellen (siehe S. 60) u. s. w.

Die Muskelbewegungen, die gleichfalls auf Bewegung des protoplasmatischen Inhalts der Muskelzellen zurückzuführen sind, unterscheiden sich insofern von den bisher betrachteten Bewegungserscheinungen, als sie erstens nur nach bestimmten Richtungen der Zelle verlaufen (Verkürzung und gleichzeitig Verdickung der Zellen und damit des gesamten Muskels), ferner hin nicht unabhängig von ausgeübten Reizen vor sich gehen. Das Plasma der Muskelzelle muss, falls es sich contrahiren soll, durch einen lebenden Nerven

von irgend einem Centrum aus angeregt werden, welche Erregungen den durch Electricität hervorgerufenen ähnlich sind. —

Alle Bewegungserscheinungen der Zellen beruhen auf dem mechanischen Stoffwechsel des Protoplasmas, bei einer jeden Bewegung werden chemische Spannkraften in lebendige Kraft umgesetzt, unter gleichzeitigem Vorgang der schon S. 46 erwähnten chemischen Umsetzungen. Da wir aber willkürlich die Bewegungen der Zelle durch die verschiedenartigsten Reize erhöhen oder herabsetzen können, so sind wir berechtigt, in gewissem Maasse von einem Empfindungsvermögen der Zelle zu sprechen, welches sich uns ja am klarsten in der Thätigkeit unserer Sinneszellen kundgibt und das im hohen Grade den einzelligen und aus wenig Zellen bestehenden Lebewesen zukommt.

β) Die Ernährung der Zelle. Da eine jede Zelle eine gewisse Arbeit leistet und dabei ein Kraft- und Stoffverbrauch in ihr stattfindet, so würde ihre Existenz sehr bald in Frage gestellt sein, wenn sie nicht längere Zeit hindurch die Fähigkeit besässe, Nährstoffe aufzunehmen; es sind die letzteren dreierlei Art: feste, flüssige und gasförmige.

Feste Substanzen können nur von membranlosen Zellen (weissen Blutkörperchen z. B.) durch Umflüssung aufgenommen werden. Einzellige, mit einer Membran umgebene Thiere, die sich von festen Körpern ernähren (Infusorien), besitzen mehr oder minder grosse Oeffnungen in der Membran, durch die ein Eintritt erfolgen kann. Aber nur jene Bestandtheile der festen Nahrung, welche von dem Zellplasma in Lösung gebracht werden können, sind als Nährstoffe für die Zelle zu betrachten. — Als Einheit eines vielzelligen Thieres nimmt die Zelle in der Regel nur flüssige Lösungen der verschiedensten Stoffe auf osmotischem Wege auf¹⁾. Durch die Zellmembran diffundiren von aussen die Nährstoffe, von innen die Spaltungsproducte hindurch. Es tauschen sich Proteinstoffe gegen Spaltungsproducte (Harn), Sauerstoff gegen Kohlensäure des Zellinhaltes aus. Welche feinere Structur wir hiernach für die Zellmembran anzunehmen haben, ist nicht vollkommen genau zu bestimmen. Die Membranen vieler Zellen, Drüsenzellen z. B., lassen unter dem Mikroskop eine feine Querschraffur erkennen, welche ziemlich sicher auf das Vorhandensein feinsten Canäle in der Membran hinweist; jedenfalls sind wir berechtigt anzunehmen, dass die Moleküle in derselben nicht vollkommen dicht aneinander gelagert sind, sondern Gruppierungen zeigen, welche ein feines Canalsystem zwischen sich lassen.

An die Aufnahme von Nahrung ist nicht nur ein ermöglichter Stoffwechsel

1) Unter Diffusion versteht man im Allgemeinen die Eigenschaft zweier, resp. mehrerer Flüssigkeiten, sich mit einander so zu vermischen, dass in allen Theilen ein Gleichgewicht aller in den kleinsten Mengen des Gemisches stattfindet. Trennt man zwei verschiedene Flüssigkeiten durch eine poröse Scheidewand (Gyps, thierische Häute u. s. w.), so findet durch diese hindurch ein Austausch beider bis zur Herstellung des Gleichgewichtes statt, diesen Vorgang nennt man Osmose. Bringt man ein Gemisch von je mehreren Flüssigkeiten durch eine poröse Membran mit einander in Verbindung, so geht die Endosmose für die verschiedenen Substanzen mit verschiedener Energie vor sich. Bringt man z. B. eine mit Salz- und Eiweisslösung gefüllte Schweinsblase in ein Gefäss mit Wasser, so diffundirt zunächst die Salzlösung und erst zuletzt die Eiweisslösung durch die Wandung der Blase hindurch.

in der Zelle, sondern auch das Wachsthum und die Fortpflanzungsfähigkeit derselben geknüpft.

γ) Wachsthum und Fortpflanzung der Zelle. — Bei den freien und den noch jugendlichen Zellen sind wir meist im Stande, eine Volumzunahme zu constatiren; ist dieselbe bis zu einem gewissen Stadium fortgeschritten, so theilt sich die Zelle, anstatt weiter zu wachsen, in zwei neue Zellen, welche ein fast genaues Abbild der ursprünglichen sind. Die Theilung, welche eine Folge des Wachsthums der Zelle ist, kann eine verschiedene sein, je nachdem sich die verschiedenen Theile der Zelle an ihr betheiligen.

Die kernlosen Zellindividuen schnüren, wenn die aufnehmende Oberfläche zu klein wird für das vergrösserte Volumen, einfach einen Theil des Protoplasmas ab und zerfallen dadurch in zwei, gleichartig functionirende neue Zellindividuen. Wächst eine Zelle, wie dies bei kernlosen oft der Fall ist, einseitig weiter, so dass schliesslich an derselben ein ihr ähnlicher Spross zur Ausbildung gelangt, und wird dieser Spross von der Mutterzelle durch eine Membran geschieden, so bezeichnet man diesen Vorgang als Knospen- oder Sprossenbildung. Die Knospe kann mit der Mutterzelle im Zusammenhang bleiben oder sich von ihr lösen.

Bei kernhaltigen Zellen ist es in der Regel der Kern, welcher die Vermehrung einleitet, denn es ist derselbe, wie es sich auch schon in seiner chemischen und physikalischen Beschaffenheit ausdrückt, der wichtigste und integrirende Theil der gesammten Zelle (kernlose Zellen sind gleichsam als aus Kernsubstanz bestehend aufzufassen), denn er ist condensirtes lebendes Plasma, welches sich aus dem allgemeinen Zellinhalt absondert und dem hauptsächlich die Function der Zellvermehrung innezuwohnen scheint.

Theilt sich das Plasma innerhalb der Membran in mehrere gesonderte Partien, deren jede einen eignen Kern erhält oder nachträglich entwickelt, so ist dies die sogenannte endogene Zellbildung. — Wird die Membran mit in die Spaltung des Zellinhalts hineingezogen, d. h. umhüllt sich eine jede kernhaltige Protoplasmapartie mit einer solchen, so spricht man von Zelltheilung. — Wächst eine Zelle und treten in ihr gleichzeitig durch Theilung des ursprünglichen Kernes eine grössere Anzahl neuer Kerne auf, ohne dass der übrige Plasmahalt sich um diese weiter gruppirt und differenzirt, so führt das neu entstehende Gebilde die Bezeichnung *Synctium* (HAECKEL); dasselbe kann auch durch Zusammenfliessen des Protoplasmas verschiedener Zellen entstehen, deren Kerne aber ihre Selbständigkeit bewahren (Mesoderm der Spongien). Da, wie wir gesehen haben, schon die einzelne Zelle alle jene Functionen auszuüben vermag, welche wir als die dem thierischen Körper im Allgemeinen eigenen kennen lernten, und da die Functionen eines hoch complicirten Körpers nur das Resultat der Arbeit der einzelnen Zellen, die seine Gewebe und Organe zusammensetzen, sind, so hat man den Zellen auch wohl mit Recht die Bezeichnung *Elementarorganismen* (BRÜCKE) beigelegt.

II. Zellenaggregate (Elementarorgane).

Freie Zellen.

Im Körper höher organisirter Wirbelloser, von den Echinodermen an aufwärts, sowie in dem aller Wirbelthiere, ist ein Stoff nothwendig geworden, welcher als Transportmittel für den beim Athmungsprozess aufgenommenen Sauerstoff und die von dem Verdauungsapparate gebildete und resorbirte Nährflüssigkeit nach den verschiedensten Geweben und Organen dient und welcher gleichzeitig aus diesem letzteren die für den Körper nutzlosen Umsetzungsproducte nach aussen befördert — es ist das Blut.¹⁾

Viele der physiologischen Eigenthümlichkeiten der Lymphe und des Bluts sind an freie Zellen geknüpft, die wir als Lymph- und Blutkörperchen in denselben suspendirt finden. In der Lymphe kommen nur die ersteren, im eigentlichen rothen Blute beide vor.

Die Lymphzellen, Lymph- oder weissen Blutkörperchen sind membranlose Zellen, mit deutlichen grossen Kernen und körnigem Protoplasma, dem in hohem Grade die Fähigkeit amöboider Bewegung zukommt; sie sind im

4) Das Blut ist eine farblose oder schwach gefärbte Flüssigkeit, welche sich in bestimmten Bahnen (Leibeshöhle, Gefässen, s. d.), in bestimmter Richtung bewegt. Vom Verdauungsapparate wird dasselbe gebildet und dann im Körper verbreitet, wo es die verschiedensten Functionen zu erfüllen hat und in Folge dessen auch verschiedene Eigenschaften erhält. Die vom Verdauungsapparate resorbirten Speisesäfte, der Chylus, bilden wohl bei niederen Thieren, ohne grosse Umänderungen zu erfahren, das Blut, welches sich hier einfach in der Leibeshöhle sammelt und von derselben aus in primitivster Weise den Geweben übermittleit wird (siehe Gefässsystem). Bei den Wirbelthieren erfährt der Chylus erst eine Reihe von Umänderungen, bevor er zur Bildung des eigentlichen (rothen) Blutes derselben gelangt. Er strömt zunächst durch ein dünnwandiges Gefässnetz, die Chylusgefässe, geht dann, nachdem er in einzelnen Chylusdrüsen chemisch und seiner allgemeinen Zusammensetzung nach umgewandelt ist, in das Lymphgefässsystem über, mischt sich der Lymphe bei und gelangt mit dieser dann in den eigentlichen Blutstrom. Ein weiterer Theil der Nahrungssäfte wird übrigens direct von dem Blutgefässsystem aufgesogen, indem dasselbe in den Wandungen des Magens und Darmrohres ein feines, sogenanntes Capillarnetz bildet, welches leicht diffundirbare Substanzen (Wasser-, Salz- und Zuckerlösungen, Peptone u. s. w.) resorbirt, während Fette und Eiweisskörper in die Chylusgefässe eingesaugt werden.

scheidet ab: ← Das Blut → nimmt auf:

1) Transsudate in die verschiedensten Gewebe des Körpers.
2) wenige Blut- und Lymphkörper in die Chylusgefässe und Lymphbahnen. | 1) Nährflüssigkeit durch das Capillarnetz des Darmrohres und Magens.
2) Lymphe aus dem Lymphgefässnetze in das Venensystem. |
|--|--|

Die Lymphe

1) Lymphe in die Blutgefässe.
2) Lymphe zum Aufbau neuer Gewebe. | 1) Chylus aus den Chylusgefässen.
2) den Ueberschuss der aus dem Blute in die Gewebe transsudirten Stoffe. |
|---|---|

geht über ←
in die Lymphe.

Der Chylus → wird gebildet
im Mitteldarm durch Aufsaugung aus dem Speisebrei.

Stande, sich auch nach Art der Amöben mit festen Materialien zu ernähren, Eiweisskörner, rothe Blutkörper, Fettkugeln u. s. w. werden häufig von ihnen auf mechanischem Wege aufgenommen und verdaut. Ihren Ursprung nehmen sie aus den sogenannten Lymphdrüsen, scheinen sich aber auch durch Theilung ihrer selbst fortzupflanzen.

Der Lymphe der Wirbelthiere gleicht ungefähr das Blut der Wirbellosen; es ist dies eine helle, selten roth oder röthlich gefärbte, eiweiss- und fetthaltige Flüssigkeit, in welcher gleichfalls helle Blutkörperchen mit stark amöboider Bewegung gefunden werden; wo und wie sich die letzteren bilden, ist bis jetzt noch keineswegs klar gelegt worden. Die Eigenbewegung dieser weissen Blutkörper macht dieselben geeignet zum Aus- und Einwandern aus dem Blut- und Lymphstrom in die verschiedensten Gewebe, wo sie vielfach zu Neubildungen Anlass geben. Aus den weissen Lymphkörpern entwickeln sich die postembryonalen rothen Blutkörper der Wirbelthiere. Im Knochenmarke scheint diese Umwandlung hauptsächlich vor sich zu gehen. Die rothen Blutzellen sind wesentlich von den weissen verschieden. Zunächst treten sie sehr zahlreich auf und verleihen durch ihre Farbe dem Blute jene bekannte rothe oder blaurothe Färbung; ihre Anzahl und Grösse ist im Blute der verschiedensten Wirbelthiere verschieden. Die wenig energisch lebenden sogenannten Kaltblüter (Proteus, Fische, Amphibien u. a.) haben die absolut grössten und relativ wenigsten Blutkörper, während das Verhältniss bei den energisch lebenden Warmblütern das umgekehrte ist.¹⁾ Auch in ihrem Baue stimmen sie nicht bei allen Thierformen überein. Sie sind oval bei Fischen, Amphibien und Reptilien, sowie den Vögeln und einzelnen Wiederkäuern (Kamel, Lama); bei den meisten Säugern haben sie eine kreisrunde, biconcave Form. Die Blutkörper der niederen Wirbelthiere und der Vögel lassen Kerne leicht erkennen, in denen der Säugethiere will man sie nur durch Anwendung

Fig. 14. Verschiedene Formen von sich bewegenden Lymphkörpern. *B* Ruhezustand, *B* fressendes Lymphkörperchen, *C* sich durch Pseudopodien bewegendes.

1) Ihre Gestalt, Grösse und chemische Zusammensetzung verdanken die rothen Blutkörperchen ihrer physiologischen Bedeutung. Sie besitzen die Function, in den der Athmung dienenden Organen und Körpertheilen Sauerstoff aus der Respirationsluft aufzunehmen, denselben den verschiedenen Geweben zuzuführen und dagegen in den letzteren Kohlensäure auszutauschen und nach aussen abzuscheiden. Da nun die Menge Sauerstoff, welche die Wirbelthiere und besonders die höchst organisirten bedürfen, eine ganz beträchtliche ist, so gelingt die Aufnahme dieses Gases nur vermittelt einer grossen Fläche, welche durch die flache Form und die ungeheuere Anzahl der rothen Blutkörperchen gegeben wird. Die aufnehmende Fläche wird um so grösser, je mehr Blutkörper auf eine gleiche Raumeinheit kommen. Bei den Warmblütern sind dieselben am kleinsten, bei den Vögeln z. B. 0,007 mm breit und 0,013 mm lang, bei den wenig energisch lebenden Pökilothermen am grössten, die des Proteus 0,035 mm breit und 0,058 mm lang. — Die rothe Farbe derselben wird durch das Vorhandensein eines rothen Farbstoffes, des sogenannten Hämoglobins, bedingt, dasselbe lässt sich extrahiren und krystallisirt dann in rhombischen Krystallen aus. Es geht das Hämoglobin sehr leicht Verbindungen mit Sauerstoff ein, den es dann in den Geweben gegen Kohlensäure umtauscht. Seine chemische Zusammensetzung ist eine sehr complicirte, nach PRAYER von der Formel $C_{600}H_{960}N_{154}FeS_3O_{179}$; seine Farbe wird wahrscheinlich durch die geringe Quantität Eisen, welche es enthält, hervorgebracht. In den Muskelzellen, sowie in dem rothen Blute vieler niederer Thiere (Würmer z. B.) ist das Hämoglobin gelöst vorhanden.

von Reagentien nachgewiesen haben. Die embryonalen Blutzellen sind stets kernhaltig und besitzen den Charakter membranöser kernhaltiger Gewebszellen; durch den Blutstrom werden sie aus ihren Bildungsstätten erst fortgeschlemmt, um dann nach und nach ihre physiologischen Eigenschaften zu erhalten.

Freie Zellen finden sich ferner in den mittleren Zellschichten des Spongienkörpers als Ei- und Samenzellen in den Geschlechtsapparaten der Thiere, in der Hornhaut des Auges der Wirbelthiere, im Speichel derselben u. s. w. Das Bindegewebe scheint zum grossen Theil aus freien eingewanderten Zellen (vielleicht Lymphzellen) hervorzugehen.

Dass freie Zellen spontan in der sie umgebenden Flüssigkeit entstehen, dürfen wir nicht annehmen. Entweder verdanken sie ihre Existenz der Präexistenz gleicher freier Zellen, oder sie gehen, wie dies schliesslich bei allen freien

Fig. 15. Farbige Blutzellen: 1. vom Menschen, 2. vom Kamel, 3. der Taube, 4. des Proteus, 5. des Wassersalamanders, 6. des Frosches, 7. von Cobitis, 8. des Ammonoetes. Bei a Ansichten von der Fläche; bei b die seitlichen. (Nach WAGENER.)

Zellen im höheren Thierkörper der Fall ist, aus geschlossenen Geweben hervor. Klar und schön ist dies bei den schon oben erwähnten embryonalen Blutzellen der Wirbelthiere, z. B. des Hühnchens, nachgewiesen. Zunächst haben wir hier die mittlere Zellschicht, das Mesoderm, als geschlossenes Gewebe; von ihm aus geht dann die Bildung der primitiven Gefässe und der dieselben schliesslich anfüllenden Blutzellen aus, die erst nach beginnender Herzthätigkeit in den Blutstrom gelangen und als freie Zellen weiterhin anzusehen sind (vergl. Blut- und Gefässanlage im entwicklungsgeschichtl. Theile).

Die Gewebe.

Die in morphologischer und physiologischer Beziehung gleichwerthigen Zellen des thierischen Körpers treten in demselben meist zu sogenannten Geweben zusammen, welche verschieden sind, je nachdem 1) gleichwerthige Zellen sich unmittelbar an einander lagern, 2) mit einander verschmelzen oder 3) Ausscheidungen aus dem Plasmahalte stattfinden.

1) Gewebe, welche aus unmittelbar aneinander gelagerten Zellen bestehen.

a) Epithelien. Als Epithelien bezeichnet man alle jene Zellschichten, welche in ein- oder mehrfacher Lage die äussersten Körperhautschichten, sowie

die Auskleidung jener inneren Organe bilden, welche aus dem äusseren und inneren Keimblatte (Ectoderm und Entoderm) hervorgegangen sind und Hohlräume darstellen, die mit der Aussenwelt in directer freier Verbindung stehen oder gestanden haben. In den meisten Fällen sind sie leicht von ihrer Unterlage lostrennbar und ausserdem werden sie nicht durch Blutgefässe, sondern von den unterliegenden Zellschichten ernährt.

Die Oberhaut, Epidermis, setzt sich meist aus mehreren platten (äusseren) und rundlichen (inneren) Zellschichten zusammen. Diese Art des Epithels wird als Pflaster- oder Plattenepithel bezeichnet. Einschichtiges Plattenepithel ist häufig in den Sinnesorganen (jedoch nicht als Sinnesepithel) entwickelt. — Haben die Plattenepithelschichten der Oberhaut oder des Auges Farbstoff in sich abgelagert, so führen sie die Bezeichnung Pigmentepithel, es bedingt z. B. die Farbe der Crustaceen und der Chorioidea und Iris des Auges.

Die Haare, Federn, Schuppen und Schilder, das cuticulare äussere Chitinskelet der Athropoden u. a. sind epidermoidale Skelettheile.

Als Drüsenepithelien (Fig. 47, AB) finden wir die inneren Schichten der Drüsen. Meist sind es einschichtige Zelllagen, aus platten, pyramiden- oder cylinderförmigen Zellen zusammengesetzt, welche hin und wieder als Flimmerzellen uns entgentreten. Sie haben die Function der Secretion bestimmter Flüssigkeiten (Drüsensecrete) und gehen vielfach selbst zu Grunde, um sich mit dem Secrete zu vermischen; als solche absterbende Zellen betrachtet man die sogenannten Becherzellen, welche, von der Form einer Flasche oder eines Glases, zwischen dem Drüsenepithel liegen und nach aussen geöffnet erscheinen.

Sinnesepithel (Fig. 47, C) findet sich in den verschiedenen Sinnesorganen als die percipirende, d. h. den Sinnesindruck aufnehmende und den Nerven übermittelnde Schicht entwickelt. Es unterscheidet sich von dem uns sonst bekannten Epithel dadurch, dass feinste Nervenendigungen an die einzelnen Zellen herantreten. Die Form der Sinnesepithelzelle ist langgestreckt, cylindrisch oder prismatisch. Das freie Ende der Zelle ragt in das Innere des Sin-

Fig. 16. Oberhaut aus der Kopfgegend eines Schafembryo von 4". 1 Oberhautzellen aus der äussersten Lage; 2 aus tiefen Schichten; 3 senkrechter Durchschnitt derselben; 4 Oberhaut am freien Augenlidrande. (Nach FREY.)

Fig. 17. A Stück eines Harngefässes von *Perla bicaudata* in Seitenansicht; B Querschnitt durch ein gleiches Gefäss von Dituscus; b Drüsenzellen; c Canal der Harngefässe; t Peritonealhülle; k Kern der letzteren (nach SCHWILZER). — C Nervenepithel der Nasenschleimhaut. e Cylinderzellen; f Stäbchen der Stäbchenzellen; g Stäbchen mit Kern; h Nervenendigung.

nesorganes hinein und ist so construirt, dass es die Reizwirkung isolirt empfängt; es sind z. B. die Epithelzellen, welche zur Schall- und Lichtempfindung dienen, an ihren freien Enden haar- oder spitzenartig verlängert (Haarzellen), so dass sie den Flimmerzellen ähneln, ohne solche zu sein.

Im Allgemeinen spricht man von einem Plattenepithel, wenn die einzelnen Zellen flach sind, von einem Cyliinderepithel bei langgestreckten, cylindrischen oder prismatischen Zellen, welche mit der Basis aufsitzen. Beim Flimmerepithel, dessen einzelne Zellen flach, cylindrisch oder kegelförmig sein können, ist die freie Zellfläche mit mehreren bis zahlreichen feinen Haaren (Cilien) besetzt, die pendelartig schwingende Bewegungen ausführen, wodurch eine Fortführung von Fremdkörpern (z. B. Staub und Schleim in der Luftröhre) oder Secreten bewirkt wird.

Einfacher Überzug des Cylinderepithels auf einer Schleimhaut; *d* faseriges Schleimhautgewebe, *a* die Zellen (Schema).

Plattenepithel der Mundschleimhaut des Menschen.

Pigmentepithel der Retina (sogenannte polyedrische Pigmentzellen) des Schafes.

Sogenannte Stachel- oder Riffzellen. *a* aus den unteren Schichten der Epidermis des Menschen; *b* eine Zelle aus einer Papillargeschwulst der menschlichen Zunge.

Cylinderepithelien aus dem Dünndarm des Kaninchens. *a* Seitenansicht der Zellen mit dem verdickten, etwas abgehobenen, von Porencanälchen durchzogenen Saume; *b* die Ansicht der Zellen von oben, wobei die Mündungen der Porencanäle als Pünktchen auftreten.

Flimmerzellen des Säugetiers; *ab* einfache Formen; *c* eine schmale, längere Zelle; *d* eine noch mehr verlängerte mit doppeltem Nucleus.

Fig. 18. Verschiedene Epithelzellen. (Nach FREY.)

Die Aneinanderlagerung der Epithelzellen ist entweder eine unregelmässige, wobei die Zellen, von oben gesehen, stumpfeckig vielseitig erscheinen, oder sie ist eine mehr regelmässige, bei welcher die ziemlich gleich grossen Zellen in regelmässigen Polygonen an einander gelagert sind. — Bei übereinander lagernden Epithelschichten zeigen die Zellen der mittleren Schichten häufig feine Fortsätze oder Riffe, welche zwischen gleiche Riffe der Nebenzellen eingreifen und zur gegenseitigen Fixation dienen. Dergleichen Zellen werden als Stachel- oder Riffzellen bezeichnet.

Die äusseren Plasmaschichten der Epithelzellen können ausser Wimper- oder Riffbildungen noch Verdickungen der freien Zellflächen bewirken,

welche dann entweder der Zelle als Platte aufliegt (Fig. 18) und häufig von feinen Poren durchsetzt ist, oder diese Ausscheidungen des Plasmas verschmelzen mit einander zu einer Schicht, die sich durch immer neu sich bildende Schichten oft stark verdickt. Letztere Bildung ist als Cuticula bekannt, sie findet sich z. B. als äusseres Skelet der Insekten, als Auskleidung der Kaumägen bei Arthropoden und Körner fressenden Vögeln. Auch die Cuticula kann durch ungleichmässiges Wachsthum von feinen Canälen ihrer Dicke nach durchsetzt werden und mancherlei Erhebungen, Haare u. s. w. zeigen.

b) Endothelien. Die Bezeichnung Endothelien führen die Auskleidungen jener geschlossenen Röhren oder Höhlen des Körpers, deren innere Wandungen aus dem mittleren Keimblatte (Mesoderm) des Embryos hervorgegangen sind (Höhlungen des Herzens, innere Gefässwandungen u. s. w.).

In der Regel bestehen die Endothelien aus einer Lage dünner, flächenhafter Zellen, welche eng und verhältnissmässig fest an einander gelagert sind. Sie sind nicht im Stande, wie die Epithelzellen unter Umständen Secrete bilden zu können, wohl aber sind sie durch das Vermögen, Blutserum und Zersetzungsproducte des Körpers diffundiren zu lassen, ausgezeichnet.

c) Muskelgewebe. Es wird dasselbe durch Aneinanderlagerung langer, spindelförmiger Zellen gebildet, welche im hohen Grade die Fähigkeit der Contraction in der Richtung nach der Längsachse besitzen⁴⁾. Die Muskelzelle wird weiterhin durch den Herantritt einer Nervenendigung an dieselbe charakterisirt.

Die Muskelzellen oder Muskelfasern gehen die Bildung eines Muskels dadurch ein, dass sich die einzelnen Zellen mit ihren spitzen Enden der Länge nach aneinander legen, viele solche nebeneinander sich lagernde Zellreihen werden dann von einer Bindegewebshülle umschlossen, und endlich treten eine geringere oder grössere Anzahl solcher Bündel zu einem sogenannten Muskel zusammen.

Besonders bei höheren Wirbellosen und den Wirbelthieren sind zweierlei

Fig. 19. Endothelzellen eines feinen lymphatischen Ganges nach Behandlung mit Höllestein. (Nach FRER.)

4) Die ersten Anlagen zur Bildung selbständiger Muskelzellen finden sich bei den Coelenteraten, während nach neueren Untersuchungen auch der Körper vieler Infusorien einen Apparat besitzt, der die Stelle eines Muskels versieht und sich als feine Plasmastreifen, die sogenannten Muskelstreifen, kund giebt. Von den Polypen hat z. B. unsere Süsswasser-Hydra eine äussere Zellschicht, deren Innenseite durch zahlreiche in der Längsachse des Körpers ausgestreckte lange, dünne Fortsätze characterisirt ist. Diese Fortsätze sollen sich nach KLEINENBERG'S Angaben wie Muskelzellen verhalten und durch ihre Contraction Formänderungen des Körpers einleiten. Bei anderen Coelenteraten treten solche Fortsätze nur noch durch feine Plasmafäden mit den Ectodermzellen in Berührung, und glaubt man in diesen sogenannten Neuromuskelzellen die Uranlagen von Nerv und Muskel erkennen zu sollen.

verschiedene Muskelfasern zu unterscheiden, denen auch verschiedene Eigenschaften zukommen: α) glatte, β) quergestreifte Muskelfasern¹⁾.

Fig. 20. Elemente der glatten Muskulatur des Kaninchens. (Nach FREY.)

α) Glatte Muskelfasern, werden aus einer einfachen, spindel-blattförmigen oder platten Zelle gebildet, deren Inhalt sich nur wenig von dem einer Zelle im Allgemeinen differenzirt zeigt. Eine schwache Membran umschliesst ein helles, wenig körniges Plasma, in dem ein Kern eingebettet liegt; nur selten sind im Plasma einige schmale Partien bemerkbar, welche das Licht anders brechen und als kurze, zur Längsachse der Zelle senkrecht gestellte Plättchen erscheinen und vielleicht an Stelle der unten zu besprechenden Querstreifung stehen; häufig ist das Plasma jedoch längs gestreift.

Auf Nervenreizung reagiren diese glatten Fasern nur in geringem Maasse.

Ziemlich verbreitet ist diese Art Muskelfasern bei den Wirbellosen und in den willenlos sich bewegenden Organen der Wirbelthiere (z. B. in Darm- und Gefässwandungen, das Herz ausgenommen, in der Haut, dem Auge, der Lunge, den Drüsencanälen u. s. w.).

Ein Muskelfaden nach 24stündiger Einwirkung des chromsauren Kali in Fibrillen theilweise zertrennt.

KRAUSE'sche Querscheiben a a. 1 Eine Muskelfibrille ohne, 2 eine solche mit stärkerer Längszerrung, beide sehr stark vergrössert (MARTY); 3 Muskelfaden des Hundes unmittelbar nach dem Absterben.

Fig. 21. (Nach FREY.)

β) Quergestreifte Muskelfasern sind in ihrem Bau wesentlich von den glatten verschieden. Zunächst werden sie von einer starken elastischen Membran umhüllt, dem Sarcolemma, welche an ihrer Innenfläche zahlreiche Kerne (Sarcolemkerne) eingelagert zeigt; weiterhin ist das contractile Protoplasma der Faser in eine grosse Anzahl von Querplatten geschieden, die das Licht verschieden brechen und sich in Folge dessen mehr oder minder scharf von einander abgrenzen. In der Regel wechseln dunkle (Zwischen-

1) Die Muskelfaser gelangt nur durch die Anregung eines Nerven zu der ihr eigenen Thätigkeit. Durch einen solchen wird das Zellplasma in seinen Molekülen derartig umgelagert, dass eine Verkürzung der Faser nach ihrer Längsachse erfolgt, wobei natürlich eine gleichzeitige Breitenausdehnung stattfindet. Die Wirkung des Nerven kann willkürlich (Fortbewegungsmuskel, z. B. Beinmuskel) oder willenlos (Herzmuskel z. B.) sein.

scheiben) mit hellen (Querscheiben) Zonen ab. Dieselben sind durch verschiedene Lagerung der Plasmamoleküle zum Ausdruck gekommen; es scheint auch wahrscheinlich, dass die Contractilität der Faser durch Aenderungen der Moleküle bewirkt wird; nach welchen Gesetzen und Regeln dieselben jedoch vor sich gehen, ist zur Zeit vollständig unbekannt.

Die quergestreifte Muskelfaser reagirt sehr energisch auf Nervenreize und findet sich daher hauptsächlich in jenen Organen der höheren Thiere, welche dem Willen unterworfen sind und momentan eine qualitativ und quantitativ verschiedene Arbeit verrichten müssen (Locomotionsapparat der Arthropoden und Vertebraten, sowie in den Herzen der letzteren).

Verzweigte und mit einander in Verbindung stehende Muskelzellen sind nicht allzu selten, so z. B. in dem Darm der Gliederthiere und dem Herzen der Wirbelthiere.

2) Durch Verschmelzung von Zellen entstandene Gewebe.

a) Nervengewebe. Beim Nervengewebe sind zweierlei wohl charakterisirte Elemente zu unterscheiden: die Nervenzellen (Ganglienzellen) und die Nervenfasern. Die letzteren treten an die verschiedenen Gewebe heran und sind gewissermaassen als Leitungsbahnen von Bewegungen von und zu diesen aufzufassen, die in den Nervenzellen ihren bestimmten Ausdruck finden.

Die Nerven- oder Ganglienzellen sind hauptsächlich in den sogenannten Centren, wie den Ganglien, dem Rückenmark und Gehirn anzutreffen, entweder zerstreut, vereinzelt oder in Haufen, Schichten u. s. w. vereinigt. Der Hauptsache nach bestehen sie aus einem grossen, feinkörnigen Plasmakörper, der im Innern einen stark entwickelten Kern nebst dessen Kernkörpern eingelagert zeigt. Das Plasma dieser Zelle entsendet nun einen bis viele Fortsätze, welche wahrscheinlich in die sogenannten Nervenfasern übertreten. Je nachdem ein, zwei oder mehrere solcher Ausläufer vorhanden sind, unterscheidet man uni-, bi- und multipolare Ganglienzellen; apolare, welche also jeder Fortsätze entbehren, will man ebenfalls gefunden haben (?).

Einer dieser Fortsätze, besonders der Ganglienzellen bestimmter Hirntheile und des Rückenmarks höherer Wirbelthiere, tritt bald in eine markhaltige Nervenfasern über und führt die Bezeichnung Achsen cylinderfortsatz (Fig. 22, 8 a).

Fig. 22. Verschiedene Formen des Nervengewebes. 1 Marklose Nervenfübrillen, sogenannte Primitivfübrillen; 2 markhaltige Nervenfübrille; 3 Nervenfasern, n Neurilemkerne; 4 Markhaltige Nervenfasern; 5 dieselbe im Querschnitt, a Achsencylinder, s Neurilem, k Kern desselben; 6 unipolare; 7 bipolare; 8 multipolare Ganglienzelle; n Kern, f Nervenfortsatz, a Achsencylinderfortsatz; 9 Nervenendigung auf einem Muskelfortsatz m; e Endplatte, n Kern; 10 Ein VATER'sches Körperchen, en Nervenendigung in demselben.

Die Nervenfasern zeigen sich als aus zahlreichen feinen Fasern, den Nervenfibrillen, zusammengesetzt. Häufig sind sie von einer kernhaltigen Hülle, der SCHWANN'schen Scheide, umschlossen und bilden, zu mehreren aneinander gelagert, die Nerven.

Man unterscheidet zwei Hauptarten der Nervenfibrillen und Nervenfasern: markhaltige, welche doppelt contourirt sind, und marklose. Durch Anwendung von Reagentien und beim Absterben der Faser gerinnt das Protoplasma derselben zum Theil und bildet eine dichte, centrale Faser, den Achsencylinder; derselbe wird von einer hellen, stark lichtbrechenden Hülle, der Markscheide, umschlossen, welche letztere jedoch nur bis kurz vor die Eintrittsstelle der Faser in die Ganglienzelle vorhanden ist. — Die Nervenfasern der Wirbellosen und einige der Wirbelthiere zeigen nur einen hellen Achsencylinder, sie sind sogenannte marklose Nervenfasern; häufig sind sie von einer Scheide umlagert oder vollkommen nackt.

Vor dem Uebertritt einer Nervenfaser in ein Gewebe oder Nervencentrum löst sie sich entweder in ihre Fibrillen auf, welche dann z. B. je an eine Sinneszelle u. s. w. herantreten und Reize übermitteln — oder sie verliert ihre Hülle und fliesst zu einer Platte auseinander, welches Verhalten besonders auf den Muskelfasern constatirt ist (9e).

b) Capillargefässwände. Auch diese sind häufig durch Verschmelzung von Zellen, die sich eng aneinander lagern und eine Anzahl von Sprossen entsenden, gebildet. Der protoplasmatische Zellinhalt verschmilzt dann, allerdings nicht vollkommen, und es liegen die zurückbleibenden Kerne nun in einer structurlosen Masse eingebettet.

3) Durch Zellderivate gebildete Gewebe.

Gewebe der Bindestanz. Es entstehen dieselben dadurch, dass sich das Protoplasma der Zelle nach aussen zu differenzirt, d. h. im Umkreise der eigentlichen Zelle eine stärkere Schicht differenter Substanz ausscheidet, welche als Intercellularsubstanz dem Zellinhalt gegenüber gestellt werden muss. Nach dem verschiedenen Verhalten der Zellen zu einander und zu der Intercellularsubstanz, sowie nach der chemisch-physikalischen Beschaffenheit der letzteren unterscheidet man: α) zelliges Bindegewebe, β) Gallertgewebe, γ) faseriges (fibrilläres) Bindegewebe, δ) Knorpelgewebe, ε) Knochengewebe.

α) Das zellige Bindegewebe setzt sich aus grossen, länglichen oder auch polygonalen Zellen zusammen, deren Protoplasma nur eine schwache Schicht von Intercellularsubstanz ausscheidet, so dass das Gewebe stets einen deutlich zelligen Character zur Schau trägt. Ausser seiner weiten Verbreitung bei Gliederthieren und Mollusken findet es sich noch in der Chorda dorsalis (s. Fig. 23) der Wirbelthiere.

β) Die Bezeichnung Gallert- oder Schleimgewebe führen jene Bindegewebe, deren Intercellularsubstanz eine gallertartige Beschaffenheit besitzt. Die Zellen dieser Gewebe sind rundlich und isolirt, länglich oder verästelt; im letzteren Falle anastomosiren die Verästelungen derselben mit einander und

bilden ein zelliges Netzwerk in der Gallertmasse, welches in seinen feinen Ausläufern erhärten kann. Die Zellen sind häufig im lebenden Gewebe in Wanderung begriffen (Wanderzellen), während andere nur amöboide Formänderungen zeigen. Die Intercellularsubstanz ist der Regel nach etwas körnig, selten in Fasern zerfallend, die dann zu Bündeln angeordnet sind. Am meisten ist das Gallertgewebe bei Coelenteraten und einzelnen Mollusken verbreitet.

γ) Als faseriges Bindegewebe (Fig. 24) treffen wir bei den Wirbelthieren besonders weitverbreitete Gewebe entwickelt, aus länglichen oder verästelten Zellen bestehend, die von einer faserigen Intercellularsubstanz umhüllt werden, welche beim Kochen Leim giebt und meist sehr elastisch ist (elastisches Gewebe). Die Fasern oder Fibrillen der Zwischensubstanz sind vielfach in regelmässigen, welligen Bändern angeordnet (Bänder, Sehnen), welche die Anheftung der Muskeln an die Skelettheile vollziehen. Häufig wird der gesammte Zellinhalt in Fasermasse umgewandelt und bleiben dann bloss die Zellkerne zurück. Dort, wo diese Gewebe grosse Flächen durchsetzen, welche einen allseitigen Druck oder Zug auszuhalten haben, sind ihre Fasern netzartig oder winkelig nach den verschiedenen Richtungen des Raumes angeordnet. Die elastischen Fasern des elastischen Gewebes lösen sich nur sehr schwer in verdünnten Säuren und Alkalien, welche das übrige Gewebe zerstören; sie sind fein und verästelt oder wellenförmig gekrümmt, netzförmig und spiralförmig ausgebildet und nehmen häufig ihren Ausgang aus platten Zellen mit deutlichen Kernen, Weiterhin kennt man elastische Membranen, welche gleiche Functionen wie die elastischen Fasern besitzen und in continuirlichen oder durchbrochenen (gefensterten) Flächen auftreten.

δ) Das Knorpelgewebe, welches sich dem zelligen Bindegewebe anreihen lässt, besteht aus

Fig. 23. Gallertgewebe mit sternförmigen Zellen aus dem Schmelzorgan eines menschlichen Embryo. (Nach FREY.)

Fig. 24. Elastische Fasern des Menschen. a Unverzweigte feinste und feinere; b ein Netzwerk feinerer elastischer Fasern; c eine verästelte dicke Faser. (Nach FREY.)

einer mehr oder minder stark entwickelten Grundsubstanz, in welcher rundliche Zellen, die nur selten Ausläufer zeigen, eingebettet sind. Die Zwischensubstanz ist im hohen Grade spröde und findet sich der Knorpel daher meist im Thierreiche als Stütz- und Schutzgewebe zur Skelettbildung verwandt. Man unterscheidet, je nach der verschiedenartigen Ausbildung der Intercellularsubstanz: 1) hyalinen, 2) elastischen und 3) Faserknorpel.

1) Der hyaline Knorpel, von meist bläulichweissem, durchscheinendem Aussehen, besteht aus einer gleichmässigen, feinkörnigten Grundsubstanz, in welche die Zellen (Knorpelkörperchen) eingelagert erscheinen. Die Knorpelzelle setzt sich aus feinkörnigem Protoplasma, grossen Kern und Kernkörperchen zusammen. Die Zelle theilt sich häufig und sind dann zwei bis mehrere Zellen in eine Mutterzelle eingelagert, welche von einer, mit heller Flüssigkeit angefüllten Kapsel (Knorpelkapsel) umschlossen wird; dieselbe ist von ellipsoidischer Form und lässt meist eine doppelt contourirte Wandung erkennen. Die hyalinen Knorpel finden sich bei den Wirbelthieren als Gelenk-, Rippen-, zum Theil Kehlkopfsknorpel u. s. w.

Fig. 25. Hyaliner Knorpel.
g Knorpelsubstanz, k Kapsel
der Knorpelzelle, c Knorpel mit
Kern n.

2) Elastische oder Netzknorpel besitzen eine undurchsichtige, gelbliche Intercellularsubstanz, welche aus zahlreichen verfilzten elastischen Fasern besteht, die nur durch wenig Grundsubstanz mit einander verkittet werden und die Knorpelkapseln, welche auch hier ein bis mehrere Knorpelzellen eingelagert zeigen, direct umschliessen. Der Knorpel der Ohrmuschel besteht z. B. aus elastischem Knorpelgewebe.

Fig. 26. Ohrknorpel des Menschen
a Zellen; b homogene Zone;
c elastisches Netz. (Nach FREY.)

Fig. 27. Bindegewebiger Knorpel.
(Nach FREY.)

3) Der Faser- oder Bindegewebsknorpel wird aus einer Grundsubstanz, welcher Bindegewebelemente eingelagert sind, gebildet. Er ist sehr elastisch und dabei geschmeidiger, als der hyaline Knorpel. Die Knorpel-

körperchen sind in ihm zu Nestern vereinigt zerstreut. Im Gehörorgan der höheren Wirbelthiere und in der Nähe der Gelenke wird er meist gefunden.

ε) Knochengewebe. Es zeichnet sich vor den bis jetzt besprochenen Geweben durch eine bedeutendere Festigkeit aus, welche durch Ablagerung von Kalksalzen (besonders phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk) in der Inter-cellularsubstanz bewirkt wird. Extrahirt man die Kalksalze, so bleibt eine weiche, elastische Knochengrundsubstanz übrig, welche man als Knochenknorpel bezeichnet. Allgemein kann Knochengewebe an die Stelle von Knorpelgewebe oder Bindegewebe treten, jedoch ist es nicht möglich, dass sich das letztere durch Ausscheidung von festen Salzen in den oben besprochenen Geweben direct bildet, vielmehr muss die Inter-cellularsubstanz des Binde- oder Knorpelgewebes erst eine Reihe von Differenzirungen erfahren, ehe es sich in Knochengewebe umzubilden vermag. Die der Grundsubstanz eingelagerten Knochenbildungszellen (Osteoblasten) bestehen aus feinkörnigem Protoplasma, mit eingeschlossenem grossen Kerne; ihre Gestalt ist nicht rund, sondern zieht sich allseitig in feine Ausläufer aus, die mit gleichen Ausläufern anderer Zellen anastomosiren. Gegen die Grundsubstanz haben sie eine feste Wand, die sogenannte Knochenkapsel, abgesetzt. Die Ernährung der Osteoblasten findet durch ein im Knochen weit verbreitetes, netzförmiges, feines Kanalsystem statt (Havers'sche Kanäle), in welchem die an der Aussenfläche des Knochens eintretenden Blutgefässe verlaufen, die schliesslich ins Innere des Knochens, in die Markräume, übertreten. Knochengewebe finden wir erst bei den Wirbelthieren zur Ausbildung gelangt; es dient hier entweder als Stütz- und Schutzgewebe für verschiedene Organe, oder es bietet die festen Drehpunkte und starren Verbindungen beim Locomotionsskelet derselben.¹⁾

Fig. 29. Verschiedene Gewebszellen.

Schliesslich mag noch eine Gewebsart erwähnt werden, welche keiner der eben besprochenen bestimmt zuzuzählen ist, das Pigmentgewebe. Dasselbe besteht aus meist flachen Zellen, welche randständig zahlreiche Ausläufer aufweisen, die mit einander anastomosiren können. Das Plasma einer solchen Pigmentzelle hat nun einen eigenartigen, bei verschiedenen Thieren oft sehr verschieden gefärbten, krystallinischen Stoff ausgeschieden, wodurch das Aussehen der Zelle bestimmt wird. Häufig besitzen solche Pigmentzellen im hohen

1) Die Kalkablagerungen an den Panzern und Schalen der niederen Thiere, sowie das Chitinskelet der Insekten, Haare, Schuppen, Federn und Zähne sind im vergleichend anatomischen Theile zu besprechen. Es sind dies wohl Zellerivate, jedoch keine eigentlichen Gewebe.

Grade die Eigenschaft der Contractilität, wodurch, wenn mehrere verschieden gefärbte Schichten derselben übereinander liegen, plötzlicher Farbenwechsel ganzer Gewebe bedingt wird (Chamäleon, Tintenfisch u. a.). Zerstreut und

wandernd findet sich diese Zellart im Bindegewebe der Amphibien, selten im Körper höherer Wirbelthiere, wo sie meist auf die Pigmentschicht und Iris des Auges beschränkt ist.

III. Organe höherer Ordnung.

Die Organe, ihre Entstehung und Wechselbeziehung.

Es sind die sogenannten Organe eines Thieres, wie schon öfter erwähnt wurde, lediglich aus dem Bedürfniss der Arbeitstheilung im Organismus hervorgegangen. — Zunächst übernehmen bestimmte Zellen oder Zellschichten bestimmte Functionen, wir bezeichneten solche als Elementarorgane; dann reicht bei weiterer Entwicklung des Körpers die Arbeit einzelner Zellen oder Gewebe nicht mehr aus, um allen an den ersteren gestellten Anforderungen zu genügen, es verbinden sich daher mehrere Gewebe, um schliesslich nur eine Körperfunktion zu übernehmen — d. h. es bilden sich Organe.

Werden z. B. Epithelzellen zur Perception von äusserlich wirkenden Reizen (Licht, Schall u. s. w.) verwandt, so können wenige derselben ohne weitere Hilfsmittel genügen, um einen niederen Organismus zu beeinflussen; wird der Körper jedoch complicirter in seinem Bau, so genügt eine geringe Anzahl Zellen nicht mehr, um die Function eines Sinnesorganes auszuüben, es müssen Hilfs-gewebe eintreten, wie z. B. Nervengewebe zur Fortleitung der von der Sinnes-zelle aufgenommenen Bewegung, Muskelzellen zur Bewegung des Körpers, der Art des Reizes entsprechend. Setzen wir als einen bestimmten Fall das Riech-organ eines Wirbelthieres. — Dasselbe hat die Function, das umgebende Me-

dium auf Stoffe zu prüfen, die in gasförmigem resp. gelöstem Zustande sich befinden und entweder auf den thierischen Körper unangenehm und schädlich wirken oder von Nährstoffen herrühren; im ersteren Falle hat das Individuum der Quelle des Riechstoffes zu entfliehen, im letzteren dieselbe aufzusuchen. — Jene unwägbaren Spuren der riechenden Substanz werden in kleiner Menge dem Geruchsorgane zugeführt, hier von einer feuchten Fläche gelöst und den Geruchsepithelzellen mitgetheilt. Auf die Epithelzelle wird weiterhin von den Spuren des betreffenden Stoffes eine chemische Wirkung ausgeübt, die sich als Molekularbewegung des Plasmas der Zelle kundgiebt, worauf die an die Zelle tretende Nervenfibrille diese Bewegung dem Nervencentrum übermittelt, von dem aus dann andere Gewebe (Muskeln, weitere Sinnesorgane u. a.) in Activität gesetzt werden; es treten Willensäußerungen auf. — Um die percipirende Epithelschicht feucht zu halten und also zur Lösung des Riechstoffes geeignet zu machen, sind weiterhin Drüsen im Umfang derselben nöthig, die continuirlich das erforderliche Secret liefern. Ferner müssen Vorrichtungen getroffen sein, durch welche das zu prüfende Gas oder Wasser dem Geruchsorgan zugeführt wird; es geschieht dies dadurch, dass dasselbe zu Anfang der Athmungsorgane steht und die Athemluft resp. das Athemwasser in einem Strome an ihm vorbeistreichen. Endlich verlangen die zarten, äusserlich liegenden Gewebe einen Schutz gegen mechanische Einflüsse und sind zu diesem Zwecke entweder in Gruben verlegt oder mit schützenden Skelet- und Weichtheilen überdeckt. Wir könnten immer noch weiter gehen, wenn wir auf den Zusammenhang dieses einen Organs mit dem Geschmacksorgan, seine Ernährung und Neubildung eingehen wollten, sehen jedoch schon genugsam, welch ein Anzahl von Geweben zur normalen Functionirung eines Organes in Anspruch genommen werden kann.

Die Organe eines Körpers stehen sämmtlich in Wechselbeziehung zu einander, so dass die Zerstörung eines derselben nicht ohne nachtheilige Folgen für den Gesamtorganismus bleiben kann.

Ein Organ ist der Theil eines complicirter gebauten thierischen Körpers, welcher zum Zweck der Arbeitstheilung in dem letzteren eine Hauptfunction desselben auszuüben hat. Der Charakter eines Organs wird durch das Vorwiegen eines Gewebes bestimmt, dessen Leistungen durch die anderer Gewebe (Gewebe zweiten Grades) unterstützt werden. Die Organe treten in Correlation, so dass der Wegfall eines derselben von nachtheiligem Einfluss auf alle übrigen ist.

Gewisse Organe dürfen dem höher entwickelten Thierkörper niemals fehlen, es sind die, welche zur Aufnahme und Umsetzung der Nahrung, zur Respiration und Fortpflanzung dienen; da dieselben auch, wenngleich morphologisch verschieden, den Pflanzen eigen sind, pflegt man sie als vegetative Organe zu bezeichnen. — Es sind: Verdauungs- und Athmungsapparate, Blutgefässsystem und Fortpflanzungsorgane.

Um die Functionen der vegetativen Organe zu unterstützen, treten am Thierkörper dann noch weitere Organe auf, welche zur Fortbewegung, zum Schutze und zur Stütze des Körpers dienen. Sie brauchen nicht vorhanden zu sein und fehlen häufig theilweise. Da sie dem thierischen Organismus allein

zukommen, bezeichnet man sie als animale Organe. — Es sind: das Skelet- und Muskelsystem, das animale und das vegetative Nervensystem, sowie die verschiedenen Sinnesorgane.

Man spricht von Organen, Organapparaten und Organsystemen. Gleichartig gebaute Organe, die zusammenhängend oder getrennt dem Thierkörper zukommen, pflegt man als Organsysteme zu bezeichnen (Gefässsystem zusammenhängend, Skeletsystem aus oft getrennten Theilen bestehend). Einzelorgane, welche untereinander verschieden gebaut sind, in ihrer Gesamtheit jedoch in einem Organe entsprechend functioniren, werden Organapparate (Verdauungsapparat) genannt.

Anpassung, Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe.

Äussere Verhältnisse sind es, welche sowohl die Gestalt des Thieres, als auch die Entwicklung seiner Organe beeinflussen. Der Thierkörper hat das Bestreben, sich diesen äusseren Verhältnissen, die auf ihn einwirken, anzupassen.

Zunächst sind es die Elementarorgane des Körpers, die Zellen, welche die Eigenschaften ihres Protoplasmainhaltes, wenn auch nur verschwindend wenig verändern; dadurch wird die Function des Gewebes, dann die des Organes und schliesslich des Gesamtorganismus verändert. Es brauchen diese Veränderungen nicht sofort an einem Individuum zum deutlichen Ausdruck zu kommen, sondern sie können sich bei der Nachkommenschaft desselben erst weiter bemerkbar machen.

Die Wirkung aber, welche auf die Zelle ausgeübt wird, theilt sich dem gesamten Organe mit; ist dieselbe eine die Thätigkeit desselben steigernde, ohne die Gewebe resp. das Organ überanzustrengen, so wird das letztere entschieden in seiner Leistungsfähigkeit verstärkt werden, es vervollkommenet sich, — ist sie andererseits eine die Organisation hemmende, so tritt nach und nach Erschlaffung des Organes ein, welche bis zur schliesslichen Verkümmernng desselben führen kann, das Organ wird rudimentär.

Ein Sinnesorgan z. B., welches eine gewisse Stufe der Ausbildung erreicht hat, wird stärker in Anspruch genommen, d. h. äussere Reize wirken intensiver auf dasselbe ein; die Folge davon ist, dass die Sinnesepithelzellen energischer gereizt werden und dem Reize sich so lange accommodiren, als derselbe ein gewisses Maximum nicht übersteigt. Das Plasma dieser Zellen passt sich der Bewegung von aussen an und übermittelt diese Bewegung energischer dem leitenden Nerven, als es vielleicht sonst der Fall gewesen. Der Stoffumsatz in der Zelle und dem Nerv wird ein grösserer als bisher werden, weil die Arbeit verstärkt, und dauert an, weil diese nicht zu gross ist, dadurch werden die ernährenden Gewebe gleicherweise beeinflusst. Durch solche stetig wirkende kleine Reize wird die Sinneszelle und mit dieser das Gewebe, welches mit ihr in directer Verbindung steht, mehr und mehr modificirt. Dauern solche Veränderungen durch Generationen hindurch fort, so werden nach und nach auch entfernter stehende Gewebe in Mitleidenschaft gezogen, und es kommt schliess-

lich ein Organ zu Stande, welches von dem ursprünglich angenommenen sowohl in physiologischer als morphologischer Beziehung wesentlich verschieden sein kann.

Tritt das Entgegengesetzte ein, wird z. B. der Lichtreiz, der auf die Sinneszellen der Retina des Auges einwirkt, vermindert oder ganz aufgehoben, so wird dadurch die durch die Lichtwellen bewirkte Molekularbewegung in den einzelnen Zellen modificirt, verlangsamt. Diese Aenderungen treffen gleicherweise die Nerven und die ernährenden Schichten, welche letztere nun die ihnen zugeführten Nährstoffe nicht ganz verwenden, sondern zurückströmen lassen und selbst geringer arbeiten. Nach und nach tritt ein gegen Lichtreiz vollkommen indifferentes Gewebe an Stelle des angenommenen ersten Sinnesepithels — das Sehvermögen erlischt und das inactive Organ bildet sich immer mehr zurück, wird rudimentär. Dergestalt finden wir es z. B. bei Höhlenkrebsen, welche wohl noch die Augensiele, denen die Augen ehemals aufsaßen und bei nahen Verwandten noch aufsitzen, entwickelt zeigen, von lichtperceptionsfähigen Organen und Geweben aber keine Spur mehr besitzen, weil letztere nicht verwendet werden können. Eine höhere und feinere Ausbildung haben aber die Tastorgane dieser Thiere erfahren, weil sie als Hauptorientirungsapparate mehr und mehr in Anspruch genommen wurden.

Beobachtungen am eignen Körper werden ebenfalls leicht constatiren lassen, wie durch zweckmässig verstärkten oder unzweckmässigen Gebrauch verschiedene Organe (Muskeln, Sinnesorgane u. s. w.) verbessert resp. verschlechtert werden können.

Homologie und Analogie der Organe.

Je nach dem verschiedenen Grade der Verwandtschaft, den die verschiedenen Thierformen zu einander haben, werden dieselben in Hauptgruppen oder Stämme eingetheilt, deren man neuerdings neun anzunehmen pflegt. Die Unterschiede zwischen denselben beruhen auf verschiedener Entwicklung und Ausbildung der verschiedenen Gewebe resp. Organe. Bei den Thieren, welche einer gleichen Gruppe angehören, lassen sich die verschiedenen Organe als gleich angelegt auffassen, wenn sie sich auch später verschieden hoch entwickeln; das Auge der Wirbelthiere z. B. zeigt sich bei sämtlichen Ordnungen derselben als eine im ersten Embryonalleben gleich angelegte Ectodermbildung und repräsentirt als umgebildetes Organ schliesslich Formen, welche weit von einander abweichen. Andere Organe haben hinwiederum eine ungleiche Entwicklung und zeigen schliesslich doch gleiche physiologische Functionen, so z. B. Darm und Epidermis beim Blutegel und Bandwurm — Haut und Lunge beim Frosch u. s. w. — Die Organe der ersten Art bezeichnet man, da ihre Genese die gleiche, als *Homologa*; die der zweiten, genetisch verschiedenen, aber physiologisch gleichwerthigen als *Analoge*.

Gegenbaur unterscheidet weiterhin wieder eine allgemeine und eine spezielle Homologie.

Allgemeine Homologie findet statt zwischen den an einem Körper

mehrfach auftretenden Organen. Vergleichen wir die Körpersegmente eines Gliederthieres, die Wirbel eines Wirbelthieres mit einander, so begründen wir allgemeine Homologien. Diese lassen sich in weitere Unterabtheilungen zerlegen.

a) *Homotypie* tritt bei Organen ein, welche sich als symmetrische Gegenstücke zu einander verhalten, wie rechtsseitiges Sinnesorgan zum gleichartigen linksseitigen.

b) *Homodynamie* besteht zwischen gleich ausgebildeten Theilen des Körpers, welche in der Hauptachse desselben hinter einander liegen, wie die Körpersegmente der Würmer, die Wirbel derselben Abschnitte der Wirbelsäule der Wirbelthiere u. a.

c) *Homonomie* bezeichnet das Verhältniss zwischen denjenigen Körpertheilen, welche nur einem Abschnitte der Längsachse oder einer Querachse des Körpers angelagert sind. Als solche gelten z. B. die Stacheln der Brust- und Bauchflosse der Fische, die Finger und Zehen der Hände und Füße u. s. w.

Spezielle Homologie, *Homologie* im engeren Sinne bringt das Verhältniss genetisch gleich angelegter Organe oder Organtheile bei Formen derselben Thiergruppe zu einander in Beziehung. Zwischen der vorderen Extremität der verschiedenen Wirbelthiere findet z. B. spezielle Homologie statt.

Je nach der verschiedenen gleichmässigen Ausbildung homologer Organe unterscheidet man:

a) *Complete Homologie*, welche jene Organe zeigen, die sich nach Lage und Verbindung unverändert und vollständig erhalten zeigen, z. B. die Oberarmknochen der Vertebraten; das Herz der Amphibien und Reptilien.

b) *Incomplete Homologie*, die sich dadurch ausdrückt, dass sich ein Organ im Verhältniss zu einem anderen mehr oder weniger weit entwickelt zeigt. Als Beispiel mag nochmals das Wirbelthierauge gelten, welches bei Fischen eine wesentlich einfachere Ausbildung zeigt, als beim Vogel und Säugethier.

Weiteres über Organbildung, Homologien und Analogien der verschiedenen Organe wird im folgenden Abschnitte gegeben werden.

IV. Vergleichende Anatomie.

Es ist Zweck einer jeden vergleichenden Betrachtungsweise des Thierkörpers, gleiche Verhältnisse zusammenzufassen, um aus der Gesamtheit derselben Schlüsse auf die Entwicklung des Individuums und der Thierreihe ziehen zu können. — Eine vergleichende Entwicklungsgeschichte hat uns mit der gleichartigen Entstehungsweise gleicher Organe und Organsysteme bekannt zu machen; die vergleichende Gewebelehre benützt die so gewonnenen Resultate, um die verschiedenen Gewebe der Thiere in Beziehung zu bringen; die vergleichende Anatomie sucht endlich, gestützt

auf oben genannte Disciplinen, die Organe und Organsysteme des Thierkörpers in Reihen zu bringen, deren einzelne Glieder sich von einander ableiten lassen, sich aus einander entwickelt haben.

Ferner hat die vergleichende Anatomie uns mit dem Werthe bekannt zu machen, den ein Organ als Theil des Ganzen hat, wie es sich zu anderen Körpertheilen und Organen verhält, in welcher Anzahl und Form es vorkommt und wie sich der feinere Bau desselben darstellt. Auch die Resultate der Paläontologie hat sie sorgfältigst in Betracht zu ziehen, um etwaige Lücken in einer Organreihe auszufüllen.

Im Folgenden sind die Reihen der Organe zusammenhängend kurz behandelt und jene Verhältnisse, die in anderen Abschnitten, wie in der Systematik und Entwicklungsgeschichte, weiter ausgeführt sind, nur angedeutet.

Ursprung der Organe.

Es sei hier kurz vorausgeschickt, dass sich die Organe aus verschiedenen Zellschichten oder Urgeweben entwickeln, welche durch Theilung einer einfachen Zelle, der Eizelle, entstanden sind. Selbstredend ist es zur Zeit unmöglich, vollständig feststehende Gesetze für die Entwicklung der verschiedenen Organe in den verschiedenen Thierklassen zu geben.

Die Eizelle, welche mit oder ohne sogenannten Nahrungsdotter ausgestattet, befruchtet oder unbefruchtet sein kann, macht zunächst den sogenannten Furchungsprozess durch. Nehmen wir den denkbar einfachsten Fall, bei dem weder Nahrungsdotter noch Spermaeinwirkung vorhanden ist, so gestaltet sich das Bild der Zelltheilung und

der Primitivschichtenbildung ungefähr folgendermaassen: der Kern (Keimbläschen) der Eizelle geht zunächst eine Reihe von Veränderungen ein, welche das Auftreten zweier neuer Kerne zur Folge haben; um diese neuen Kerne gruppirt sich das Protoplasma des Eies und bildet also zwei neue Zellen (Fig. 30 A); diese zwei ersten (sogenannten Furchungskugeln) machen die gleiche Kern- und Plasmatheilung durch, wodurch dann vier

neue entstehen (Fig. 30 B). In gleicher Weise bilden sich 8, 16, 32 u. s. w., welche sich in Gestalt einer Hohlkugel an einander legen (Fig. 30 C, D). Durch Einstülpung an einer Stelle oder durch Zelltheilung nach innen wird dann eine theilweise oder durchweg doppelschichtige Hohlkugel (Gastrula) gebildet. Die äussere Zellschicht führt dann die Bezeichnung Ectoderm (Exoderm s. Epiblast) (Fig. 30 E, *ec*), die innere heisst Entoderm (Hypoblast) (Fig. 30 E, *en*); zwischen beide schiebt sich dann meist eine dritte Zelllage, das Mesoderm

Fig. 30. Eifurchung. A zwei, B vier Furchungskugeln; e einschichtige Zellkugel; D Durchschnitt derselben; E Gastrulaform, *ec* Ectoderm, *en* Entoderm, *m* Gastrulamund; F Keimblattbildung des Eies von Bonellia (nach SPENGLER), (ist keine Weiterentwicklung von E), *ec* Ectoderm, *en* Entoderm, *me* Mesoderm.

(Mesoblast) (Fig. 30 *F, em*). — Bei einem höheren Thiere, dem Wirbelthiere z. B., entwickeln sich weiterhin beispielsweise aus

dem Ectoderm :	dem Mesoderm :	dem Entoderm :
der Stütz- und Empfindungs- apparat: Oberhaut, Nerven- system und spezielle Sinnes- organe.	der Hilfsmechanismus: Binde- gewebe, inneres Skelet, Mus- kelapparat, Gefässe und Darmrohr.	der Verdauungs- und Secre- tionsapparat: Epithelschicht des Darmrohres und der diesem beigefügten Drüsen.

A. Verdauungsapparat.

Da die Nahrung des Thieres der Hauptsache nach aus fester Substanz besteht, welche in den Körper aufgenommen wird, hier einige Zeit verweilt und während dieser Zeit zum Theil chemisch verändert und verflüssigt werden muss, um von den Geweben resorbirt werden zu können, so muss sich im allgemeinen der verdauende Apparat des Körpers in drei Haupttheile gliedern: in einen schlauch- oder röhrenförmigen, der die Nahrung in sich aufnimmt, sie längere Zeit im Körper zurückhält und die unverdauten Reste wieder auszuscheiden vermag; an denselben schliesst sich zweitens der Drüsenapparat an, welcher die Nahrung mittelst verschiedener Secrete löst, worauf sie von dem dritten, dem Resorptionsapparat aufgesogen und in die verschiedensten Körpertheile transportirt werden kann (weiteres über Nahrung und Nahrungsaufnahme vergl. S. 23 u. f., sowie S. 96).

Protozoen. Der einzellige Leib dieser niederen Organismen entbehrt eines besonderen Verdauungsorganes. Das Zellplasma, die Sarkode, übernimmt alle Functionen des Körpers: verdaut, empfindet, bewegt sich u. s. w.

Die in Thieren oder Pflanzen schmarotzenden Formen (Gregarinen) nehmen auf osmotischem Wege eine schon vom Wirthe verflüssigte Nahrung auf. — Die Amöben und die in Kammern sitzenden Rhizopoden umfliessen feste Nahrung mit den Pseudopodien, lösen das Verwendbare und stossen das Unverdauliche sofort wieder aus. — Die mit festen Membranen versehenen Infusorien befördern den im Wasser fein vertheilten organischen Detritus durch strudelnde Cilien nach der membranlosen Mundstelle und von dort ins Innere des Körpers. Das Unverdauliche wird auf demselben Wege wieder zurückbefördert.

Coelenterata s. Zoophytæ. — Der Coelenteratenkörper ist in keinem Falle so einfach wie der der Protozoen gebaut, sondern besteht auch bei den niedrigsten Formen aus einer Vielheit von Zellen, die sich zu mindestens zwei Schichten schlauchförmig an einander legen. — Die äussere Schicht, das Ectoderm, übernimmt die Bewegung, Athmung und Empfindung, die innere, das Entoderm, die Functionen der Verdauung. Zwischen beiden Schichten ist in der Regel auch das Mesoderm entwickelt, welches hier meist den Stützapparat ausscheidet.

Spongiae. Der Körper eines niederen Schwammes ist, wie z. B. der von Olynthus, zunächst einfach flaschenförmig, mit einem Ende feststehend, das andere mundartig geöffnet. Dieser sogenannte Mund (Osculum) ist mit

einem Strudelapparate ausgestattet, der die Nahrung in die innere verdauende Cavität (Centralhöhle) befördert. Durch Sprossung entwickelt sich an einem solchen einfachen Individuum ein gleichartiges zweites, drittes u. s. w., welche mit einander in Verbindung bleiben können und deren Centralhöhlen vielfach zu einer gemeinsamen verschmelzen, die zunächst durch die, die Anzahl der Individuen bestimmenden Oscula mit der Aussenwelt in directer Verbindung steht. Weiterhin entstehen dann in der Leibeswandung selbst eine grössere oder geringere Anzahl von sich öffnenden und schliessenden Poren (Dermalporen), die für höhere Schwämme dadurch von Wichtigkeit werden, dass sie nicht als einfache Poren auftreten, sondern in kleine Kammern führen, welche mit Wimperzellen ausgestattet sind, die wir wahrscheinlich als Ectodermzellen anzusehen haben; aus diesen sogenannten Wimperkammern führen dann andrerseits wieder Poren zu der Centralhöhle, dem Gastralraume (so bei *Sycon*). Bei einzelnen Kiesel- und Hornschwämmen können die Gastralräume rudimentär werden und die Dermalkanäle und Wimperkammern einzig an ihre Stelle treten; weiter können die Gastralräume vorhanden sein, die Oscula jedoch verschwinden und durch die Dermalporen ersetzt werden. — Die innere Höhle kann sich dadurch etwas compliciren, dass Septa in ihr auftreten.

Cnidariae. Schon äusserlich bemerken wir bei Medusen und Korallen den ihnen eignen radiären Bau, der sich auch meist auf die inneren Organe erstreckt.

Am einfachsten ist der Körper der *Hydra* gebaut (vergl. S. 23, Fig. 5 C). Die verdauende Cavität ist einfach sackförmig, von einer Entodermis ausgeteilt und setzt sich in die mundständigen Tentakeln fort. — Vereinigen sich eine grössere Anzahl ähnlicher Polypen zu einem Stock, so tritt der Verdauungscanal aller Personen durch Zwischencanäle in Verbindung, welche letztere als einfache Gefässe zur Fortleitung des Speisesaftes zu betrachten sind und die Bildung eines sogenannten Gastrovascularsystems herbeiführen. Bei den frei schwimmenden Polypenstöcken, den Siphonophoren (siehe Fig. 4, n), ist die Aufnahme und Verdauung der Nahrung nur an einzelne Personen (nutritische Personen) geknüpft, die in ihrem Bau ungefähr der *Hydra* gleichen und durch ein einfaches Gefässsystem mit den Geschlechts- u. s. w. Personen in Verbindung stehen. Bei den Medusen, deren gallertiger Körper sich der Form nach am besten mit einem gestielten Hutpilze vergleichen lässt, besteht das Gastralsystem aus einem einfachen, central gelegenen Magen, der bei den gestielten Formen in dem Stiele liegt und sich mit einem einfachen, vielfach von Tentakeln umgebenen Munde nach unten öffnet (Fig. 34). Von diesem Magen aus verlaufen längs der concaven Seite des Schirmes radiär gestellte, einfache oder verästelte Canäle bis fast zum Rande des Schirmes, wo sie in ein allen gemeinsames Ringgefäss einmünden (der schraffierte Theil der Figur stellt den centralen Magen, die Radiärkanäle (4) und den Ringcanal dar). — Die becherförmigen, festsitzenden Lucernarien besitzen einen einfachen weiten

Fig. 31. Eine Thaumantias. A von der Unterfläche, B von dem Durchschnitte gesehen. In der Mitte des Körpers befindet sich der Magen, von dem die Radiärkanäle zum Ringcanal ausstrahlen. (Nach GEGENBAUR.)

Magen, der sich durch ein vierzipfeliges Mundrohr nach aussen öffnet, mit vier Taschen in den Stiel hineinragt und vier seitliche, im Glockenmantel radiär verlaufende Canäle aussendet, welche, wie bei den Medusen, durch einen Ringcanal in Verbindung stehen.

Eine weitere Modification des bis jetzt noch ziemlich einfachen Gastral-systemes zeigt der Körper der Anthozoen (Korallen). Die verdauende Cavität bleibt in ihrem vorderen Theile nicht einfach, sondern erfährt dadurch, dass sich der äussere Rand nach innen umkrepelt, eine höchst wichtige Veränderung — es erfolgt die erste Anlage einer Leibeshöhle. Das umgestülpte Ende fungirt als verdauender Abschnitt (Fig. 38 g) und die assimilierte Nahrung sammelt sich in dem um und unter diesem primitivsten Darmrohr befindlichen Hohlraume (*u*), der in seinem oberen Theile durch verschiedene Septa (*s*) in eine grössere oder geringere Anzahl von Kammern getheilt wird, deren Zahl mit der der Tentakeln übereinstimmt. Diese Scheidewände (Mesenterialfalten) führen bis zum Grunde der Tentakeln, in welche sich die Kammern dann weiterhin fortsetzen. — Der nach unten offene Theil des sogenannten Magenrohres kann sich bei einzelnen Formen gegen die Leibeshöhle hin durch einen Ringmuskel verengen oder ganz verschliessen. Die Mundöffnung dient gleichzeitig als After. — Bei den stockbildenden Korallen stehen die Centralhöhlen der einzelnen Individuen durch ein Canalsystem in Verbindung. Weiterhin wird die äussere Körperwand vieler Anthozoen von zahlreichen feinen Poren durchsetzt, die einen Durchtritt des Wassers durch den Gastralapparat gestatten; andere besitzen nur eine solche Oeffnung oder an den Tentakelspitzen je eine.

Die Ctenophoren (Rippenquallen) haben eine längere, mehr oder minder weite Magenröhre, die sich in die als Trichter bezeichnete Centralhöhle öffnet. Von der letzteren aus verlaufen Radiargefässe zu den sogenannten Rippen — die sie dann weiterhin durchziehen — und zwei in der Längsachse des Körpers; von diesen gabelt sich das eine am aboralen Pole und mündet mit zwei verschliessbaren Oeffnungen direct nach aussen.

Echinodermata. Stachelhäuter. Der meist in der Fünzfahl radiär gebaute Körper dieser Thiergruppe besitzt einen von der Leibeshöhle abgeschlossenen, mit Mund- und Afteröffnung versehenen Darmkanal, mit dem das Gefässsystem nicht mehr in directer Verbindung steht; ausserdem treten an einzelne Abschnitte desselben drüsenartige Gebilde heran, deren Functionen jedoch noch nicht mit absoluter Gewissheit anzugeben sind. Der Verdauungsapparat zerfällt in die drei Theile: Speiseröhre, Magen und Darm, an den sich noch eine Cloake anschliessen kann.

Die Crinoiden, deren Körper meist auf einem längeren gegliederten Stiele fest sitzt, zeigen den radiären Bau am schärfsten durch fünf oder mehr Arme ausgedrückt, welche am Rande des kelchförmigen Körpers stehen und mit kurzen Tentakeln besetzt sind. Mund und After liegen im Grunde des Kelches, der Mund central, der After excentrisch auf der ambulacralen Fläche (vergl. Skelet). Der Mund öffnet sich in eine kürzere Speiseröhre (Oesophagus), an die sich der weitere Mitteldarm anschliesst, der im vorderen Theile einen

kleinen Blindsack bildet, dann nach kurzem Verlaufe sich umbiegt, einen vollkommenen Spiralbogen nach oben beschreibt und mit dem Enddarm durch den After nach aussen mündet.

Die *Asteroiden* (Seesterne) haben einen flachen, meist fünfseitigen Körper, der sich an den Ecken in mehr oder weniger lange Arme, die ausserdem oft weitläufig verästelt sein können, auszieht. Im Centrum der Bauchfläche liegt die Mundöffnung, welche mit kalkigen, dem Hautskelet angehörnden Papillen und Stacheln als Kauwerkzeugen ausgestattet ist. Die Speiseröhre ist kurz und weit; der Mitteldarm (Magen) taschenartig und häufig rosettenförmig; wenn ein After vorhanden ist, so liegt derselbe auf der Rückenseite des Körpers. Vom Darm aus erstrecken sich paarige, gelappte Blindsäcke in die Arme; der Ausführungsgang derselben geht häufig unpaarig vom Magen aus und gabelt sich bald darauf nach je einem Blindsacke zu.

Bei den *Echinoiden* (Seeigeln) verläuft der Darmcanal schwach gewunden in der Körperachse. Der Mund liegt bauchständig und ist mit einem kräftigen, aus fünf spitzen Endstücken und mehreren folgenden Stützplatten gebildeten Kauapparate (der Laterne des *ARISTOTELES*) ausgerüstet. Der After liegt dorsal, excentrisch, auf einer Ambulacralplatte (vergl. Fig. 39). Der Kiefer- und Zahnapparat fehlt der Ordnung der *Spatangoideae*.

Die *Holothurien* endlich besitzen einen langen, gekrümmten Verdauungscanal, dessen am vorderen Leibesende gelegener Mund von zahlreichen, schwellbaren Fangarmen umgeben ist. Die Speiseröhre ist nach hinten zu verengt, der Magen kurz, der Darm lang, meist doppelt gekrümmt, und endet in eine weite, taschenförmige Cloake, in welche die Geschlechts- und Excretionsorgane gleichfalls münden, und die sich durch einen am hinteren Leibespole gelegenen After nach aussen öffnet.

In der Leibeshöhle ist der Verdauungsapparat der Echinodermen durch Bindegewebsstränge an der Leibeswand befestigt und wird meist von dem später zu besprechenden Gefässsystem begleitet, durch welches der Nahrungssaft den einzelnen Organen zugeführt wird.

Vermes, Würmer. Aeusserst verschieden ist die Aufnahme der Nahrung und der Bau der verdauenden Cavitäten bei dieser vielgestaltigen Thiergruppe. Im Allgemeinen lässt der Verdauungsapparat auch hier eine Speiseröhre, einen Mittel- und einen Enddarm unterscheiden. Der After kann fehlen und endlich bei parasitirenden Formen der gesammte innere Verdauungsapparat.

Plathelminthes. Die Klasse der Plattwürmer zeigt alle eben angeführten Eigenthümlichkeiten des Verdauungsapparates.

Die *Cestodes*, Bandwürmer, entbehren des Mundes und des Darmapparates. Als Resorptionsfläche für die vom Wirthsthiere schon bereiteten Nahrungssäfte dient die Oberfläche des langgestreckten, platten und in der Regel gegliederten Körpers.

Die ungegliederten, blattförmigen, selten cylindrischen *Trematoden*, Saugwürmer, besitzen eine Mundöffnung, die am vorderen Leibesende meist im Grunde eines kleinen Saugnapfes liegt und in einen musculösen Raum (*Pharynx*) führt, von dem aus sich die Speiseröhre in den gablig getheilten und

meist vielfach verästelten Darmcanal fortsetzt. Der Darmcanal mit seinen Ausläufern endigt blind. Die innere Auskleidung des Darmcanales geschieht durch einen einfachen Epithelbelag.

Die Turbellarien, Strudelwürmer, besitzen stets eine Mundöffnung, die jedoch vom vorderen Leibesende fort gegen die Mitte der Bauchfläche hin verschoben sein kann. Der Pharynx ist musculös und vielfach rüsselartig vorstreckbar. Der Magen-Darmcanal fehlt nur wenigen Formen (*Convoluta*, *Schizopora*), meist ist er wie bei den Trematoden gabelig verzweigt und verästelt oder er ist einfach. Bei den *Rhabdocoelen* und *Dendrocoelen* fehlt der After.

Nemathelminthes, Rundwürmer. Der Verdauungsapparat ist verschieden gebaut, stets dem runden, schlauch- oder fadenförmigen Leibe angepasst.

Die Nematoden, Fadenwürmer, zeigen die Mundöffnung am vorderen Leibespole. Der Pharynx ist eng, dreikantig, nach innen mit einer Chitinschicht ausgekleidet, die bei einzelnen Gruppen mit zahnartigen Leisten ausgestattet ist (*Rhabditis*, *Oxyuris*). Der weite, aus einer Zellschicht gebildete Darmcanal ist nach innen zu mit einer feinen Cuticularschicht ganz oder theilweise bedeckt und mündet mit einem After kurz vor dem hinteren Leibesende nach aussen.

Den im Inneren einzelner Thierformen schmarotzenden *Acanthocephalen*, Kratzer, fehlt wie den Bandwürmern der innere Verdauungscanal.

Rotiferi, Räderthiere. Charakteristisch für diese Klasse der Würmer ist der der Locomotion dienende und gleichzeitig die Nahrung herbeischaffende Räderapparat am vorderen Leibesende. In ein oder zwei Curven stehen oberhalb der Mundöffnung eine grosse Anzahl feiner Cilien, weiterhin verlaufen noch vom Rücken zum Bauche ähnliche Flimmerleisten, welche durch ihr den zuerst angeführten Cilien conträres Schwingen die herbeigestrudelte Nahrung dem Munde zuführen. Die Mundöffnung führt in den Schlundkopf, welcher mit einem sich während der Flimmerung gegen einander bewegenden Kieferapparat ausgestattet ist und mit einer kurzen, selten langen Schlundröhre in den Magen führt, an den sich meist ein Enddarm anschliesst, der dann mit einem dorsal gelegenen After ausmündet. After und Enddarm fehlen selten. Als Anhangsorgane sind zwei in den vorderen Magenabschnitt mündende Drüsen anzuführen.

Gephyrei, Sternwürmer. Der gewöhnlich lange cylindrische Körper dieser Klasse besitzt an seinem vorderen Ende einen unbeweglichen oder zurückziehbaren Rüssel, an dessen oft mit Tentakeln versehener Spitze bei einzelnen Formen die Mundöffnung liegt, andernfalls befindet die letztere sich an der Rüsselbasis. Der Schlund ist vielfach mit Zähnen bewaffnet. Der Darmcanal meist länger als der Körper und dann vielfach gewunden. Der After liegt dorsal und rückt oft weit gegen das vordere Leibesende zu. In den Darmcanal münden verschiedene Anhangsdrüsen.

Annelides, Gliederwürmer. Der Körper ist gegliedert und zeigt auch der Darmcanal durch Einschnürungen oder Bildung von seitlichen Blindsäcken die Metamerenbildung.

Hirudines, Blutegel. Die Mundöffnung liegt in einem kleinen, ven-

tral gekehrten Saugnapfe am vorderen Körperende. Der Schlund ist mit zwei oder drei scharf gezähnten Chitinleisten, den sogenannten Kieferplatten, ausgestattet, durch deren Hin- und Herreibung die längliche, resp. dreikantige (medizinischer Blutegel) Wunde erzeugt wird, bei den Rhynchobdelliden treffen wir in der Mundhöhle einen kräftigen vorstreckbaren Rüssel. Der Schlund ist kurz, musculös und functionirt nach Art einer Saugpumpe. Der Darm ist gerade gestreckt und entweder den einzelnen Segmenten entsprechend eingeschnürt, oder, wie bei dem medizinischen Blutegel, in jedem Segmente mit seitlich gelappten Blindsäckchen versehen. Der Enddarm ist dem Vorderdarm ähnlich gebaut und öffnet sich durch den oberhalb der hinteren Saugscheibe liegenden After nach aussen. — Schlauchförmige Drüsen finden sich im Schlundtheile.

Die Chaetopodes, Borstenwürmer, schliessen sich, was den Bau des Verdauungscanales anlangt, den soeben besprochenen Hirudineen an. Der Schlund, mit Papillen oder Zähnen bewaffnet, kann rüsselartig vorgestreckt werden. Der Darm ist gegliedert, mit Ausbuchtungen versehen und in jedem Segmente durch Fäden oder Bänder (Dissipimente) der Leibeswand verbunden. — Drüsen finden sich, wie beim Regenwurm z. B., zahlreich an der Speiseröhre. Bei den Oligochaeten folgt auf diese lange Speiseröhre ein Kropf, auf diesen ein Muskelmagen und endlich der Dünn- und Enddarm; ersterer zeichnet sich durch eine von oben her in ihn einspringende rinnenartige Falte (Typhlosolis) aus.

Arthropoda, Gliederthiere. — Entsprechend der oft bedeutenden körperlichen und psychischen Leistungsfähigkeit, welche einzelne Gruppen dieser Thierklasse zu entwickeln im Stande sind, treffen wir im Verdauungsapparate, wie in einem jeden anderen Organsysteme, eine grosse Reihe von Complicationen und Vervollkommnungen den bis jetzt besprochenen Klassen gegenüber. Die äusseren, dem Verdauungsapparate zugehörigen Mundwerkzeuge sind eingehend bei der Schilderung des Hautskelets behandelt.

Der Darmcanal fehlt nur wenigen parasitirenden Formen, sonst ist an demselben Mund, Speiseröhre, Magen, Dünn- und Enddarm mit After meist wohl zu unterscheiden. Mit seinen verschiedenen Abschnitten treten mannigfach gestaltete und functionirende Drüsen in Verbindung.

Crustacea, Krebse. Der ventral gelegene, von einer Ober- und einer Unterlippe begrenzte Mund wird von Kauwerkzeugen umgeben, die aus modificirten Gliedmaassen hervorgegangen sind (vergl. Hautskelet). Die Speiseröhre ist musculös, nach aufwärts gerichtet und führt in den Vormagen, in dessen Muskel-Wandungen vielfach Kauplatten eingeschaltet sind (z. B. Chitinplatten beim Flusskrebs). An den Kaumagen schliesst sich der weite Magen- oder Chylusdarm an, auf diesen folgt der Mitteldarm, der mit einem engeren kurzen Enddarm nach aussen mündet. Bei Rhizocephalen wird der Verdauungscanal rudimentär.

Von Drüsen sind vor allen die Leberschläuche zu nennen, die in verschiedener Anzahl (z. B. zwei bei Daphnien, viele beim Flusskrebs) in den Mitteldarm münden. Der Enddarm führt bei einigen Formen in seiner Wandung

Drüsenzellen oder es gehen zu demselben kurze Drüsenschläuche, die als Harn secernirende Apparate aufzufassen sind.

Bemerkenswerth sind noch zwei rundliche Kalkconcremente (Krebsaugen), die sich bis zur Zeit der Häutung im Kaumagen der Dekapoden (Flusskrebs) finden und als Reservematerial zur schnellen Bildung eines neuen Kalkpanzers dienen.

Arachnoidea, Spinnenthiere. Auch bei diesen Gruppen umstehen den Mund Fang- und Beissapparate, die als modificirte Gliedmaassen zu deuten sind. Die Speiseröhre ist eng, der Magen weit, mit mehr oder weniger zahlreichen seitlichen Blindsäcken ausgestattet, welche letztere sich bei einzelnen Formen selbst bis in die Gliedmaassen hinein erstrecken. Der längere Mitteldarm führt mit einer schwachen Erweiterung in den oft stark ausgedehnten Enddarm. Dem Vorderdarm kommen Speicheldrüsen, dem Magendarm Leberdrüsen und dem Enddarm Harn secernirende Drüsenschläuche zu.

Myriapoda, Tausendfüsser, und Hexapoda, Insekten. Der Mund wird von Gliedmaassen umgeben, die zu beissenden, schabenden, leckenden und saugenden Werkzeugen umgeformt sind; nach oben und unten wird er vielfach von je einer Lippe begrenzt. Die Speiseröhre ist lang und besitzt häufig (z. B. bei Raubkäfern) einen sogenannten Kropf; an die Stelle desselben tritt bei vielen Pflanzenfressern ein Kaumagen, dessen Wandungen mit oft complicirt gebauten Chitinstäbchen und -Zapfen versehen sind (bei Heuschrecken, vielen Käfern u. a.). Der meist mehrfach gewundene Mitteldarm, dessen vorderes Ende einen drüsigen Magendarm bildet, zeigt sich mit zahlreichen kurzschlauchigen Drüsen besetzt und besitzt hin und wieder (z. B. Heuschrecken) am vorderen Ende noch grössere, blindsackartige Ausstülpungen. Der Enddarm zerfällt in der Regel in einen vorderen engeren und einen hinteren weiteren Abschnitt.

Meist finden wir Speicheldrüsen am Vorder-, Leberdrüsen am Mittel-, Harn secernirende Drüsen (MALPIGHI'sche Gefässe) und sogenannte Rectaldrüsen am Enddarm zur Entwicklung gelangt.

Mollusca, Weichthiere. Der mit Mund und After versehene Darmcanal ist vollständig von der Leibeshöhle getrennt. Mund, Magen- und Enddarm, sowie Speichel- und Leberdrüsen sind ziemlich constant zu finden.

Lamellibranchiata, Muschelthiere. Der Mund ist von zwei häutigen Lippen (Ober- und Unterlippe) begrenzt; fester Kauwerkzeuge entbehrt derselbe, da die Muscheln meist von faulenden Stoffen leben. — Die Speiseröhre ist kurz und mündet in den blasenförmigen Magendarm, von dessen Pylorustheile (hinterer Magenmundtheil) ein Blindsack ausgeht. — Der Mitteldarm ist lang und liegt, mehrfach gewunden und von der grossen Leber und den Geschlechtsapparaten eingehüllt, im Fusstheile der Muschel. — Der Enddarm durchsetzt das Herz, verläuft längs der oberen Magenwand und mündet mit einem auf einer Papille liegenden After in den Mantelraum.

Bei den Scaphopoden ist der Mund mit zwei schwach entwickelten Kiefern und einer aus fünf Platten gebildeten Zunge ausgestattet. — Die Speise-

röhre führt zum Magen und an diesen schliesst sich ein langer, gewundener Enddarm an, der in den Mantelraum durch den After ausmündet.

Gasteropoda, Bauchfüsser. Von Interesse ist die Bewaffnung des Mundes, welche nur Tethys und Rhodope fehlt. Hinter der Lippe liegt ein aus zwei bis drei Theilen gebildeter horniger Kiefer. Im Boden der Mundhöhle verläuft dann weiterhin die sogenannte Zunge, auf der eine chitinige Platte, die mit Zahnreihen besetzte Radula liegt. Dieselbe entsteht in einer taschenförmigen Vertiefung, der Zungenscheide, die vom Grunde der Mundhöhle in den Leibesraum herabreicht. Das Epithel dieser Scheide secernirt die schnell fest werdende Substanz der in Querreihen angeordneten Zähnchen der Reibplatte, die in der Systematik der Gasteropoden eine wesentliche Rolle spielt. Auf die wechselnden Gestalten dieser Gebilde kann hier nicht eingegangen werden, nur sei bemerkt, dass man in der Längsrichtung eine Mittelplattenreihe, daneben die Zwischenplatten und zu äusserst die Seitenplatten unterscheidet. Ein eigner Muskelapparat, der an zwei seitlich gelegenen Knorpelsträngen, den Odontophorenknorpeln, inserirt, bewegt die Zunge und häufig auch die Zähnchen vor- und rückwärts. — Die Speiseröhre ist oft erweitert und bemerken wir hin und wieder blindsackartige Kropfbildungen an derselben. — Der vordere Magendarm ist bei einzelnen Formen zu einem Kaumagen, der mit Zahnplatten und Haken ausgestattet ist, umgewandelt. Im Allgemeinen ist der Magendarm weit, oft langgestreckt. — Der Mitteldarm geht mit einer einfachen Schlinge in den Enddarm über. — Der After liegt seitlich oder mehr dorsal.

In den Munddarm münden in der Regel zwei grosse, vielfach gelappte Speicheldrüsen, die sich längs des Magens hinziehen. Die Leber ist meist unpaarig und gross, selten paarig, theilt sich häufig in mehrere grosse Lappen. Auch der Enddarm weist Drüsen von unbekannter Bedeutung auf.

Pteropoda, Flossenfüsser. Den Mund umstehen oft zwei Tentakeln und mehrere vorstülpbare sogenannte Kopfkegel, in anderen Fällen zwei mit Saugnapfen ausgestattete Fangarme. Die Mundhöhle ist mit Kiefern und einer gezahnten Reibplatte versehen. — Die lange Speiseröhre führt in den weiten Magendarm. — Der Mittel- und Enddarm ist mehrfach gewunden. — Der After liegt seitwärts innerhalb der Mantelhöhle.

Speicheldrüsen fehlen oder sind schwach entwickelt. Die Leberdrüsen umlagern den Mitteldarm.

Cephalopoda, Kopffüssler. Der mit acht Fangarmen ausgestattete Kopf zeigt im Centrum des Armfeldes den Mund, der von einer häutigen Lippe umrandet ist. Aus ihm hervor ragen die Spitzen der papageienschnabelähnlichen, hornigen Kiefer, welche oft eine bedeutende Entwicklung erreichen. Im Grunde der Mundhöhle liegt gleichfalls eine vielgliedrige Radula, von der sechs seitliche lange Haken her-

Fig. 32. Verdauungsapparat von *Lolligo sagittata*. oe Speiseröhre. v der Magen, der Länge nach geöffnet. a Eine durch den Pylorus geführte Sonde. i Anfang des Blinddarms. e e Spiraliger Theil desselben. s Enddarm. a Tintenbeutel. b Einmündung desselben in das Rectum.
(Nach HOME.)

vorragen und zur Einziehung der Nahrung dienen. — Die Speiseröhre ist dünn und complicirt sich bei einigen Formen durch Bildung eines Kropfes am unteren Ende. — Der Magen ist weit, musculös, mit einem grossen Blindsacke der Regel nach ausgestattet; das Innere desselben zeigt eine faltige oder zottige Cuticularauskleidung. — Der Mitteldarm ist nicht besonders lang, verläuft wieder nach vorn und führt durch den kurzen Enddarm zu dem Anfang des Trichters, wo sich der After befindet.

Von Speicheldrüsen münden zwei Paar in die Speiseröhre. Die grosse Leber öffnet sich mit zwei Gängen in einen häutigen, meist spiralig gewundenen Blindsack, der kurz hinter dem Pylorus sich vom Mitteldarm aus erstreckt. Dem Blinddarm sind weiter einzelne Drüsen eigen, die in den Wandungen desselben liegen. An den Gallengängen sitzen endlich noch kleinere, in Haufen gestellte Drüsenläppchen, welche vielleicht als Bauchspeicheldrüse (*Pancreas*) functioniren.

Molluscoidea, Molluscoiden. Obwohl dieser Typus sehr verschieden weit entwickelte Formen in sich einschliesst, sind doch die Verdauungsorgane weniger als alle anderen Organe und Organsysteme verschieden entwickelt.

Den Bryozoen kommt ein einfacher, schleifenförmig gestalteter Darmcanal zu. — Der Mund liegt auf der von Tentakeln umrandeten Mundscheibe. — Die Speiseröhre ist lang und mit Flimmerzellen bekleidet. — Der Magendarm ist weit, nach unten zu in einen Blindsack ausgezogen, der durch einen Bindegewebsstrang an der Leibeswand angeheftet ist. Der Magen selbst biegt sich schlingenförmig nach oben um. — Der Enddarm verläuft neben dem Oesophagus und mündet durch den After neben der Mundscheibe nach aussen.

Drüsen sind als Anhangsorgane nicht ausgebildet, doch besitzt der Magen einen die verdauende Flüssigkeit secernirenden bräunlichen Zellenbelag.

Brachiopoda, Armfüsser. Der von Unter- und Oberlippe umgebene Mund liegt zwischen zwei spiralig aufgewundenen Armen. — Die Speiseröhre ist kurz. — Der Magendarm (Mitteldarm) ist einfach oder mehrfach gewunden und an der Leibeswand durch zwei Bänder befestigt (Gastro- und Ileoparietal-ligament). — Der Enddarm kann sich durch einen After, der in die rechtseitige Mantelhöhle mündet, nach aussen öffnen — oder der After fehlt und endet der Darm mit einer Erweiterung blind in der Bauchhöhle.

Leberanhänge sind als oft mächtige Lappen entwickelt.

Tunicata, Mantelthiere. Dieser den Wirbelthieren in Folge seiner Entwicklung vorangehende Thiertypus zeigt uns ein höchst interessantes Verhalten in seinem Verdauungsapparate dadurch, dass derselbe mit dem Respirationsapparat in Verbindung tritt, wie wir es ähnlich bei den Vertebraten zu betrachten haben werden. —

Ascidien und Salpen bilden die beiden Klassen dieser Thiergruppe und ist der Verdauungsapparat derselben im Allgemeinen folgendermaassen gebaut:

Der Mund, der als Einfuhröffnung für die Nahrung und das Athemwasser

dient, öffnet sich in einen weiten, auf dem Querschnitt dreieckigen Pharyngealraum, in dem die als Kiemen fungirenden Körpertheile liegen. Am Grunde dieses Kiemensackes verläuft ventral eine durch zwei Hautfalten gebildete Rinne (Bauchrinne, o. Endostyl), welche beiderseits mit stumpfen Ausbuchtungen endet. Am Boden der Rinne ziehen sich ein, zwei oder drei Zellstreifen hin, welche Flimmerzellen mit oft langem Cilienbesatz führen. Weiterhin gehen vom vorderen Ende der Bauchrinne Wimperstreifen zum Eingang der Kiemenhöhle, den sie umgeben, und verlaufen dann weiter dorsalwärts gegen den Oesophagus. — Die Rinne dient als Schleim secernirendes Organ. Dieser Schleim nimmt bei einer Bewegung über die Flimmerstreifen die fein vertheilte Nahrung auf und führt sie dem Oesophagus zu. — Der letztere ist eng und beginnt mehr oder weniger trichterförmig. — Der Magen- oder Mitteldarm kann bei Copelaten und Salpen mit Blindsäckchen versehen sein; in seinem hinteren Abschnitte beschreibt er eine Schleife und mündet durch den After in die sogenannte Cloake.

Ausser der Bauchrinne sind noch Leberanhänge des Magendarmes als Drüsen zu erwähnen.

Fig. 33. Organisation einer Ascidie (*Amaroeicum proliferum*). s.b. Kiemensack. h. Herz. v. Magen. i. Darm. c. Herz. t. Hoden. v.d. Ausführgang des Hodens. o. Ovarium. o' Eier in der Leibeshöhle. Die Pfeile bedeuten die Strömung des Wassers an den Körperöffnungen. (Nach MILNE-EDWARDS.)

Vertebrata, Wirbelthiere. Von all den zahlreichen Modificationen, welche der Verdauungsapparat der Wirbelthiere aufweist, können nur die typischen ihre Erwähnung finden. Die Zahnbewaffnung des Mundtheiles und die Schnabelbildung wird bei dem Skeletsystem weiter ausgeführt werden.

Das Darmrohr selbst beginnt mit der Mundhöhle, von deren Grunde aus sich der Athmungsapparat entwickelt. — Die Rachenhöhle (Pharynx) setzt sich in die Speiseröhre (Oesophagus) fort, welche in den Magen (Ventriculus) mündet; ihre Einmündungsstelle in denselben wird als Cardia bezeichnet. Die Uebertrittsstelle des Magens in den Dünndarm heisst Pylorus. Der Dün- oder Mitteldarm (Duodenum) setzt sich schliesslich in den Enddarm (Rectum) fort, der mit dem After (Anus) nach aussen mündet.

Da die Mundhöhle durch den Gaumen von der Nasenhöhle getrennt wird, fällt ihr hauptsächlich die Function der Aufnahme und der Zerkleinerung der Nahrung zu. Während die Athemluft bei Lungenathmern stets durch die Nase eintritt, nehmen die Kiemenathmer vielfach das die Respirationsluft enthaltende Wasser durch den Mund mit auf.

Ausser Zähnen und Schnabel dient zur Nahrungsaufnahme die im Grunde der Mundhöhle angewachsene Zunge, hin und wieder auch ein Lippenpaar, welches die Mundöffnung als Ober- und Unterlippe in Gestalt zweier musculöser Wülste umgiebt, die ausserdem als Verschlussapparat für die Mundhöhle dienen.

Die Zunge, welche an ihrer Ansatzstelle durch das Zungenbein

gestützt wird, ist bei den Fischen nur ein Schleimhautüberzug des Zungenbeinkörpers, häufig mit Zähnen besetzt. Bei den Amphibien ist sie dick, musculös und als Fangapparat oft vorstreckbar, wie die zweizipfelige Zunge unserer Frösche. Bei Eidechsen und Schlangen sehen wir ihre vorderen Enden zeitweilig beständig als Tastapparate hervorzüngeln; der vordere Zungentheil ist hier in zwei feine Spitzen ausgezogen. Schildkröten und Krokodile besitzen eine breite, flache Zunge. Diejenige der Vögel ist dick bei den Papageien, sonst mehr pfriemenförmig; am vorderen Theile ist ein Hornbelag entwickelt, der sich seitlich zu Widerhaken und Borsten auszieht, wenn die Zunge als Fangwerkzeug functionirt (Specht). Am weitesten ist die Zunge der Säuger entwickelt, wo sie als Hilfsorgan bei der Nahrungsaufnahme und Nahrungszerkleinerung, als Geschmacksorgan und endlich, wie beim Menschen, zur Stimmbildung wesentlich dient. Sie ist von zahlreichen Muskelbündeln nach verschiedenen Richtungen hin durchsetzt und entweder mit einer weichen Schleimhaut überzogen, von der aus sich zahlreiche Papillen erheben — oder sie ist, wie bei den Katzen, auf der Oberfläche mit feinen Hornzähnen bewaffnet. Bei einzelnen Vierhändlern liegt unter der eigentlichen Zunge noch ein, häufig doppelter Vorsprung, die Unterzunge. — Dem *Amphioxus* fehlt die Zunge und tritt bei demselben im Grunde der sogenannten Kiemenhöhle eine Rinne auf, ähnlich der, die wir bei den Tunicaten betrachtet haben, die *Hyperbranchialrinne*, die sich bei Entwicklung der Zunge der höheren Wirbelthiere mehr und mehr reducirt und deren Reste wir in der Schilddrüse, *Glandula thyroidea*, finden.

Der eigentliche Darm zerfällt in den Vorder-, Mittel- und Enddarm.

Leptocardii, Röhrenherzen. Die bauchständige Mundöffnung wird von wimpernden Cirren umgeben. Auf die kurze Mundhöhle folgt der weite, auch respiratorischen Zwecken dienende Schlund- oder Kiemensack. Die Seiten desselben werden von neben einander liegenden Stäbchen gebildet, zwischen denen hindurch das eingestimmte Wasser zunächst in eine Kiemenhöhle und von hier aus durch den Abdominalporus nach aussen gelangt. — An den Kiemenschlundsack setzt sich das Darmrohr an, das in einen vorderen weiteren und hinteren engeren Theil zerfällt. Vom vorderen Theile entspringt ein als Leber gedauteter längerer Blindsack nach vorn, bis über die Mitte des Kiemenkorb hinaus. — Der After liegt ventral etwas seitlich; der Abdominalporus in der Mitte des Körpers.

Cyclostomi, Rundmäuler. Die mit Lippen und Bartfäden umgebene Mundöffnung, welche eine in der Regel kreisförmige Gestalt besitzt, führt in die trichterförmige, kieferlose, jedoch mit einer grossen Anzahl von Hornzähnen bewaffnete Mundhöhle; bei *Ammocoetes* besitzt sie einen Tentakelkranz und ein getheiltes, musculöses Gaumensegel, während demselben eine Zunge fehlt. — Der gerade verlaufende Darmkanal ist im Schlund- und Magenabschnitt kurz; der Mitteldarm durch eine klappenartige Falte gegen den Vorderdarm abgegrenzt. Der Mitteldarm enthält im Innern eine schwach vorspringende Leiste, deren physiologische Bedeutung, wie bei allen Hervorragungen in den Darm, in einer Vergrösserung der resorbirenden Darmfläche besteht.

Eine Leber ist wohl entwickelt.

Chondropterygii, Selachier. Die mondsichelförmige Mundöffnung

liegt ventral. Die Mundhöhle ist in den verschiedensten Theilen mit einem mächtigen Zahnbesatz ausgestattet. Von der Rachenhöhle führen zwei hinter den Augen liegende Spritzlöcher nach aussen. — Der Schlund führt in den weiten Magen, an den sich der kurze Darm anschliesst, dessen Innenfläche durch eine stark hervorgestülpte Spiralfalte vergrössert wird.

Speicheldrüsen fehlen; Leber wohl entwickelt, ebenso das Pankreas, die Bauchspeicheldrüse, welche den höheren Wirbelthieren constant eigen ist und in den Mitteldarm, nicht weit von den Leber-Gallengängen mündet; ihr Secret, der Bauchspeichel enthält drei sogenannte Fermente, durch welche Zucker, Fette und Eiweisskörper zerlegt und für die Resorption geeignet gemacht werden.

Die Ganoiden stimmen im Bau ihres Verdauungskanals ziemlich mit den Selachiern überein.

Teleostii, Knochenfische. Der Mund wird durch feste Knochenbögen und Stäbe, an die sich die Weichtheile, Muskeln u. s. w. ansetzen, in seiner Form befestigt. — Der Oesophagus, der dort beginnt, wo die letzte Kieme vom Pharynx abgeht, ist weit und wenig gegen den Magen abgesetzt; hinter dem Pylorustheil münden in den Dünndarm eine mehr oder minder grosse Anzahl blindsackartiger Anhänge, die *Appendices pyloricae*. — Der Dünndarm verläuft gerade oder mit mehreren Schlingen nach dem Enddarm, der meist wenig differenzirt ist. Seine Innenfläche wird in der Regel durch Längsfalten, selten durch Zottenbildung vergrössert. — Der After liegt bauchständig.

Speicheldrüsen fehlen dem Vorderdarm, vielfach besitzt jedoch der Mitteldarm ein Pankreas. Die Leber ist gross, fettreich und meist mit einer Gallenblase, in der ihr Secret, die Galle, sich sammelt, ausgestattet.

Fig. 34. Darmcanal von Fischen. A von *Gobius melanostomus*. B Von *Salmo*. o Oesophagus. v Magen. i Mitteldarm. ap Appendices pyloricae. r Enddarm. (Nach GEGENBAUR.)

Als Ausstülpung des Darmrohres sei hier die Schwimmblase erwähnt, die sich als ein häutiger, einfacher, doppelter oder gelappter Sack darstellt, der theils geschlossen ist, theils durch einen feinen Gang in der oberen Wand des Oesophagus ausmündet, von dem aus sie sich dorsal als Bläschen beim Embryo vorstülpt und in ihrem weiteren Entwicklungsgange sich dann unter dem Rückentheile der Bauchhöhle entlang erstreckt. Zunächst übernimmt die Schwimmblase die Function eines hydrostatischen Apparates, indem sie dem Fiskörper das spezifische Gewicht des umgebenden Wassers giebt und dann durch verschieden starke Compression der in ihr enthaltenen Luft — vermittelst der Bauchmuskulatur — das spezifische Gewicht zu ändern vermag, wodurch ein Steigen oder Fallen des Körpers veranlasst wird.

Dipnoi, Lurchfische. Der Darmkanal hat wenig Verschiedenes von

dem der vorher besprochenen aufzuweisen. Der Enddarm mündet mit den Ureteren, den Geschlechtsorganen und der Harnblase in eine Cloake.

Amphibia, Lurche. Der weite, quergespaltene Mund wird durch die Kieferbögen, über die sich die Haut nach vorne zu lippenartig ausspannt, in seiner Form bestimmt. — Der Pharynx ist weit. Der Vorderdarm geht ohne Bildung scharfer Abschnitte (Oesophagus und Magen) in den Dünndarm über, welcher sich oft nur durch eine schwächere Musculatur und einen geringeren Drüsenreichthum vom Magentheile unterscheidet. Am schärfsten sind die Unterschiede zwischen Magen und Dünndarm bei den Anuren, wo der Magen quer liegt und stark erweitert ist, während der Dünndarm ein enges gewundenes Rohr darstellt. — Das meist erweiterte, kürzere oder längere Rectum führt in die Cloake. Bei Salamander- und Anuren-Larven, welche eine vegetabilische Nahrung zu sich nehmen, ist der Darmkanal lang und besonders im Mitteldarm vielfach gewunden.

Von Drüsen fehlen die Speicheldrüsen des Vorderdarms. Die Leber ist gross, entweder gelappt oder nur eingeschnitten; ihr Secret sammelt sich in der constant vorhandenen Gallenblase. Neben dem Ausführungsgang der Leber und Gallenblase, dem *Ductus choledochus*, mündet der des stets entwickelten Pankreas in den vorderen Abschnitt des Duodenum.

Reptilia, Reptilien. Der Mund ist weit gespalten, meist von Hornschildern äusserlich bedeckt, weiche Lippen besitzen nur die Flussschildkröten. Bei Schildkröten ist der Kiefferrand, ähnlich dem Vogelschnabel, mit Hornscheiden versehen; sonst besitzt die Mundhöhle einen Zahnbesatz, von welchem die Giftzähne der Giftschlangen hier zu erwähnen sind. Diese Giftzähne, die dem Oberkiefer angehören, liegen oft zu mehreren hintereinander; der vordere wird gebraucht, die hinteren dienen als Reservezähne. Sie sind vor- und zurückschlagbar, im Inneren hohl und stehen mit je einer, an den Backen der Schädelkapsel liegenden Giftdrüse in Verbindung. — Der meist weite Oesophagus ist entweder mit Längsfalten oder, wie bei einzelnen Seeschildkröten, mit langen, rückwärts gerichteten Papillen ausgestattet. — Der Magen setzt sich wenig scharf gegen den Oesophagus ab, von dem er sich durch stärkere Musculatur und durch Drüsenreichthum unterscheidet. Sehr erweiterungsfähig ist er bei den Schlangen und verläuft hier, wie bei den Sauriern, ziemlich gerade, während er bei den Cheloniern quergestellt ist; der der Crocodile ist durch einen Blindsack ausgezeichnet. Der Pylorustheil ist durch seine enge und gewundene Form, sowie durch das Vorhandensein einer Klappe oder eines Ringwulstes charakterisirt. — Der Dünndarm ist wenig lang, mehr oder weniger eng gewunden oder zu Schlingen aneinander gelegt. — Das Rectum ist einfach oder, wie bei den Schildkröten, mit einem Blindsack ausgestattet, welcher letzterer bei den Sauriern durch eine Tasche repräsentirt ist; bei den Schlangen ist das Rectum durch ringförmige Hautfalten in mehrere Abschnitte zerlegt.

Speicheldrüsen fehlen. Die Leber ist einfach, eingeschnitten oder zweilappig, stets mit einer Gallenblase in Verbindung. Das Pankreas ist constant vorhanden und mündet mit einem oder zwei Ausführungsgängen in das Duodenum.

Aves, Vögel. Die Kiefer werden von Hornscheiden, dem Schnabel, überkleidet. Die Mund- und Pharynxhöhle ist weit und hin und wieder sackartig ausdehnbar (Pelikan), auch steht der Pharynx häufig mit einem kropfartigen

Blindsacke in Verbindung (Trappe, Rabe). — Der Oesophagus ist meist sehr lang (länger als der Hals), eng bei Körnerfressern, weit bei Raubvögeln, welche die ungekaute Beute ganz oder in grossen Stücken verschlingen. Am unteren Ende des Oesophagus entwickelt sich dann der Kropf (Ingluvies), der entweder als eine seitliche taschenförmige Ausbuchtung oder in Form einer gestielten Blase, selten zweitheilig auftritt; er dient als Reservoir für die aufgenommene Nahrung, die in ihm gleichzeitig durch das Secret der Kropfdrüsen eingeweicht wird. Bei den Tauben secerniren die Drüsen zur Zeit der ersten Brutpflege eine milchige Flüssigkeit, welche den Jungen als erste Nahrung dient. — Der Magen lässt allgemein zwei Abtheilungen unterscheiden: eine vordere, dünnwandige, äusserst drüsenreiche, den Vor- oder Drüsenmagen (Proventriculus), und eine folgende muskulöse, den Muskel- oder Kaumagen (Ventriculus). Der Kaumagen besitzt bei Körnerfressern zwei seitliche kräftige Muskeln und im Innern eine aus verfilzten Stäbchen zusammengesetzte Hornschicht. Die im Drüsenmagen mit Drüsensecreten vermischte Nahrung wird mit aufgenommenem Sand, Steinchen u. s. w. im Kaumagen zerkleinert. Bei den Fleischfressern ist der Kaumagen dünnwandig und häutig. Knochen, Federn und Haare werden als sogenanntes Gewöll durch den Oesophagus zurück und durch den Mund nach aussen spedirt. — Der Darm ist lang bei Pflanzenfressern, kürzer bei Körnerfressern und am kürzesten bei Fleischfressern. Auf den ersten Abschnitt, den Zwölffingerdarm (Duodenum), folgt als zweiter der Dickdarm (Colon); auf der Grenze zwischen beiden treten meist zwei, selten drei mehr oder weniger stark entwickelte Blindsäcke auf. — Das Rectum mündet in die Cloake.

Speicheldrüsen kommen meist vor. Die zweilappige Leber besitzt in der Regel eine Gallenblase, welche Strauss, Tauben, Papageien, Kukul und wenigen anderen fehlt. Das Pankreas mündet mit zwei, seltener drei Gängen neben dem Gallengang in das Duodenum. In der Darmwand liegen die als Peyer'sche Drüsen bezeichneten Drüsenansammlungen.

Mammalia, Säugethiere. Der Mund wird in der Regel durch ein Paar fleischige Lippen eingeschlossen, beim Schnabelthier durch Hornleisten, sonst fehlen Lippen bei den Cetaceen. Die Auskleidung der Mundhöhle besteht aus einer häufig gefalteten Schleimhaut; sie trennt sich von dem Pharynx durch den weichen Gaumen. Die Seiten werden von zwei fleischigen Backen gebildet, die oft beträchtliche Backentaschen umschliessen können. Die Bewaffnung des Mundes geschieht durch eingekeilte Zähne. Schneidezähne zum Beissen und Festhalten, resp. Zerschneiden der Nahrung, Reiss- oder Eckzähne, die als Waffe und zum Zerreißen der Nahrung dienen, und Kau- oder Backenzähne können vollständig oder zum Theil vorhanden sein (s. Zahnskelet). Der Pharynx führt in den meist engen Oesophagus, der Hals und Brusttheil durchzieht und hinter dem, die Brust- und Bauchhöhle trennenden Zwerchfelle in den Magen übertritt. — Der Magen tritt uns in den allerverschiedensten Ausbildungsweisen seiner einzelnen Abschnitte entgegen. Nur selten erscheint er als einfache Erweiterung und Verlängerung des Oesophagus, von dem er sich stets durch Anwesenheit von Drüsen in seinen Wandungen trennt, meist ist er schon durch seine Querstellung gekennzeichnet. Der Cardialtheil ist in der Regel scharf von dem Pylorustheile getrennt, sei es nun durch verschiedene Entwicklung der Schleimhaut (Pferd), sei es durch Auftreten von grösseren

Drüsen im Cardialtheile (Biber), oder durch eine Einschnürung der Magenwand, wie bei den Nagern; weiterhin ist der Cardialtheil ausgebuchtet, wenig z. B. beim Menschen, blindsackförmig bei Monotremen, Beutlern u. a.; dieser Magenblindsack (Fundus) fehlt den Carnivoren. Zwischen Magenblindsack und dem Pylorus können weitere Ausbuchtungen abgehen, wie bei einzelnen Walthieren (Manatus z. B.); bei den Känguruhs können ähnliche abgeschnürte Auftreibungen hinter einander folgen. Die grösste Complication zeigt der Magen der Wiederkäuer, bei denen auch der an die Cardia grenzende Theil des Oesophagus durch Blindsackbildung zwei Magenabschnitte erzeugt. Der erste dieser Abschnitte, der Pansen (Rumen), Fig. 35 I, dient als Reservoir für die

Fig. 35. A schematischer Längsschnitt durch den Magen eines Wiederkäuers. eo Oesophagus. r Rinne, p Pylorus. I Pansen, II Netzmagen, III Blättermagen, IV Labmagen. B Darstellung des Auseinanderweichens der Rinne bei der Aufnahme von fester Nahrung; C Geschlossenbleiben derselben beim Durchtritt flüssiger.

schnell aufgenommene, wenig gekaute Pflanzennahrung, welche beim Herunterschlucken vermöge ihrer festen, balligen Beschaffenheit die Hautfalten auseinanderschiebt, welche den Pansen von dem Oesophagus trennen und im gewöhnlichen Zustande eng an einander liegen, wodurch sie eine Rinne bilden, welche den Pansen und den zweiten Abschnitt, den Netzmagen (Reticulum), vom dritten Magen- theile trennt. Durch das Auseinander-

weichen der Falten fällt dann die Nahrung zunächst in den Pansen, worin sie einige Zeit verweilt und vielleicht angefeuchtet wird; später wird sie in Ballen wieder durch den Oesophagus zurück in den Mund auf-

gestossen und nun zu einem feinen Brei zerkaut, der beim abermaligen Herabschlucken die Rinne, die das Rumen schliesst, nicht zu durchbrechen vermag,

Fig. 36. Blinddarm und Colon von *Lagomys pusillus*. a Dünndarm. b Einmündung des grösseren (c) und des kleineren (d) Blinddarms. e f g Divertikel des Colons. (Nach PALLAS.)

sondern in den Blättermagen oder Psalter (*Omasus*) gelangt, und von hier aus in den vierten Abschnitt, den Labmagen (*Abomasus*), der aus dem Pylorus-

theil hervorgegangen ist und die eigentlich verdauenden Magensaftse secernirt, übertritt. — Der Darm ist lang bei Pflanzenfressern, 20—28 Mal länger als der Körper, kürzer bei Körner- und Fruchtfressern, 6—9 Mal länger, am kürzesten bei Fleischfressern, 4—5 Mal länger. Das Duodenum, das sich durch den Besitz der sogenannten BRUNNER'schen Drüsen auszeichnet, ist der längste Abschnitt des Darmes und im Innern meist mit einer Längs- oder Querfältelung und Zottenbildung auf den Falten ausgestattet. Der Enddarm, der in seinem vorderen Theile den Namen Dickdarm (Colon) führt, ist weiter als der Dünndarm und besitzt auf der Grenze gegen diesen meist einen Blindsack, selten deren zwei. Der Blindsack (*Coecum*) fehlt einigen Fleischfressern (Bär, Wiesel), bei anderen ist er kurz; von oft beträchtlichem Volumen ist er bei den Pflanzenfressern. Beim Menschen ist er zu einem kleinen Sack zusammengeschnitten, von dem aus sich ein kurzer, wurmförmiger Fortsatz

erstreckt, der *Processus vermiformis*. — Das Rectum ist kurz und mündet entweder, wie bei den Monotremen und einigen Marsupialen, in eine Cloake — oder durch den After (Anus) direct nach aussen.

Speicheldrüsen fehlen nur den Walen. Die Leber ist zweilappig, selten mehrlappig; aus ihr ergiesst sich die Galle entweder direct in den Dünndarm oder sie sammelt sich zunächst in einer Gallenblase. Das Pankreas mündet dicht neben dem Gallengang.

B. Gefäßssystem.

Nur bei Thierformen, deren Körper aus wenig Zellen oder Zellschichten besteht, kann die von einem Theile dieser Zellen verdaute, d. h. verflüssigte Nahrung auf osmotischem Wege an alle Zellindividuen gleichmässig vertheilt werden. Bei höher entwickelten Thieren, deren Leib sich aus einer Vielheit von Schichten (Gewebe) aufbaut, und besonders bei allen denen, welche einen Darmcanal besitzen, ist es unmöglich, dass die Nahrungssäfte aus dem Zellbelag der verdauenden Cavität durch Endosmose in alle Körperzellen direct gelangen können; hier muss ein Apparat geschaffen werden, welcher die Nahrungssäfte, die der Darm präparirt, allen Geweben und Organen in gleicher Weise zuführt — wir finden einen solchen in dem Gefäßssystem des thierischen Körpers.

Je niedriger ein Thier organisirt ist, d. h. je weniger energisch die physiologischen Functionen der verschiedenen Gewebe und Organe ausgeübt werden, um so einfacher gestalten sich jene Vorrichtungen, die zur Ernährung, d. h. zur Erhaltung der Leistungsfähigkeit dieser Gewebe und Organe dienen. — Welch ein Unterschied ist zwischen der primitiven Leibeshöhle einer Koralle und dem hoch entwickelten Gefäßsysteme des Menschen, und doch sind im Princip beide gleich.

Da die feste Nahrung, welche ein Thier zu sich nimmt, einen für die leichte Circulation und Diffundirbarkeit zu consistenten Nahrungssaft giebt und der Körper der Thiere weiterhin einen hohen Wassergehalt besitzen muss, so finden wir stets, dass der Nahrungssaft durch aufgenommenes Wasser verdünnt wird. Dies, wir können sagen Constitutionswasser, wird entweder mit der Nahrung (Blut, saftige Früchte u. s. w.), und als solches direct in den Verdauungscanal gebracht und geht durch die Wandungen desselben in das sogenannte Blut¹⁾ über, — oder es communicirt bei niederen Wasserbewohnern das Blutgefäßsystem direct mit dem äusseren Medium.

Das Blutgefäßsystem lässt besonders bei höheren Thieren dreierlei Gefäßformen erkennen: die Arterien und die Venen, zwischen die sich das Capillarnetz einschaltet. — Die Arterien, welche meist den Venen gegenüber in der Minderzahl sind, führen das Blut aus dem Herzen in den Körper; sie sind durch musculöse, dicke Wandungen, die glatte Muskelfasern auf-

1) Als Blut im eigentlichen Sinne ist nur diejenige Flüssigkeit zu bezeichnen, welche sich in einem geschlossenen Gefäßsysteme in bestimmten Richtungen durch den Körper bewegt. Die Bewegung wird durch Contraction gewisser Abschnitte dieses sogenannten Gefäßsystemes veranlasst.

weisen, ausgezeichnet, mit einem platten Endothelzellbelag ausgekleidet und contrahiren sich nach dem Tode des Thieres beträchtlich.

Fig. 37. Venenklappen nach KRAUSE. A Längsschnitt durch eine Doppelklappe. B Vene mit zwei übereinander liegenden einfachen Klappen. k Klappen, v Venenästchen.

— Die Venen sind weiter und dünnwandiger als die Arterien, die sie meist in doppelter Anzahl begleiten, sie anastomosiren vielfach unter einander und lassen nach dem Tode des Individuums das Blut nicht austreten. Ein Rückfliessen des Blutes wird in ihnen durch Klappen, Venenklappen, verhindert, die sich besonders in den grösseren Venen finden und in der Regel aus zwei halbmondförmigen Hautfalten, die nach vorn in die Vene vorspringen, gebildet werden. — Während Arterien und Venen nur die Bahnen sind, in denen das Blut zu den Geweben gelangt, wird es in diesen selbst durch ein feines Gefässnetz, die Capillaren, in einer

grossen Fläche mit den Zellen des Körpers in Berührung gebracht, und werden so die Vorgänge der Osmose ermöglicht, welche weiterhin noch durch die langsame Bewegung des Blutes innerhalb der Capillaren erleichtert wird. Die Wandungen dieser Haargefässe bestehen nur aus einem Endothelbelag und lassen in Folge dessen auch Formelemente des Blutes (Lymphkörper z. B.) verhältnissmässig leicht in die Gewebe übertreten.

Fig. 38. Gefässanlage resp. Leibeshöhlenbildung einer Anthozoe (Schema). A im Längsschnitt, der durch einen Tentakel *t* und neben dem Septum *s* geführt ist. B Querschnitt durch den oberen Theil des Gastrovascularraumes. *s* Septa, *g* Gastralraum, *u* unterer Leibeshöhlenraum, der sich in die Tentakeln fortsetzt.

Coelenterata. Die erste Anlage eines Gefässsystems finden wir bei höheren Coelenteraten, deren Körper sich schon zu einem Doppelrohre eingestülpt hat. Hier liegt zwischen der äusseren Leibeswand und dem inneren primitiven Darmrohr ein Hohlraum, der sich nach unten zu als eine einfache, nach oben als eine durch Septa getheilte Kammer darstellt, die sich in die randständigen Tentakeln fortsetzt. In diesem Hohlraum sammelt sich die mit Wasser gemischte Nährflüssigkeit an und gelangt in ihm zu allen Schichten des einfachen Körpers.

Bei Acalephen und Ctenophoren sind jene vom Magentheile ausgehenden Canäle (vergl. Seite 75), die sich zu einem ringförmigen Randgefäss vereinigen, die Wege für eine weitere und leichte Verbreitung der Nahrungssäfte. Auch hier stehen die primitiven Gefässe meist mit dem umgebenden Medium noch in directer Verbindung.

Echinodermata. Bei den Echinodermen ist das Gefässsystem schon weit entwickelt, indem drei verschiedene Apparate der Circulation von Flüssigkeiten im Körper dienen: die Leibeshöhle (Coelom), das Blut- und das Wassergefässsystem.

Die Leibeshöhle erscheint dadurch als ein geschlossenes Ganzes, dass der Verdauungscanal in Form eines nur durch Mund und After nach aussen sich öffnenden Rohres den Leibesraum durchzieht. Mit den äusseren Leibeswandungen ist dasselbe nur durch Bindegewebsbänder verbunden. Entwicklungsgeschichtlich nimmt das Coelom seinen Ursprung vom Larvendarm aus,

an dem es sich in Gestalt zweier Bläschen entwickelt, welche die Darmwandung nach und nach umwachsen, sich abschnüren und nun einen Hohlraum innerhalb des Körpers bilden. Bei Haarsternen communicirt die Leibeshöhle mit der Aussenwelt durch zahlreiche feine Canälchen. — Einfach gestaltet ist die Leibeshöhle der Seeigel und Seewalzen, während sie sich bei den Seesternen durch Uebertritt in die Arme complicirt und bei Haarsternen als je drei enge Canäle die Arme durchzieht. — Angefüllt wird sie von einer dem Blute analog zusammengesetzten Flüssigkeit.

Das Wassergefäßsystem entwickelt sich wie die Leibeshöhle als Ausstülpung des Darmrohres, von dem es sich zunächst als heller, mit Wimperzellen ausgekleideter Schlauch abschnürt, der sich zu einem complicirten Gefäßapparat umwandelt. — Als Hauptstamm des Wassergefäßsystems haben wir einen ringförmigen Canal anzusehen, der den Munddarm umlagert und von dem aus sich die Seitengefäße u. s. w. erstrecken. Da von aussen Wasser in das Wassergefäßsystem aufgenommen wird, so steht der Ringcanal direct oder indirect mit dem umgebenden Medium durch einen besonderen Canal, den

Steincanal, in Verbindung. Direct mündet dieser Canal bei Seeigeln und Seesternen nach aussen, während er bei Seewalzen und Haarsternen frei in die Leibeshöhle hereinragt, bei letzteren nur durch kurze Canälchen dargestellt. Bei den Seeigeln und Seesternen mündet der Steincanal durch eine fein poröse Kalkplatte, die Madreporenplatte, die am aboralen Pole gelegen ist, aus. — In den Ringcanal münden zweitens die sogenannten Polli'schen Blasen, welche den Haarsternen fehlen, sonst in der Ein- bis Vielzahl vorhanden sind (bei Holothuriern 1—100, bei Seeigeln und Seesternen 5). Diese Blasen saugen durch Extension ihrer Wandungen Wasser durch den Steincanal auf, welches sie durch Contraction in die dritte Art der Canäle, die Ambulacralcanäle entsenden. Diese Canäle erstrecken sich in die Arme bei den Formen, deren Körper in Arme ausgezogen ist (Seesterne, Haarsterne, Seewalzen), bei den Seeigeln ziehen sie sich längs der Ambulacralfelder (vgl. Hautskelet). Von dem Hauptgefäßstamme gehen Nebengefäße ab, die sich nach unten zu in die Saugfüßchen erstrecken, nach oben zu kleine Blasen (Ampullen) bilden, welche letztere das Wasser aus den Saugfüßchen herausaugen, resp. es in dieselben hineinpressen (Fig. 39, B). Den Haarsternen fehlen die Ampullen.

Das Blutgefäßsystem, das noch neben dem Coelom die Vertheilung des meist hellen Blutes übernimmt, geht auch von einem um den Munddarm gelegenen Ringgefäß aus und entsendet eine Anzahl Gefäße längs des Darmes; zu diesem oralen Gefäßring kommt bei den Seeigeln und Seesternen noch ein aboral gelegener hinzu, der bei den letzteren zehn Gefäße zu den Geschlechtsorganen und zwei Gefäßnetze zum Darm entsendet. Ein pulsirendes Gefäßnetz, welches längs des Steincanales verläuft, hat man als Herz gedeutet. — Im Uebrigen verlaufen Gefäße längs der radialen Nervenstämme.

Fig. 39. A Wassergefäßsystem eines Seeigels (schematisch), von dem nur ein Ambulacralfäß zum Theil ausgezeichnet ist. s Steincanal, m Madreporenplatte, r Schlundringgefäß, p Polli'sche Blase, g Ambulacralfäß, d Darmcanal. B Stück eines Ambulacralfäßes, g Gefäßstamm, a Ampulle, f Ambulacralfäßchen, k die von den Ambulacralfäßchen durchsetzten Kalkplatten.

Vermes. Auch bei den Würmern sind die durch Spaltung des Mesoderms, entstandene Leibeshöhle und ein Blutgefäßsystem die Communicationswege für die Verdauungssäfte und die Zersetzungsproducte der Gewebe — ein Wasser-gefäßsystem ist vorhanden, dient jedoch als Excretionsorgan (vergl. S. 112). — Das Blut stellt eine wenig oder schwach gefärbte Flüssigkeit dar, seltener ist es intensiv roth gefärbt; die meist in ihm suspendirten Blutzellen sind farblos und nur in einzelnen Fällen durch einen, dem Hämoglobin nahe stehenden Farbstoff roth gefärbt.

Die Leibeshöhle ist nicht immer vorhanden, vielfach auch nur in geringer Ausbildung (bei schmarotzenden Formen), und nur bei den Annulaten als ein den Metameren des Körpers entsprechendes Kammersystem entwickelt.

Das Blutgefäßsystem fehlt vollständig den Schmarotzern, Nemathelminthen und Plathelminthen (Nemertinen ausgenommen), sowie den Räderthieren, welche die Nahrungslüssigkeit auf osmotischem Wege direct aufnehmen. Bei den Nemertinen besteht es aus zwei Seitenstämmen und einem Rückenstamme, die sich in der Nähe des Kopfes durch Schlingen vereinigen (das Blut strömt in dem Rückengefäß nach vorwärts, in den Seitengefäßen zurück). Zu diesen Hauptgefäßen gesellen sich hin und wieder Quergefäße, die in bestimmten Abständen die Rücken- und Seitengefäße verbinden (Fig. 40). Ebenso finden wir bei Ringelwürmern, Rücken- und Bauch- oder Seitengefäße, welche den Metameren entsprechend durch Quercanäle verbunden sind; von den letzteren können einzelne erweitert sein und nach Art des Herzens pulsiren, wodurch der Blutstrom in der schon erwähnten Weise sich bewegt. In sehr vielen Fällen communicirt die Leibeshöhle mit den Blutgefäßen, und ist der Inhalt beider von gleicher Zusammensetzung; es kann jedoch auch diese Communication aufhören, so dass histologische Unterschiede zwischen dem Inhalt der Gefäße und des Cöloms stattfinden; wir können dann den Inhalt der letzteren als Chylus von dem der ersteren, dem eigentlichen Blute, trennen (z. B. bei Chaetopoden, den Borstenwürmern).

Fig. 40. Vorderer Abschnitt des Blutgefäßsystems einer jungen *Saenuris variegata*. *d* Dorsalgefäß. *e* Ventralgefäß. *c* Herzartig erweiterte Quercanastomose. Die Pfeile deuten die Richtung des Blutstromes an. (Nach GEGENBAUR.)

Arthropoda. Bei den Gliederfüßlern ist die Leibeshöhle das Hauptreservoir für das helle, selten gefärbte, häufig mit Blutkörperchen versehene Blut. Wo auch immer Blutgefäße auftreten, finden wir sie doch, soweit es bekannt ist, stets in Communication mit der Leibeshöhle, welche in einzelnen Fällen der alleinige blutführende Apparat ist.

Das Cölom ist aus dem Mesoderm hervorgegangen und durchzieht den Arthropodenleib der Länge nach als ein der Ausbildung des Skeletes und der Musculatur angepasster Hohlraum.

Vom Blutgefäßsystem ist hauptsächlich das Rückengefäß entwickelt, welches durch seine Contractionen, die wellenförmig von hinten nach vorn ver-

laufen, als Herz functionirt. Als einfacher kurzer Schlauch, der zwei seitliche Oeffnungen besitzt, repräsentirt sich uns das Herz vieler Branchiaten. Seiner Lage nach findet es sich hier wie bei allen Arthropoden über dem Darmcanal. Complicirter wird es durch die Bildung einer grösseren Anzahl hinter einander liegender zelliger Räume, von denen je ein Paar seitliche Oeffnungen, venöse Ostien, den Zutritt des Blutes gestatten. Zwei Gefässe, eine hintere und eine vordere Aorta, und zwei seitliche Arterien führen das Blut bei den Ringelkrebse in die Leibeshöhle. Einen complicirter gebauten Gefäßapparat besitzen dann die Thorakotraken, z. B. unser Flusskrebse. Das mehr oder minder lang gestreckte Herz ist beim Krebse von einem Sacke (Pericardialsinus) umgeben, aus dem das Blut durch drei Paar venöse Ostien in das eigentliche Herz gelangt, von dem drei vordere und eine Rückenarterie, die noch eine Anzahl Seitengefässe entsenden, das Blut austreten lassen. Durch das Capillarnetz sammelt sich das Blut dann in einem Venenstamm, der ventral liegt und unterhalb der Kiemen eine Erweiterung (Venen-sinus) aufweist, von dem es durch die Kiemen und von diesen zum Herzen zurückströmt.

Fig. 41. Schematische Darstellung des Circulationsapparates vom Hummer. *a* Auge. *ae* Laterale Antennen. *ai* Mediale Antennen. *br* Kiemen. *h* Herz. *pc* Pericardium. *aa* Mediane vordere Körperarterie. *ap* Hintere Körperarterie. *a* Stamm der Baucharterie. *av* Vordere Baucharterie. *v* Ventraler Venensinus. *br* Kiemenvenen. — Die Pfeile deuten die Richtung der Blutströme an.

(Nach GEGENBAUR.)

Die Arachnoiden entbehren in ihren niedrigsten Formen eines Blutgefäßsystems, sonst ist das Herz lang gestreckt, mit Kammern und seitlichen Ostien versehen. Bei einzelnen, z. B. den Scorpionen, entsendet es seitliche Arterien; bei denselben sammelt sich auch das Blut in ventral gelegenen Venen, durch die es zu den Respirationsorganen gelangt. Das Herz der Spinnen liegt längs des Rückens als einfacher, mit venösen Ostien ausgestatteter Schlauch und entsendet in den Thorax eine Arterie, die sich zunächst gabelig theilt und dann weitere Gefässe zu den Sinnesorganen und Gliedmaßen abgibt.

Bei den Insekten ist das meist achtkammerige Rückengefäß durch die sogenannten Flügelmuskeln an den Rückentheil des Skelets befestigt. Von

der ersten Herzkammer geht eine Arterie nach dem Kopfe zu, selten sind Arterien als Fortsätze der letzten Kammer.

Die Spalten, die als venöse Ostien bezeichnet werden und dem Blut den Eintritt in das Herz gestatten, sind ihrer Function gemäss nach innen zu mit als Ventile fungirenden Hautklappen versehen, die einen Zurücktritt des Blutes bei der Herzcontraction unmöglich machen.

Mollusca. Ein Herz ist stets vorhanden und liegt dorsal im hinteren Körperabschnitt. Von den Athmungsorganen (Kiemen und Lungen) nimmt es das Blut auf und führt es in den Körper über. Bei den Lamellibranchiaten wird es, wie schon früher erwähnt, vom Verdauungscanal durchsetzt. Bei *Arca* ist es doppelt und entsendet zwei Paar, sich bald wieder vereinigende Aorten. Das Blut tritt durch Capillaren und Lacunen¹⁾ mit den Körpergeweben zusammen, geht dann durch den Secretions- und Kiemenapparat wieder zum Herzen zurück. Mit dem äusseren Medium steht das Gefässsystem in directer Verbindung und wird dem Blute Wasser beigemischt. (Die Schwellnetze des Fusses sind Lacunen, welche Wasser aufnehmen und auch schnell wieder nach aussen ausspritzen können.) — Bei den Gastropoden besteht das etwas seitlich gelegene Herz aus einer Herzkammer, die durch die Aorta das Blut in den Körper entsendet, und einer Vorkammer, in

Fig. 42. Organisation von *Paludina vivipara*. c Kopf. t Tentakeln. p Fuss. op Operculum. o Auge. a Hörorgan. n Cerebralganglion. n' Pedalganglion. n'' Kiemenganglion. n''' Buccalganglion. (Die Commissur vom Cerebralganglion ist nicht dargestellt.) ph Pharynx. oe Speiseröhre. br Kiemen. s Venöser Sinus. sb Venöser Sinus an der Kiemenbasis. f Kiemenarterie. at Vorhof des Herzens. h Herzkammer. ap Hintere Arterie (Eingeweidearterie). aa Vordere Arterie. (Nach LEYDIG.)

welche das Blut aus den Athmungsorganen einströmt. Die Vorkammer kann doppelt sein und der Enddarm, wie bei den Muscheln, in einzelnen Fällen die Herzkammer durchsetzen. Die Arterien lösen sich auch vielfach in Lacunen auf,

1) Unter Lacunen sind weitere Hohlräume zu verstehen, die vielleicht der Leibeshöhle homolog zu setzen sind und wie diese das Blut in grösserer Menge längere Zeit mit den Geweben in Berührung bringen, ausser dem Endothelbelag aber keine selbständigen Wandungen besitzen.

vondenen aus das Blut durch Gefässe (Venen) zu den Respirationsorganen u. s. w. gelangt, um schliesslich von hier aus als arterielles zum Herzen zurückzukehren.

Die Cephalopoden zeigen unter den Wirbellosen das am weitesten entwickelte Gefässsystem. Das musculöse Herz empfängt das Blut durch die Kiemenvenen, die ihrer Zahl nach den Kiemen entsprechen. Durch zwei Arterien wird dann das arterielle Blut in den Körper übergeführt: durch die grosse *Aorta cephalica* und die kleinere *Aorta abdominalis*. Erstere versorgt die Augen, Mundtheile und Anhänge, den Mantel und den Vorderdarm; die letztere geht zum Mittel- und Enddarm, sowie zu den Geschlechtsorganen. In allen Organen bilden die Arterien ein entwickeltes Haargefässnetz, von dem aus sich das Blut in Venen und venösen Hohlräumen (Venensinus) sammelt, um zu den Respirations- und Excretionsorganen und dann wieder zum Herzen zu strömen.

Die Venen können an verschiedenen Stellen contractile Muskelwandungen erhalten, so vor dem Eintritt in die Kiemen (Kiemenherzen) und in das Herz (Vorkammern), sowie in den Armen.

Das Blut der Mollusken ist meist farblos, selten roth gefärbt (Planorbis) und nur bei den Cephalopoden von einem bläulich violetten oder grünen Schimmer (opalisirend), welche Farbe durch einen dem Hämoglobin ähnlichen Blutfarbstoff bedingt wird (kupferhaltiges Hämocyanin). Die farblosen Blutzellen ähneln den Lymphkörpern höherer Thiere.

Die Lacunen, deren Wandungen eine Endothelauskleidung haben, stehen mit dem äusseren Medium in der Regel durch eine Anzahl Canäle in directer Verbindung.

Fig. 43. Circulations- und Excretionsorgane von Sepia. br Kiemen. c Herz. a Vordere Körperarterie (Aorta). a' Hinterer Körperarterie. v Erweiterung der Kiemenvenen, Vorhöfe des Herzens darstellend. v' Kiemenvene, an der Kieme entlang verlaufend. vc Vordere grosse Hohlvene. vc' Die Kiemenarterien (Aeste der Hohlvenen). vc'' Hinterer Hohlvenen. re Schwammige Anhänge der Hohlvenenäste. x Ausstülpungen derselben. Die Pfeile deuten die Richtung der Blutströme an.
(Nach J. HUNTER.)

Molluscoidea. Leibeshöhle und Herz mit Gefässen sind die blutführenden Organe. Die Leibeshöhle functionirt als Gefäss bei den niederen Bryozoen, in dieser Leibeshöhle wird durch die Contraction der Leibes-

musculatur und durch die Wimperfortsätze der Leibeswand die Blutflüssigkeit bewegt. — Die Brachiopoden besitzen ein einfaches, rundliches Herz, welches dem Magen aufliegt und dem das Blut durch eine nach vorn gelegene Vene zuströmt, um durch mehrere seitliche Arterienäste in einen grösseren Blutsinus und ein ausgedehntes Lacunensystem übergeführt zu werden, das letztere durchsetzt hauptsächlich den Mantel und die Arme.

Tunicata. Das von einem dünnen Herzbeutel (Pericardium) umschlossene Herz (vergl. Fig. 33, c) mündet entweder mit einfachen Spalten oder durch kurze Blutgefässe in die Blutbahnen, die Lacunen der Leibeshöhle und

die Spalten der Leibeswandungen; zwei Hauptblutbahnen, eine ventrale und eine dorsale, sind meist zu unterscheiden. Das Herz vermag durch Wechsel seiner Contractionsrichtung den Lauf des Blutstromes willkürlich umzudrehen.

Die Blutflüssigkeit ist farblos und enthält meist zahlreiche, farblose Lymphoidkörperchen.

Vertebrata. In zwei geschlossenen, jedoch mit einander communicirenden Bahnen bewegt sich das Blut im Wirbelthierkörper durch alle Organe hindurch. Die eine derselben, das Saugader- oder Lymphgefässsystem, nimmt die Nährflüssigkeiten aus dem Verdauungsapparat und den Ueberschuss derselben aus den Geweben auf; die andere, das Blutgefässsystem, versorgt die Gewebe mit Nahrung, führt ihnen Sauerstoff zu und ist die Abfuhrstrasse für die von den Organen und Geweben ausgeschiedenen Umsetzungsproducte (CO_2 , Harn u. s. w.); gleichzeitig saugt das Blutgefässsystem durch das Capillarnetz, mit dem es den Verdauungscanal umgiebt, aus diesem und besonders aus dem Magentheile die leicht diffundirbaren Flüssigkeiten auf. Die schwer diffundirenden Eiweiss- und Fettlösungen gehen von dem Darm zunächst in die Lymphbahnen über und bezeichnet man das Lymphgefässnetz, welches dieselben aus dem Dünndarm hauptsächlich aufsaugt, als Chylusgefässapparat. In das Centrum der Zotten, welche meist den Dünndarm nach Innen bedecken und zur Oberflächenvergrößerung desselben dienen, erstreckt sich je ein Chylusgefäß, welches durch die Musculatur der Zotte zusammengepresst wird und dann seinen Inhalt in die äusseren Chylusgefässnetze ergiesst; lässt die Muskelcontraction nach, so dehnt sich das Gefässästchen wieder aus und saugt vom Darne Flüssigkeit auf; der Rücktritt des Chylus in dasselbe wird durch Klappenvorrichtungen verhindert. Die Lymphbahnen ziehen sich dann weiterhin durch das Mesenterium zwischen den Muskeln und den verschiedenen Geweben hindurch, passiren auf diesen Wegen eine Anzahl von Drüsen, Lymphdrüsen, deren ansehnlichste die Milz ist, aus denen die Lymphe ihre Formelemente, die Lymphkörperchen erhält. Die feineren Lymphgefässe vereinigen sich zu grösseren Stämmen, die endlich in der Nähe des Herzens in die Venen übertreten.

Die Lymphgefässe sind mit einem Endothelbelag ausgekleidet und bilden innerhalb der Organe durch Anastomose oft weit verzweigte Netze, ähnlich den Capillarnetzen der Blutgefässe. — Die Lymphe und der Chylus sind farblose Flüssigkeiten, mit mehr oder minder zahlreichen Formelementen, den Lymph- und Chyluskörperchen, ausgestattet (vergl. Seite 56 u. f.).

Die einfachste Form des Gefässsystemes weist der *Amphioxus* auf. Ein Herz fehlt demselben und treten an dessen Stelle die pulsirenden Hauptgefässstämme des Körpers. Unter dem Athemsacke verläuft die Kiemenarterie, welche ihr Blut in die Respirationsorgane entsendet; aus den Kiemenarterien sammelt sich das Blut in der dorsal liegenden Aorta, aus der es sich im Körper vertheilt und durch die Venen schliesslich in das unter dem Kiemenraum liegende Gefäss zurückkehrt. Ein Lymphgefässsystem ist vorhanden. — Das Blut ist farblos. — Bei allen anderen Klassen der Fische und Wirbelthiere besitzt das Blutgefässsystem ein Bewegungscentrum in dem musculösen Herzen, welches sich entwicklungsgeschichtlich als einfacher Muskelschlauch anlegt, der

später durch eintretende Windungen und sich bildende Scheidewände in einen zwei-, drei- oder vierkammerigen Hohlmuskel umgewandelt wird.

Pisces. Die Fische lassen an dem meist gekrümmten Herzen zwei Abschnitte unterscheiden, der hintere derselben, die Vorkammer (*Atrium*), nimmt das venöse Blut durch den weiten *Sinus venosus* auf und führt es zu dem vorderen Abschnitt, der Herzkammer (*Ventriculus*), die es durch Contractionen in die Kiemen treibt. Umgeben ist das Herz von dem Herzbeutel, welcher bei den Plagiostomen, Chimären, Stören u. a. mit der Leibeshöhle noch in directer Verbindung steht. Der Rücktritt des Blutes wird durch zwei häutige Klappen an den Uebergangsstellen der Kammern verhindert. Aus dem Ventrikel gelangt das Blut zunächst in den *Bulbus arteriosus*, der den zwiebelartig geschwollenen Anfangstheil des Arterienstammes bildet und bei einzelnen Ordnungen selbständig pulsirt und im Inneren eine Anzahl Klappenreihen zeigt (Ganoiden, Plagiostomen und Dipnoern). Von diesem Arterienstamme aus gehen dann fünf, vier oder drei Paar Arterienäste zu den Kiemen, in denen sie ein Capillarnetz bilden und durch die Kiemenvenen zurückkehren, welche letztere dann in der *Aorta descendens* sich vereinigen und das Blut dem Körper zuführen, während in den Kopftheil je eine Arterie heraufsteigt, die *Carotis*. Fünf bis sechs Paar Kiemenarterien treffen wir bei Cyclostomen und Selachiern, fünf Paar bei den Ganoiden, vier oder nur drei Paar bei den Knochenfischen, bei denen die vorderen und das hintere Paar rudimentär werden können; das vordere Paar Kiemenvenen anastomosirt bei den Teleostiern im oberen Theile mit einander und bildet so eine Gefäßschlinge, den *Circulus cephalicus*.

Durch zwei vordere und zwei hintere Venen kehrt dann das Blut zum Herzen zurück (Jugular- und Cardinalvenen). Die von vorn kommende Jugularvene tritt mit der Cardinalvene derselben Seite vor ihrer Einmündung in das Herz zu je einem Canale, dem *Ductus Cuvieri*, zusammen, diese treten dann durch den *Sinus venosus* ins *Atrium* ein. In die Cardinalvenen mündet mit zwei Ästen die unpaare Schwanzvene (Caudalvene). Bei den Teleostiern kann der linke Ast verschwinden und der Uebertritt des gesammten Caudalvenenblutes in die rechte Cardinalvene erfolgen. Von der Caudalvene treten Venenzweige zu den Nieren, als *Venae renales advehentes*, bilden hier ein Capillarnetz und kehren als *Ven. ren. revehentes* in die Cardinalvenen zurück. Man bezeichnet diesen Kreislauf des Blutes als Pfortaderkreislauf. Ein solcher zweiter Kreislauf führt vom Darm aus das Venenblut durch eine Pfortader zur Leber, von wo aus es durch mehrere Lebervenen zum gemeinsamen Venensinus geht. — Um das Blut leichter durch die Capillaren der Nieren resp. Leber treiben zu können, tritt an der Caudalvene des Aales u. a., sowie an der Pfortader von Myxine ein sogenanntes Nebenherz auf. — Bei den Dipnoi ist der Kreislauf complicirter und schliesst sich an den der folgenden Klasse, der nackten Amphibien, an. Bei Lepidosiren ist das *Atrium* durch eine allerdings nicht vollkommene Scheidewand in ein rechtes und ein linkes geschieden; zum rechten führt der *Sinus venosus*, zum linken die Lungenvene. Ebenso ist

Fig. 44. Schema des primitiven Venensystems. j Jugularvene. c Cardinalvene. dc Ductus Cuvieri. h Venae hepaticae. sv Sinus venosus. (Nach GEGENBAUR.)

auch die Scheidung des Ventrikels durch muskulöse Vorsprünge in das Lumen desselben eingeletet und der Bulbus arteriosus in zwei Räume geschieden, aus denen besondere Arterien entspringen. Diese treten jederseits in der Dreizahl auf und verlaufen längs der Kiemenbögen. Die hintere Arterie bildet das Kiementcapillarnetz und entsendet gleichzeitig eine Arteria pulmonalis zu den Lungen. Die vorderen Arterienbögen treten ohne Capillarenbildung dorsal wieder zusammen, gehen dann eine Verbindung mit der hinteren Kiemenarterie ein und vereinigen sich mit zwei Stämmen zur Aorta descendens.

Amphibia. Das Herz ist durch ein rechtes und ein linkes Atrium und den einfachen Ventrikel in drei Hohlräume geschieden; jedoch kann bei Proteus und auch bei Salamandra das Septum zwischen den Atrien durchbrochen sein. In das rechte Atrium führen die Körpervenen, in das linke die Lungenvenen ihr Blut ein. Aus dem Ventrikel entspringt ein durch ein Septum geschiedener Bulbus arteriosus. Die *Aorta ascendens* theilt sich in die mehr oder weniger reducirten Kiemenbögen, welche Reduction durch das Auftreten der Lungen als Respirationsorgan bedingt wird. Bei Proteus und den Larven der Salamandrinen und Anuren gehen aus dem Bulbus je vier Aortenbögen um den Schlund herum und vereinigen sich dorsal zur Aorta descendens. Sind Kiemen entwickelt, so erhalten diese das Blut durch Gefässschlingen aus den anderen drei Aortenbögen. Die Carotiden entspringen dem vorderen, die Lungenarterien dem hinteren Bogenpaar. Nachdem die vorderen Bögen die Carotiden zum Kopfe gesandt haben, wird der zur Aorta gehende Theil desselben schwächer und führt die Bezeichnung *Ductus Botalli*. Hört die Kiemenathmung ganz auf, so entsendet jeder der Bögen einen schwachen Ductus Botalli zu der Aorta. Bei den Batrachiern, die drei Gefässbögen besitzen, bildet der mittlere derselben die Aortenwurzel, mit der der hintere Bogen nicht mehr communicirt. Von der Aortenwurzel gehen Gefässe in die vordere Extremität und zu dem Kopfe, oft auch Eingeweidearterien ab. Bei den Anuren entspringt dem linksseitigen zweiten Bogen die grosse Eingeweidearterie, dem dritten eine bedeutende Haut- und die Lungenarterie. Bei den Coecilien gehen die Lungenarterien aus dem Bulbus hervor, aus dem letzteren weiterhin zwei Gefässstämme, welche die Aortenwurzel bilden und die Kopfarterien abgeben.

Die Venen sind in der vorderen Körperhälfte durch die Jugularvenen repräsentirt, welche die Venen der oberen Extremitäten, die Subclavien, sowie die von den Seiten herkommenden *Venae vertebrales* aufnehmen und als obere Hohlvenen (*Vena cava superior sinistra*, *V. c. s. dextra*) zum Herzen gehen. Die vorderen Theile der Cardinalvenen obliteriren. Aus den Nieren- und Lebervenen entwickelt sich die untere Hohlvene (*Vena cava inferior*). Durch die *Vena iliaca* kommt das Blut aus der hinteren Extremität; nachdem diese Vene einen Ast der sich spaltenden Caudalvene aufgenommen hat, tritt sie als *Vena renalis* advehens zur Niere, deren *Vena renalis revehens* sich mit der anderseitigen in der *Vena cava inferior* vereinigt. Von der *Vena iliaca* geht ein Ast als *Vena abdominalis* ab, die von der Harnblase noch eine weitere, die *Vena vesicalis* aufnimmt und zur Leber verläuft, zu der ebenfalls die Venen des Darmes und der Milz gehen.

Reptilia. Das Herz besitzt zwei Atrien und einen meist länglichen Ventrikel. Der Ventrikel wird bei Schlangen, Schildkröten und Sauriern durch ein muskulöses Maschennetz unvollkommen in eine rechte und linke Kammer-

hälfte getheilt (*Cavum venosum* und *C. arteriosum*); die rechte erhält venöses Blut aus den Bauchvenen, die linke arterielles aus den Lungenvenen. Aus der rechten Höhle gehen die Arterien in drei Stämmen ab, die gegen die Kammer durch mit Semilunarklappen verschliessbare Ostien münden. Aus dem einen Stamm entspringen dann die Lungenarterien und erhält derselbe, in Folge der unvollständigen Mischung des venösen und arteriellen Blutes in der Herzkammer, hauptsächlich venöses Blut, während das mehr arterielle durch die zwei Aortenstämme dem Körper zugeführt wird. Der rechte Aortenstamm entsendet die Carotiden und Subclavien; der linke, der bei Schlangen und Sauriern als Aortenbogen das Herz umgiebt, vereinigt sich hier bald mit der Aorta descendens, während er bei den Schildkröten die Hauptmasse seines Blutes den Eingeweiden zuführt. Beim Krokodil ist die Herzkammer vollständig getheilt; die Aortenbögen entspringen je aus der entgegengesetzten Kammer, der rechte aus der linken führt arterielles Blut, der linke aus der rechten mit venösem Blute; vom letzteren wird das Blut der Lunge zugeführt. Der Körper erhält kein rein arterielles, sondern ein gemischtes Blut, allerdings mehr arterielles denn venöses. Der linke und rechte Aortenbogen communiciren durch ein Gefäß miteinander. Die Carotis ist unpaar wie bei den Vögeln.

Fig. 45. Herz und Arterien einer Schlange (Boa). *d* rechter, *s* linker Vorhof. *c* Carotis. *ad* rechter, *as* linker Aortenbogen. *p* Lungenarterie. *c* Carotis. (Nach GEGENBAUR.)

Das Venensystem schliesst sich im Allgemeinen dem der Amphibien an. Als Complication treten zwei Abdominalvenen auf, die ihr Blut entweder durch die *Venae umbilicales* von den Bauchvenen erhalten oder, wie bei den Krokodilen und Schildkröten, noch Gefässe aufnehmen, die mit den gespaltenen Caudalvenen, den Cruralvenen und denen der hinteren Extremitäten einem zur Niere gehenden Gefäßplexus theilweise angehören. Die Umbilicalvenen verschwinden bei Schlangen; bei Eidechsen tritt nur eine derselben auf und erhält hier durch die Vena vesicalis Blut von der Harnblase. Die *Venae abdominales* gehen den Leber-Pfortaderkreislauf ein, der also mit dem der Niere bei den Krokodilen und Schildkröten in Zusammenhang tritt.

Aves. Das Herz zeigt stets zwei kleine Atrien, einen muskulösen linken Ventrikel, der von dem mehr häutigen rechten mantelartig umgeben wird. Durch diese Viertheilung wird eine strenge Sonderung des venösen und arteriellen Blutes herbeigeführt, die wir gleicherweise auch bei den Säugern finden. Durch die Körpervenen strömt das venöse Blut zur rechten Vorkammer, von dieser zur gleichseitigen Herzkammer, die es durch die Lungenarterien den Lungen zuführt. Als arterielles Blut gelangt es durch die Lungenvene in die linke Vorkammer, von dieser in die linke Herzkammer und von dort aus durch die Körperarterien zu den verschiedenen Organen. Die das rechte Atrium von dem Ventrikel abschliessende Atrioventricularklappe ist als muskulöse Leiste ausgebildet; die linke Klappe stellt sich als eine mit der Kammerwand

durch Sehnen verbundene Hautklappe dar. Von den Aortenbögen bleibt nur der aus dem linken Ventrikel über den rechten Bronchus verlaufende. Die grossen Arterien des Kopfes und der oberen Extremitäten nehmen verschiedenen Ursprung. Meist entspringen die Subclavien und Carotiden symmetrisch aus zwei Stämmen — oder die Carotiden entspringen aus einem Stamm, dem linken *Truncus brachiocephalicus*; sie trennen sich dann oft erst nach einem längeren Verlaufe des unpaaren Carotisstammes. Die zu den Flügeln und an die Brustmuskulatur gehenden Subclavien sind stark entwickelt, die Thoracalarterienäste häufig stärker als die Fortsetzung der Subclavien, die *Arteriae axillares*.

Die Körpervenen münden als untere Hohlvene und zwei obere in das rechte Atrium; die Pulmonalvene führt das arterielle Blut in das linke Atrium. Die *Venae jugulares communicare* unter der Schädelbasis miteinander, sie vereinigen sich mit den Subclavien derselben Seite zu den oberen Hohlvenen, die noch die Vertebralvenen aufnehmen. Das Nieren-Pfortadersystem empfängt sein Blut aus den Venen der hinteren Extremitäten und des Beckens; das Leber-Pfortadersystem erhält die Venen der Eingeweide. Im Bezug auf den Zusammenhang dieser Venensysteme sind ähnliche Verhältnisse wie bei den Schildkröten.

Mammalia. Das Herz der Säuger ist gleich dem der Vögel ein vierkammeriges, auch ist die Circulation des Blutes bei ihnen die gleiche wie bei den letzteren. Die Klappen, welche die Atrien gegen die Ventrikel abschliessen, sind nur noch bei den Monotremen denen der Reptilien und Vögel ähnlich, indem die rechte Klappe noch zwei muskulöse Balken aufweist, welche die Basis der membranösen Klappe bilden. Bei den übrigen Säugern sind die Atrioventricularklappen secundäre Bildungen. Die beim Embryo auftretenden Muskelwülste, welche mit dem in der Kammer sich bildenden Balkennetze in Zusammenhang treten, verkümmern später. Die spongiösen Muskelnetze, welche die Ventrikel durchziehen, werden als *Trabeculae carnae* bezeichnet, die von ihnen, welche die Bildung der Klappen eingehen und eine schneige Ausbildung annehmen, heissen *Chordae tendineae*. Von den fünf primitiven Aortenbögen schwinden die beiden ersten vollständig; der dritte bildet die Carotiden; der vierte bildet rechts die Arteria subclavia dextra, von der die Arteria vertebralis dextra sich abzweigt, links stellt er den um den linken Bronchus gehenden Arcus aortae dar, von dem die linke Subclavia entspringt; der fünfte bildet die Arteria pulmonalis, welche beim Embryo linksseitig durch einen Bogen, den *Ductus arteriosus Botalli*, mit dem Aortenbogen communicirt, welcher Bogen später nur als *Ligamentum Botalli* persistirt. — Die Aorta descendens zieht sich unter der Wirbelsäule hin; ihre Fortsetzung in den Schwanz bildet die Arteria caudalis; fehlt ein Schwanz, wie beim Menschen, so tritt die Bezeichnung Arteria sacralis media für den letzten engen Ausläufer ein. Von der Aorta gehen seitlich die Arteriae intercostales ab, die zwischen den Rippen verlaufen und mehrere Aeste, theils nach den Wirbeln und Rückenmuskeln, theils an die Rippen und Intercostalmuskeln abgeben. Andere Gefässe gehen von der Aorta zu den Eingeweiden, Arteria coeliaca und Arteria mesenterica superior, den Nieren, Arteria renalis, und je eine Arteria iliaca in die hinteren Extremitäten.

Das Venensystem stimmt in seiner embryonalen Anlage mit dem der niederen Vertebraten überein. Meist führt eine obere Hohlvene in das Herz ein,

zwei finden wir bei Monotremen und Marsupialen, sowie vielen Nagern. Die linke Vena jugularis kann sich zurückbilden bis auf den Ductus Cuvieri, und ist die rechte dadurch, dass sich die linke durch die *Vena anonyma sinistra* mit ihr verbindet, zum Hauptvenenstamm geworden. — Die Cardinalvenen erleiden gleichfalls Veränderungen, wenn der linke obere Hohlvenenstamm geschwunden ist. Die rechte Vertebralvene, die wie die linke an Stelle der Cardinalvene tritt, nimmt Zweige der linken Vertebralvene auf, welche ihren oberen Zusammenhang mit den oberen Hohlvenen aufgiebt und hinfört als *Vena hemiazygos*, der rechten, der *Vena azygos*, gegenüber gestellt wird. Der linksseitige obere Rest der Vena vertebralis persistirt als *Vena intercostalis suprema*. Die Vertebralvenen nehmen die Intercostalvenen auf. Ein Nieren-Pfortaderkreislauf fehlt sämtlichen Säugethieren. Die Vena cava inferior nimmt die Venae iliacae, lumbales, renales und die der Geschlechtsapparate, des Zwerchfells und der Nebennieren auf. Die Venen des Darmcanales und der Milz gehen die Bildung eines Leber-Pfortaderkreislaufes ein; die Lebervenen münden dann in die Vena cava inferior.

Lymphgefässsystem. Meist verlaufen bei niederen Vertebraten Lymphgefässe längs grösserer Arterien oder Venen, die sie als maschiges Canalsystem umgeben; andere nehmen einen selbständigen Verlauf in der Leibeshöhle, unter der Haut, in der Umgebung der verschiedenen Eingeweide u. s. w.

Bei den Fischen liegen ein oder zwei Hauptstämme unter der Wirbelsäule entlang, welche die Hauptlymphsinus repräsentiren, indem in dieselben kleinere Sinus und die Lymphgefässe einmünden. Ihr Uebertritt in das Venensystem erfolgt an den Jugularvenen und der Caudalvene. Bei den Anuren entwickeln sich unter der Haut grosse Lymphräume, ferner auch ein subvertebraler Lymphraum, der die Lymphgefässe des Darmes und der Extremitäten empfängt. Bei den Reptilien umgeben die Lymphbahnen hauptsächlich die Arterien als grosszellige, miteinander communicirende Räume. Zu dem die Aorta umgebenden Lymphraum treten die, welche die Venen der Vorderextremitäten begleiten, sowie die Lymphbahnen des Kopfes und Halses. Die Lymphbahnen der Vögel zeigen ein ähnliches Verhalten; bei denselben erreichen die kleineren Lymphgefässe und der vor der Aorta verlaufende grössere Hauptstamm (*Ductus thoracicus*) grössere Selbständigkeit. Die Einmündung des Ductus thoracicus findet bei Reptilien, Vögeln und Säugern in die oberen Hohlvenen, resp. in die linke Hohlvene statt.

Die Lymphgefässe der Säuger liegen als enge, oft Netze bildende Röhren theils unter der Haut, theils zwischen den Muskeln und theils um die Eingeweide herum. Ihr Verlauf ist gegen das Herz zu, und begleiten sie vielfach die Venen und Arterien. In der Nähe des Herzens bilden sie einen oder zwei Hauptstämme, durch die sie sich in die obere Hohlvene ergiessen.

Fig. 45. Schema der Hauptstämme des Venensystems des Menschen. cs Vena cava sup. s Vena subclavia. je Jugularis externa. js Jugularis interna. az Vena azygos. ha Vena hemiazygos. ci Vena cava inf. h Venae hepaticae. r Venae renales. il Vena iliaca. hy Vena hypogastrica (n. GEGENBAUR).

Unterbrochen wird die Bahn der Lymphgefäße durch eine Anzahl von sogenannten Lymphdrüsen, deren ansehnlichste die Milz ist, welche meist in der Nähe des Magens als rother, länglich runder Körper entwickelt ist; sie fehlt nur dem Amphioxus. In denselben nehmen sie ihre Formelemente, die Lymphkörper, auf. Die Drüsen liegen meist in Haufen nebeneinander und stehen die eines solchen Haufens durch zahlreiche Lymphgefäße untereinander in Verbindung (Lymphgefäßplexus). Bevor die Lymphgefäße in die Venen übertreten, bilden sie oft musculöse, sich rhythmisch contrahirende Säcke, die Lymphherzen, die nur wenigen Vögeln, jedoch allen Säugern fehlen.

C. Respirationsorgane.

Ueber das Wesen und die physiologische Bedeutung der Respirationsorgane ist Seite 32 u. f. gesprochen worden und sind sie im Folgenden vom morphologischen Gesichtspunkte aus zu betrachten.

Eigentliche Respirationsorgane fehlen den **Protozoen** und **Coelenteraten**, bei denen die Körperflächen, welche mit dem Wasser in Berührung treten, der Athmung dienen.

Echinodermata. Auch in dieser Thierklasse treffen wir nicht überall ein Respirationsorgan an. Ausser den Aussenflächen tritt auch die Leibeshöhle und das mit ihr in Verbindung stehende periphere Canalsystem als Respirationsorgan auf, indem durch die Poren der Leibeswand Wasser aufgesogen und durch den Wimperzellbelag, der die genannten Hohlräume auskleidet, an den inneren Organen vorbeigeleitet wird. Bei den irregulären Seeigeln functioniren vielleicht blattartige und gefiederte Anhänge der Ambulacralgefäße als Athmungsorgane; bei den regulären und den Seesternen sind diese Organe durch Röhren vertreten, die über den Rücken zerstreut sind oder als fünf Paare um den Mund herum stehen und mit der Bauchhöhle communiciren. Bei den Holothuriern erfüllen die verzweigten langen Gefäße, die in den Enddarm münden, als sogenannte Wasserlungen, respiratorische Zwecke.

Vermes. Auch die Würmer, mit Ausnahme der Anneliden, benutzen die Aussenfläche des Körpers als Athmungsorgan. Bei Anneliden ist entweder der Enddarm zur Wasseraufnahme und zur Unterstützung der Respiration geeignet — oder es treten von den Extremitätenstummeln aus faden- oder büschelförmige Kiemen frei nach aussen, in welche das Blut von den Hauptgefäßen aus eingeführt wird. Auch die Tentakeln der Gephyreen sind als Respirationsorgane aufzufassen.

Arthropoda. Bei kleineren Wasserbewohnern wird die Körperoberfläche zum Respirationsorgan, bei grösseren treten äussere schlauchförmige, verästelte Anhänge der Extremitäten als Kiemen auf; wohingegen die Luftathmer einen

inneren, oft hoch complicirten Athmungsapparat in den Tracheen und Lungen-säcken haben.

Bei den Crustaceen fehlt das Respirationsorgan oder es wird durch verästelte Kiemenschläuche dargestellt, welche an den Füßen, der Brust oder dem Hinterleibe zur Entwicklung gelangt sind und im ersten Falle von einer Kiemenhöhle, in die das Wasser durch Bewegung der Extremitäten eingestrudelt wird, umgeben sind. In diese Kiemen tritt das aus dem Körper sich im Venensinus sammelnde Blut in mehreren, der Kiemenanzahl entsprechenden Gefässen und kehrt aus ihnen durch eben so viele Kiemenarterien zum Herzen zurück.

Die Arachnoiden, Onychophoren, Myriapoden und Hexapoden athmen in der Regel durch Tracheen oder einfach gestaltete Lungensäcke. Bei denselben sucht nicht das Blut die Athemluft auf, sondern diese geht durch ein oft unendlich fein vertheiltes Röhrensystem zum Blute und an die Organe des Körpers heran. — Die Tracheen bestehen aus einer äusseren, epithelartigen Zellschicht, welche durch ein Chitinspiralensystem in Ausdehnung erhalten wird. Diese Chitinspirale setzt sich vom Integument aus nach innen fort und erhält vermöge ihrer Elasticität die Trachee gewöhnlich in der Inspirationsstellung; wird sie durch die Bewegung der Körpersegmente und die Contraction der Muskeln des Körpers zusammengeschoben, so tritt die Luft aus (Exspiration). Dass sich diese Spirale auch in die feinsten Tracheenverzweigungen fortsetzt, ist natürlich. Die Tracheen durchziehen den Körper meist in zwei Hauptstämmen, die in einem jeden Metamer Aeste abgeben, deren Verzweigungen dann zu den Geweben und Organpartien desselben Metamers führen. Meist werden alle Organe und die musculösen Theile der Extremitäten von Tracheenzweigen umspinnen oder durchsetzt, seltener sind die Tracheen nur an bestimmten Stellen localisirt, in welchem Falle dann das Blut, wie bei der Lungenathmung, die Luft aufsuchen muss. — Die Luft tritt durch Spalten (Stigmata) ein, welche paarig allen oder einzelnen Segmenten zukommen. Höchst interessant ist der Stigmenapparat bei den Insekten und besonders bei den energisch fliegenden. Von aussen hält ein feines Chitinstäbchengitter die festen Fremdkörper ab, dahinter liegt dann, in einer Anschwellung und durch einen festen Chitinring gestützt, der sogenannte Verschlussapparat des Stigmas, meist durch zwei zarte Schleier gebildet, die durch einen nach oben zu inspirirenden Doppelmuskel angespannt werden können und dann das Stigma ganz oder theilweise verschliessen (als Stimmwerkzeuge, wofür man sie gehalten,

Fig. 47. Stück eines Tracheenstammes einer Raupe mit Verzweigungen B C D. a Epithelartige Zellschicht. b Kerne. (Nach GEGENBAUR.)

dienen diese Stigmenverschlüsse nach eigenen Untersuchungen nicht). — Bei den Myriapoden besitzt jedes Segment ein Paar. Bei den Insekten finden wir Stigmen entweder nur an der Vorder- oder Hinterbrust (Dipteren) — oder an diesen und dem ersten Hinterleibssegment (Thysanuren), oder sie finden sich auf den Abdominalsegmenten (Läuse und Käfer), bei den Käfern dorsal gelegen und von den Flügeldecken überdeckt. Bei den Larven sind sie oft über 10—14 Segmente vertheilt, oder es sind, wie bei Mückenlarven, nur 1, 2 oder 3 hintere Abdominalstigmenpaare vorhanden. — Von den Stigmen gehen kurze Stämme zu den langen Haupttracheenstämmen, an denen sich, wie auch an den Nebenästen, Tracheenblasen entfalten können. Die letzteren sind besonders zahlreich bei Käfern, weniger bei Schmetterlingen und Fliegen; bei den letzteren liegen sie oft als ein grosses Blasenpaar im Abdomen. — Die das Wasser bewohnenden Insekten müssen zur Luftaufnahme an die Oberfläche kommen und durch Stigmen oder Athemröhren respiriren. Bei vielen im Wasser lebenden Larven bilden sich aber sogenannte Tracheenkiemen aus. Es sind dies lappige, paarige Anhänge einzelner Segmente, in welche die Haupttracheenstämmen ein fein verzweigtes Tracheensystem entsenden, das die Respiration besorgt; durch eine solche Ausbildung erhalten wir dann ein nach aussen abgeschlossenes Tracheensystem.

Die Arachniden zeigen entweder ein den Insekten ähnliches Tracheensystem, das sich nach aussen durch drei Stigmenpaare öffnet — oder es entwickeln sich von einem Tracheenstamm aus eine grössere Anzahl dünner, flacher Luftsäcke, die wie ein zusammengelegter Fächer nebeneinander liegen und als Lungen bezeichnet werden. Die Stigmenöffnungen und die Luftwege werden auch hier durch Chitinringe und Spiralen aufgehalten. —

Mollusca. Die äussere Haut und die entwicklungsgeschichtlich von dieser ausgehenden Kiemen und Lungen dienen als Respirationsorgane der Mollusken. — Bei den Muscheln treffen wir zwei, seltener ein Paar blattförmiger Kiemen (daher die Bezeichnung *Lamellibranchiata*) unter dem Mantel liegend an. Entweder sind die Kiemen durch fadenförmige Blättchen oder, wenn diese miteinander verschmelzen, durch flächenhafte Bildungen dargestellt. Diese Blättchen sind im einfachsten Falle isolirt oder nur durch schwache Gewebestränge miteinander verbunden. Die Fäden schlagen sich dann bei der inneren Kieme nach innen, bei der äusseren nach aussen um und treten von den Fäden untereinander verschmelzende Fortsätze aus, so dass die Gesamtheit derselben ein Gitter darstellt, durch welches hindurch das Wasser sich bewegt, und fliesst das letztere dann schliesslich in einen jede Kiemenbasis durchziehenden Canal und von hier nach aussen. Die Bewegung des Wassers wird durch die Flimmerzellen, welche die Kiemen überkleiden, hervorgerufen. Das Blut strömt durch oft vielfach verzweigte Gefässe in diese Kiemen ein und wird die Blutfläche, welche mit dem Wasser in Beziehung tritt, noch dadurch bedeutend vergrössert, dass die Gefässe als Falten auf den Kiemenlamellen hervortreten. Eine aus dem als Niere functionirenden *Bojanus'schen* Organe hervortretende Vene führt das Blut zu den Kiemen, von denen aus es zu den Vorhöfen des Herzens zurückgeht. — Die Gasteropoden athmen nur selten durch die ein-

fache Körperoberfläche, meist haben sich von derselben am Rücken oder unter dem Mantel blattförmige und gefiederte Anhänge abgesondert, in welche das Blut eintritt und die demzufolge als Kiemen zu bezeichnen sind. Neben den Kiemen treffen wir bei wenigen Formen gleichzeitig Lungen an; bei vielen anderen nur Lungen. Die Lungen der Luftathmer werden durch den Mantelraum repräsentirt, der durch eine Athemöffnung mit der Aussenluft communicirt und von dessen lateraler Wand aus sich ein Gefäß- und Blutraumnetz nach innen zu erhebt. Der Mantelrand kann sich zu einer längeren Athemröhre ausziehen. — Bei den Cephalopoden umschliesst der Mantel jederseits eine oder zwei Kiemen, welche eine pyramidenförmige Gestalt besitzen und durch eine blättrige und krausenartig gefaltete Oberfläche das Blut mit dem Athemwasser in Berührung bringen. Das letztere wird durch eine Spalte des Mantels aufgenommen, streicht an den Kiemen vorbei und wird dann durch den Trichter wieder ausgestossen. Aus der gablig gespaltenen Hohlvene (sogenannte Kiemenarterien) wird das Blut in die Kiemen eingepumpt, indem die Gefäßwandungen kurz vor Eintritt in die Kiemen sich vermittelst eines kräftigen Muskelbelags contrahiren (Kiemenherzen). Aus den Kiemen tritt das Blut durch die Kiemenvenen in die Herzvorhöfe über (s. Fig. 43, br).

Molluscoidea. Die Bryozoen athmen durch die gesammte Körperoberfläche und vielleicht hauptsächlich durch die den Mund umstehenden Tentakeln. Bei den Brachiopoden ist es die von einem Lacunensystem durchzogene Mantelwand, die mitsammt den Tentakeln, welche einen der letzten ähnlichen inneren Bau zeigen, die Functionen der Respiration übernimmt.

Tunicata. Die Mantelthiere erinnern dadurch, dass bei ihnen der Pharyngealtheil des Verdauungscanales zu respiratorischen Zwecken umgewandelt ist, an die ähnliche Bildung aufweisen den Wirbelthiere. — Bei den Ascidien ist die gesammte Wand des Pharynx netzartig durchbrochen und dient als Kieme (vgl. Fig. 39, sb). Das Wasser wird durch die Mundöffnung aufgenommen, durch Flimmerzellen längs der Kiemenstäbe und zwischen denselben hindurch bewegt, worauf es schliesslich in die Peribranchialhöhle gelangt, die sich als Nebenraum der Cloake entwickelt hat und durch diese sich nach aussen öffnet. Seltener ist die Kiemenbildung nur auf den Dorsalabschnitt des Pharynx beschränkt. —

Fig. 48. Circulationssystem von *Salpa maxima*. a Eingangsöffnung. b Auswurfsöffnung. br Kiemenbalken. br' Ansatz der Kieme. c Eingeweideknäuel (Nucleus). c Herz. v Bauchgefäßstamm. v' Rückengefäßstamm. v'' Verbindende Quergefäßstämme. (Die feineren Verästelungen der Gefäße sind nicht angegeben.) (Nach MILNE-EDWARDS.)

Bei vielen Salpen durchsetzt die Kieme schräg den Körperraum, nach vorne die Kiemenhöhle, nach hinten die Cloake bildend. Die membranartige Kieme ist von zwei seitlichen Spalten durchbrochen. Bei anderen Formen

zieht sich die Kieme balkenartig diagonal durch den Athemraum, dessen hinterer Abschnitt als Cloake functionirt (Fig. 48).

Vertebrata. Niemals übernimmt bei den Wirbelthieren die äussere Haut allein die Function eines Respirationsorganes, kann jedoch als solches neben Kiemen und Lungen auftreten (z. B. bei nackten Amphibien). — Die Fische athmen fast ausschliesslich durch Kiemen, nur bei den Dipnoern tritt die Schwimmblase als primitive Lunge auf. Beim Amphioxus ist die Schlundwand seitlich durchbrochen, sodass zahlreiche, schräg verlaufende Kiemenstäbchen zur Ausbildung gelangt sind, zwischen denen hindurch das durch den Mund aufgenommene Wasser abfliesst, und zwar in den durch eine Hautduplicatur um den Kiemenkorb herum gebildeten Raum, der sich durch den sogenannten Porus abdominalis etwas hinter der Leibesmitte nach aussen öffnet.

Fig. 49. Athmungsorgan von *Myxine glutinosa* von der Bauchseite. o Oesophagus. f Innere Kiemengänge. br Kiementaschen, br' äussere Kiemengänge, die sich aus einem gemeinschaftlichen, bei saumündenden Kiemengänge jederseits vereinigen. c Ductus oesophago-cutaneus. a Vorhof des Herzens. e Herzkammer. a. b Kiemensarterie, an jede Kieme einen Ast abgebend. d Seitenwand des Leibes nach aussen und rückwärts umgeschlagen. (Nach JOH. MÜLLER.)

Bei den Cyclostomen liegen die Kiemen in 6 oder 7 Paaren von Kiemensäckchen, welche mit dem Athemwasser durch Gänge, die zu den äusseren Kiemenöffnungen führen, in Verbindung stehen. Diese äusseren Athemlöcher sind als zwei bauchständige Oeffnungen bei *Myxine* ausgebildet, als 7 Paar seitliche Oeffnungen bei den Petromyzonten vorhanden. Nach innen führen Gänge aus den Kiemensäckchen zum Schlunde, mit dem sie nur bei *Myxine* direct communiciren, sonst zunächst in einen gemeinsamen Längscanal führen, der sich dann in den Vorderdarm öffnet. Das Wasser strömt durch die äusseren Athemlöcher in die Kiemensäckchen, von deren Wandungen sich die faltigen Kiemenblättchen erheben, dann entweder direct wieder nach aussen zurück oder durch die inneren Canäle zum Schlunde.

Ein ähnliches Verhalten zeigt uns der Respirationsapparat der Selachier, bei denen die Kiemen während des Embryonallebens als fadenförmige Gebilde frei nach aussen hervorragen, später aber jederseits in 5 (selten 6 oder 7) weiten Taschen eingelagert sind, welche nach aussen durch die Kiemenspalten mit dem Wasser, nach innen durch Spalten mit dem Pharynx in Verbindung stehen. Die Wand zwischen je zwei Taschen wird durch Knorpelleisten, welche Seitenstrahlen der Kiemenbögen sind, gestützt. Die äusseren Kiemenspalten liegen ventral bei Rochen, lateral bei Haien. Das Wasser wird aus der Rachenhöhle durch zwei hinter den Augen liegende Oeffnungen (Spritzlöcher) ausgespritzt. — Die Ga-

noiden besitzen Kiemen, welche den Kiemenbögen aufgewachsen sind und frei in der Kiemenhöhle liegen; die letztere wird äusserlich durch einen Kiemendeckel (Operculum) geschlossen, der wie die Kiemenbögen eine knö-

cherne Beschaffenheit besitzt. Am Kiemendeckel tritt eine grosse Nebenkieme auf, die bei *Amia* und *Spatularia* fehlt, dazu kann auch, wie beim *Acipenser*, eine Pseudobranchie in der Nähe des Spritzloches hinzutreten. Spritzlöcher fehlen dem Knochenhechten *Scaphirhynchus*. — Den Teleostiern kommen meist vier Kiemen und fünf Kiemenspalten zu. Die Kiemen stehen in zwei Blattreihen auf den knöchernen Bögen. Von diesen Blattreihen kann die hintere des vierten Bogens hinwegfallen, wodurch eine Reduction auf $3\frac{1}{2}$ Kiemen stattfindet (*Labroides*, *Zeus*, *Cyclopterus*); fällt die vordere Reihe auch hinweg, so bleiben nur noch 3 (*Lophius*, *Diodon*, *Tetrodon*). Durch Fehlen der vorderen Kiemen erhalten wir dann weiterhin nur $2\frac{1}{2}$ (*Maltha*) oder gar 2 (*Amphipnous*) Kiemen. Kiemen am Kiemendeckel fehlen, ebenso Spritzlöcher. Kammförmige oder drüsige Pseudobranchien als Opercularkiemen finden sich häufig.

Das Blut tritt durch die sogenannte Kiemenarterie in die Kiemen ein, in den Kiemenblättchen bilden sich Capillarnetze und diese treten dann durch die Kiemenvenen (die sogenannte Epibranchialarterie) zur Aorta descendens zusammen.

Die Dipnoi zeigen in ihrem Respirationsapparate einen Uebergang zu dem der Amphibien. Bei *Ceratodus* sind jederseits 5 knorpelige Kiemenbögen mit 4 Kiemen, bei *Lepidosiren* und *Protopterus* nur drei der letzteren vorhanden. Bei den *Ceratodidae* ist an Stelle der Schwimmblase eine einfache, aus zwei symmetrischen zelligen Hälften gebildete Lunge ausgebildet, welche bei *Lepidosiren* und *Protopterus* doppelt wird. Mit einem kurzen Canale münden dann diese Lungen in den Schlund ein. Die knorpeligen Nasenkapseln communiciren mit der Mundhöhle, indem sie den Gaumen hinter der Schnauzenspitze durchbrechen.

Die Blutcirculation in diesen Lungensäcken ist insofern von der der Amphibien verschieden, als vom dritten Kiemenbogen aus theils das Blut in die Aorta, theils durch eine Lungenarterie zu der Lunge geht, aus der dann das Blut durch eine Vene in den Sinus venosus tritt, durch den es mit venösem Blute gemischt in das Atrium gelangt.

Amphibia. Die Amphibien bilden den Uebergang zwischen den ausschliesslichen Kiemenathmern einerseits und den landbewohnenden Luftathmern andererseits.

Überall treten bei ihnen Lungen auf, daneben aber noch 3—4 Paar Kiemen, welche entweder zeitlebens persistiren oder später verschwinden. Die Kiemen sind äussere, baumartig verzweigte oder gelappte Fortsätze, welche den Kiemenbögen aufsitzen und oft nur an ihrer Basis von einer Hautduplicatur überdeckt werden. Die Kiemenspalten öffnen sich in die Rachenhöhle. Während beim *Proteus* die Kiemen stets bleiben, verschwinden sie bei anderen nach Verlassen des Wassers (*Salamandrin*, *Axolotl*). Bei den Blindwühlern und Fröschen treffen wir die Kiemen oder deren Homologa nur während der ersten Zeit des Larvenlebens an. Nach Verschwinden der Kiemen bleibt bei *Cryptobranchiern* eine Spalte zu jeder Seite des Kopfes bestehen. — Die Lungen sind stets paarig vorhanden, die linke häufig verkümmert (*Apoda*). Es stellen sich uns die Lungen als grosse häutige Säcke dar, von deren Innen-

wandungen sich zahlreiche Falten und Fältchen erheben, die zur Vergrösserung der Lungenfläche dienen und von den Capillarnetzen durchzogen werden. Meist münden die Lungensäcke direct in den Kehlkopf, nur bei *Pipa* und *Xenopus* sind Bronchien, welche durch Knorpel gestützt werden, vorhanden (Kehlkopf siehe Seite 109).

Die drei letzten Klassen: *Reptilia*, *Aves* und *Mammalia* sind ausschliessliche Luftathmer.

Bei den Reptilien sind die Lungen noch verhältnissmässig einfach gebaut; sie stellen auch grosse häutige Säcke dar, die im Inneren durch Hautfalten in grosszellige Kammern zerlegt sind, deren Wandungen die Capillarnetze führen. Bei den Schlangen ist die linke Lunge meist verkümmert und die rechte der Länge nach fest mit dem Peritoneum verwachsen. Bei den Schildkröten, Krokodilen und meisten Sauriern sind sie paarig symmetrisch, bei manchen Sauriern noch mit Nebensäcken versehen. Die zelligen Räume (Alveolen) sind zahlreicher und kleiner im vorderen Lungenabschnitte als im hinteren, wo sie oft vollkommen fehlen, so dass die Lungen sich dann in zwei nicht respirirende Abschnitte (bei vielen Sauriern) oder in einen ebensolchen, als Luftreservoir dienenden (bei den Schlangen) fortsetzen. — Die Luftwege sind Kehlkopf und Luftröhre (*Trachea*). Die letztere ist lang, macht bei Schildkröten und Krokodilen oft einige Krümmungen und tritt dann mit zwei Aesten (*Bronchi*) in die Lungensäcke ein. Die *Trachea* wird durch Knorpelbögen, an die sich nach vorn oder nach hinten Knorpelringe ansetzen, gestützt.

Die Lungen der Vögel liegen der Rückenwand des Thorax eng an, sodass sie den Intercosträumen entsprechende Wülste bilden. Das Gewebe der eigentlichen Lunge ist spongiös und stehen die feinsten Lufträume mit einander in Verbindung, im Gegensatz zu dem lappigen Bau der Säugethierlungen. — Die Luftwege sind Kehlkopf (*Larynx*) und *Trachea*, an die sich bei den Carinaten der untere Kehlkopf (*Syrinx*) anschliesst, von dem aus sich dann die Bronchi abzweigen. Die *Trachea* ist lang und wird von vollständigen, oft verknöchernenden Knorpelringen offen gehalten. Bei den Schwimmvögeln zeigt sie häufig Erweiterungen, beim Kranich ist sie mehrfach gewunden und in das Sternum eingelagert. Hin und wieder ist die *Trachea* der Länge nach vollständig oder theilweise durch ein Septum in zwei Hälften geschieden. Bei ihrem Eintritt in die Lungen theilen sich die Bronchi in mehrere Aeste; ein Theil derselben führt zu den Lufträumen des eigentlichen Lungengewebes, ein anderer Theil geht wieder zur Oberfläche der Lunge, wo sie in eine grössere Anzahl von Blindsäcken münden, die in das Skelet und in den Leibesraum eintreten und zur Verminderung des specifischen Gewichtes des Vogels dienen. Embryonal entwickeln sich diese Luftsäcke als Ausstülpungen von der Lungenoberfläche und erinnern an ähnliche blindsackartige Anhänge der Chelonierlungen. Zwei solcher Luftsäcke liegen am Halse und erfüllen die Halswirbel- und Schädelknochen mit Luft; ein im Winkel des Schlüsselbeins liegender entsendet Hohlräume in den Schultergürtel und die Flügelknochen; zwei Abdominalsäcke versorgen die Wirbelsäule, das Becken und die Beine; endlich verlaufen noch zwei weitere längs der hinteren Thoraxseiten.

Die Säugethierlungen stellen sich als zwei grosse, meist gelappte, häutige Säcke dar, die mit dem Herzen in der Brusthöhle (Pleurahöhle) liegen.

welch letztere von der Bauchhöhle durch eine musculöse Haut, das Zwerchfell (*Diaphragma*), getrennt wird. Das Gewebe der Lungen ist äusserst elastisch, besteht zum grössten Theil aus Bindegewebe und wenigen glatten Muskelfasern. Beginnen wir mit den Luftwegen, so setzt sich an den Kehlkopf die der Länge des Halses entsprechend lange Trachea an, welche durch zahlreiche, hinter einander liegende, beinahe ringförmige Knorpel offen gehalten wird. Die Knorpel stossen dorsal meist nicht zusammen, sondern werden durch eine Bindegewebshaut verbunden, bei vielen Walen sind sie nach vorne zu offen. Nach einem in der Regel geraden Verlauf (nur bei *Bradypus tridactylus* macht die Trachea in der Brusthöhle eine Schlinge nach dem Zwerchfelle zu) gabelt sich die Luftröhre in die Bronchi, welche sich in die Lungen fortsetzen und hier dichotom verästeln. Diese Verästelungen, die Bronchien, stellen sich wie die Bronchi als durch Knorpelringe und Bindegewebe gebildete Röhren dar, die schliesslich immer enger und dünner werden, dann ihr Knorpelgerüst verlieren und nun in das eigentliche Lungengewebe übertreten. An die röhrenförmigen Bronchien setzen sich die sogenannten *Infundibula* an, die von einer meist birnförmigen Gestalt sind und von deren Wandungen sich zahlreiche Bläschen, die *Alveoli*, in das Lungengewebe einsenken. Viele solcher Infundibula liegen dicht neben einander und bilden einen kleinen Lungenlappen, deren mehrere dann zu einem Hauptlappen zusammentreten. An der rechten Lunge finden sich vier bis sieben, an der linken zwei bis drei solch grösserer Lappen. — Die innere Auskleidung der Luftwege geschieht durch ein Flimmerepithel, ausserdem münden noch zahlreiche Schleimdrüsen, durch deren Secret die Luftwege feucht gehalten werden, auf der Schleimhaut der letzteren aus. Die Alveolen sind mit einem Plattenepithel ausgekleidet, hinter dem die Lungen-capillaren in engen Netzen verlaufen.

Die Brusthöhle wird von dem Brustfell (*Pleura*) ausgekleidet, welches auch die Lungen überzieht. Zwischen Lungenoberfläche und Brustwand befindet sich stets zur Verminderung der Reibung etwas Lymphe. —

Der Kehlkopf, *Larynx*, stellt sich als der durch Knorpelplatten gestützte vordere Abschnitt der Luftwege dar. Gegen den Pharynx hin öffnet er sich durch einen median verlaufenden Spalt, die Stimmritze, *Glottis*, von deren vorderem Ende aus sich bei Säugern, einigen Reptilien und vielen Vögeln eine Falte erhebt, der Kehledeckel, *Epiglottis*.

Die Epiglottis wird durch einen Knorpel gebildet, welcher entweder mit den übrigen Kehlkopfsknorpeln zusammenhängt oder sich von diesen trennt (Säugethiere). Aeusserlich überzieht die Rachenschleimhaut auch dies Gebilde, welches sich besonders bei den Walen durch seine lange rinnenförmige Gestalt auszeichnet; bei denselben legt sich die Epiglottis nach oben zu an die inneren Nasengänge an, so dass die Luft direct durch die Nasenhöhle in die Trachea gelangt. — Das Knorpelskelet des eigentlichen Kehlkopfes besteht im einfachsten

Fig. 50. A Ausguss dreier Infundibula; a Alveolen. B Bronchienästchen; k Knorpelringe. C elastische Fasern aus dem Lungengewebe (Vergr. 500). D Querschnitt durch die Lunge, senkrecht zur Pleura; i Infundibulum, a Alveole, s äussere Bindegewebsschicht mit dem Pleuraüberzug, g festes Lungengewebe mit dunkel gehaltenen Blutgefässen.

Falle aus zwei Knorpelspangen (*Cartilagine laryngo-tracheales*), die sich vorn zusammenlegen und nach hinten winkelig auseinander biegen (*Proteus*). Bei Salamandrinen lösen sich die vorderen Theile ab, sie werden dann als Stellknorpel (*Cartilagine arytaenoideae*) bezeichnet, während die hinteren Schenkel als die Stützknorpel bezeichnet werden. Formen sich diese Stellknorpel dadurch zu einem Ringe um, dass sie sich vorn und hinten mit einander verbinden, so erhalten wir den ringförmigen Knorpel. Bei den Vögeln wird dieser Knorpel aus einem breiten vorderen und zwei schmalen hinteren Stücken gebildet. Bei den Säugern theilt sich der Knorpelring in ein vorderes hohes Stück, den Schildknorpel (*Cartilago thyreoidea*), unter welchem der Ringknorpel (*Cartilago cricoidea*) folgt, der siegelringartig mit der breiten Fläche nach hinten liegt und auf dieser breiten Seite die Stellknorpel, Giessbeckenknorpel (*Cartilagine arytaenoideae*) trägt. Zu diesen Knorpeln können sich noch mehrere kleinere (*Santorin'sche* und *Wrisberg'sche*) gesellen.

Die Knorpel werden durch Muskeln mit einander verbunden, durch deren Contractionen die Stimmritze zunächst geöffnet und geschlossen wird. Ausserdem treten im Inneren des Kehlkopfes Hautfalten hervor, welche sich jederseits von dem Schildknorpel zu den Stellknorpeln erstrecken und durch Muskelwirkung angespannt werden können, in welchem Zustande dann die vorbeistreichende Luft in Schwingungen versetzt wird, die uns als Stimme der Thiere zum Bewusstsein gelangen. Die Bänder, zunächst einfache Schleimhautfalten, bezeichnen wir als Stimmbänder, oft können wir bei Säugern jederseits ein oberes und ein unteres unterscheiden. Wir finden Stimmbänder bei den Fröschen, vielen Sauriern, bei den Krokodilen und den Säugern.

Der Stimmapparat der Vögel liegt am unteren Ende der Trachea, im unteren Kehlkopfe. Die letzten Trachearinge verschmelzen mit einander und platten sich ab, können sich aber auch erweitern. In diesen unteren Abschnitt, die Trommel, erhebt sich die Zusammentrittsstelle der Bronchi als häufig verknöchertes Steg. Von diesem Stege aus springt jederseits eine Membran in den Bronchotrachealraum vor, und diesen gegenüber erhebt sich zwischen dem letzten Trachea- und ersten Bronchusringe je eine weitere Membran. Zwischen den Bändern dieser inneren und äusseren Paukenhäute geht die Luft hindurch; werden die Häute durch Muskeln, von denen einige zu Seiten der Trachea längs dieser verlaufen, angespannt, so entstehen die Töne der Vogelstimme. —

Die Füllung der Lungen mit Luft geschieht bei den Fröschen dadurch, dass Luft durch die Nasenlöcher in den Mundraum eingesogen und dann durch Kehl- druck in die Lungen gepresst wird; durch die Nase kann sie nicht wieder entweichen, weil dieselbe gegen die Mundhöhle hin durch Hautklappen verschlossen wird. — Die Schildkröten bewirken die Füllung der Lungen durch Aus- strecken und Einziehen des Halses. — Bei den meisten Amphibien und Reptilien

Fig. 51. Unterer Kehlkopf. Singmuskel- apparat des Raben. A von der Seite, B von vorne gesehen. a-f Muskeln zur Bewegung des unteren Kehlkopfes. g Membrana tympaniformis interna. (Nach GEGENBAUR.)

wird durch die Bauchmusculatur der Leibesraum erweitert und zusammengepresst, wobei Inspiration und Expiration erfolgt. — Die Vögel erweitern den Brustkorb durch Hebung und Senkung des Brustbeines. Die Rippen sind zu diesem Zwecke durch Knochenstäbe mit dem Sternum verbunden und zeigen in ihrer Mitte einen nach hinten gerichteten Dorn, der der folgenden Rippe aufliegt und meist durch Bänder mit dieser verbunden ist. — Die Säuger endlich athmen mittelst des Brustkorbes und des Zwerghalles. Die Rippen werden durch Muskeln vorn gehoben und gleichzeitig findet eine Contraction der Radiummuskelfasern des stumpf kegelig gelagerten Zwerghalles statt, wodurch die nach vorn gerichtete Spitze des Diaphragmas nach hinten gezogen wird und so eine Erweiterung des Brustkorbes zu Stande kommt — es erfolgt Inspiration. Lässt die Wirkung der Rippen- und Zwerghallmuskulatur nach, so sinken die Rippen, das Zwerghall spitzt sich wieder nach vorn zu und die Luft wird aus den Lungen herausgepresst — es erfolgt Expiration.

D. Excretionsorgane.

Unter Excretionsorganen versteht man Drüsen oder gefäßartige Gebilde, welche die Ausscheidung flüssiger oder fester, für den Organismus unbrauchbarer Substanzen bewirken. Meist sind es Stickstoffverbindungen, die bei Umsetzung des Protoplasmas entstehen, welche durch diese besonderen, dem Ectoderm entstammenden Organe aus dem Körper entfernt werden. Die gleichzeitig als Spaltungsproduct sich bildende Kohlensäure wird durch die Respirationsorgane ausgeschieden.

Die Protozoen¹⁾ und Coelenteraten entbehren besonderer Excretionsorgane vollständig; auch bei den Echinodermen ist es noch nicht feststehend, ob zwei trichterförmig sich in die Leibeshöhle öffnende Seitencanäle bei den Holothuriern und Wimperorgane im Dorsalcanale der Crinoiden-Arme als Excretionsorgane aufgefasst werden dürfen.

Vermes. Sehr ausgebildet sind die Excretionsorgane bei der Gruppe der Würmer, jedoch fasst man hier mit diesen Organen auch solche zusammen, von denen es noch nicht gewiss ist, ob sie wirklich excretorische Functionen ausüben.

Bei den Plathelminthen ist es das überall auftretende Wassergefäßsystem, welches als Excretionsorgan angesehen wird. Die Bandwürmer besitzen ein Wassergefäßsystem, das aus vier oder zwei, selten sechs oder acht Längscanälen besteht, von denen aus in einem jeden Gliede Queranastomosen abgehen. Im Kopfe sind die Endanastomosen oft ring- oder netzförmig ange-

1) Die contractilen Vacuolen, welche bei vielen Protozoen auftreten, sind neuerdings als der Excretion dienende Gebilde aufgefasst worden, da ihr Inhalt ähnlich den Excretionsstoffen höherer Thiere reagirt.

ordnet. Im Inneren der Gefässe treffen wir vielfach Wimper- und Geisselzellen, welche den hellen, oft Körnchen führenden Inhalt der Canäle bewegen. Ob auch Contractionen der Gefässwände stattfinden, ist noch nicht ganz sicher gestellt. Die Ausmündungsöffnungen liegen am Hinterrande des letzten Gliedes, wo die Längsgefässe in eine kleine Blase zusammentreten, welche letztere sich dann durch den Excretionsporus nach Aussen öffnet. —

Bei den Trematoden treffen wir meist zwei Hauptstämme, die durch eine gemeinsame Blase wieder ausmünden; von diesen Hauptstämmen aus zieht sich ein enges, feines Gefässnetz durch den Körper hindurch. — Bei Nemertinen ist die Entwicklung eines Wassergefässsystems neuerdings wieder geleugnet worden. — Die Turbellarien besitzen zwei Hauptgefässstämme, von denen aus zahlreiche Seitengefässe abgehen. Nach aussen mündet der Excretionsapparat dieser Ordnung jedoch durch mehrere Oeffnungen.

Den Nematelminthen ist ein von dem Wassergefässsystem verschiedenes Excretionsorgan eigen. — Längs der Seiten der Nematodenkörper verläuft je eine helle Linie (Seitenlinie), welche sich als Zellstrang darstellt oder von einer körnigen Substanz, in der Kerne suspendirt sind, gebildet wird, der Muskelfasern entbehrt und einen hellen Canal umschliesst. Diese beiden Seitencanäle vereinigen sich schliesslich und münden median an der Bauchfläche durch den Gefässporus aus. Angefüllt sind sie mit einer hellen, oft körnigen Flüssigkeit. — Bei den Acanthocephalen verzweigt sich das Excretionsorgan unter der Cuticula und erstreckt sich von dem Hinterrande des Rüssels als zwei längliche, lamellöse Fortsätze (Lemnisci) in die Leibeshöhle.

Die excretorischen Gefässe der Rotiferen ziehen sich als zwei enge, stellenweise gewundene Canäle von einer contractilen Endblase aus, die sich in die Cloake öffnet, längs der Seiten des Körpers hin und münden durch seitliche Zweige in die Leibeshöhle aus. Die Endblase kann fehlen und dann münden die Canäle direct in die Cloake. Die inneren Mündungen und einzelne Stellen der Innenfläche der Gefässe sind mit Wimperzellen ausgestattet. Die Gefässwände lassen eine drüsige Beschaffenheit erkennen.

Den Gephyreen kommen zweierlei Arten der Excretionsorgane zu. Entweder sind es büschelförmige oder einfache Schläuche, die vom Enddarme sich in die Leibeshöhle erstrecken und deren erstgenannte Formen sich mit zahlreichen sogenannten Wimpertrichtern in die Leibeshöhle öffnen (vergl. unten bei Anneliden), so bei Bonellia und Thalamosema — oder die Excretionsorgane treten als zwei bis drei Paar Bauchdrüsen auf, welche mit der Leibeshöhle durch Wimpertrichter in Verbindung stehen.

Die Anneliden besitzen endlich das am weitesten entwickelte Excretionsorgan in Gestalt der Schleifenanäle oder der Segmentalorgane (letzterer Ausdruck ist unzweckmässig gewählt). Meist liegen bei dieser Wurmlasse in einem jeden Körpersegmente zwei seitliche Canäle, welche mehr oder minder schleifenartig aufgerollt oder zusammengewickelt sind. Jeder dieser Canäle mündet mit einer Oeffnung in die Leibeshöhle (mit dem Wimpertrichter), mit einer anderen, ventral gelegenen nach aussen. Der Wimpertrichter (Fig. 52, a), ist das etwas verdickte, trichterartig oder rosettenförmig er-

weiterte innere Ende des Schleifencanals und da ihm die Function der Aufnahme und Ueberführung von Flüssigkeiten Eiern u. s. w. aus der Leibeshöhle in die Schleifencanäle zukommt, ist sein Rand und seine Innenfläche mit Wimperzellen ausgestattet. Die Schleifencanäle selbst sind entweder in ihrem Baue gleichmässig oder es lassen sich an ihnen mehrere Abtheilungen unterscheiden. Beim Schleifencanal eines Regenwurmes (Fig. 52) folgt auf den Wimpertrichter ein mehrfach gewundener heller Canal, an den sich ein zunächst enger, dann weiter und schliesslich wieder enger werdender Drüsenabschnitt anschliesst, welcher sich in einen dritten muskulösen Abschnitt fortsetzt und sich mit diesem nach aussen öffnet.

Fig. 52. Ein Schleifencanal von *Lumbricus*, mässig vergrössert. *a* Innere Mündung. *b*, *b* Heller, in zwei Doppelschleifen aufge-
reichter Canalschnitt. *c*, *c* Engerer Abschnitt mit Drüsenwänden. *d* Erweiterter Theil, der in *d'* wieder enger wird und bei *d''* in den muskulösen Abschnitt *e* sich fortsetzt. *e'* Aeusserer Mündung.
(Nach GEGENBAUR.)

Arthropoda. Den niedrigsten Crustaceen dient der schon früher besprochene Zellbelag des Enddarmes als Excretionsorgan; auf einer weiteren Stufe gehen vom Enddarme kurze Drüenschläuche aus, wie wir sie bei den Insekten als MALPIGHI'sche Gefässe finden. Ein anderes Excretionsorgan ist die Schalendrüse niederer Krebse, die sich als heller, schleifenförmiger Canal unter der Schale hinzieht. In der Gruppe der Malacostraken besitzen einzelne Formen unter dem Integument des Kopfes kurze, schlauchförmige Drüsen, welche an der Basis der zweiten Antennen ausmünden; beim Flusskrebs ist dies Excretionsorgan als »grüne Drüse« bekannt; bei den übrigen Thoracostraken ist an ihrer Stelle eine einfache oder schleifenartig gewundene Röhre zu constataren. — Den Arachniden kommen zwei einfache oder verästelte Drüenschläuche, die MALPIGHI'schen Drüsen, als Excretionsorgane zu. Dieselben münden in den Enddarm und dienen als Harn absondernde Organe. — Gleichermassen treffen wir solche MALPIGHI'sche Drüenschläuche zu zwei oder vier bei den Myriapoden. — Die Insekten besitzen schliesslich die numerisch wie morphologisch am meisten verschiedenen MALPIGHI'schen Gefässe als Harn secernirende Organe. Vom Enddarm aus erstrecken sich bei dieser Thiergruppe zwei bis hundert und mehr, verschieden lange Drüenschläuche, welche in ihrem histologischen Baue und in ihren physiologischen Functionen sehr an die Harncanälchen der Vertebraten erinnern. Im Allgemeinen treten uns die MALPIGHI'schen Gefässe als einschichtige Drüsen entgegen. Nach aussen zu wird der Drüenschlauch von einer Bindegewebshaut überzogen. In dieselben treten

Nervenfasern und Tracheenstämmchen ein und verbreiten sich auf den einschichtigen Drüsenepithelzellen (Fig. 47, *ab*). Drei bis zehn solcher Zellen bilden auf dem Querschnitte die Wandung eines Canälchens. Ihre Kerne sind entweder rundlich oder sie treten als grosse, gelappte und verästelte Gebilde auf. Gegen das Lumen des Gefässes wird die Drüsenzelle häufig von einer fein porösen Wand bekleidet. Nicht selten sind die Zellen eines Gefässes in ihren verschiedenen Abschnitten verschieden gebaut, und scheinen auch die physiologischen Functionen dementsprechend verändert. Den Canal erfüllt in der Regel eine helle, oder durch zahlreiche ausgeschiedene Krystalle (Harnsäure und harnsaure Salze) getrübte Flüssigkeit.¹⁾

Mollusca. Zweierlei Arten der Excretionsorgane sind bei den Weichthieren zu unterscheiden: Hautdrüsen und Nieren. Die Hautdrüsen, die sich bei sehr vielen Formen finden, stellen sich als einzellige Drüsen dar, welche ein helles oder gefärbtes (Purpur der Purpurschnecke z. B.) Secret ausschcheiden. Als Nieren bezeichnet man eine Anzahl verschieden gebauter Drüsen. Einige davon erinnern an die Schleifenanäle der Würmer, haben jedoch nicht immer die Function der Harnsecretion, sondern dienen auch den Geschlechtsproducten als Austrittswege, sowie zur Aufnahme von Wasser in die Leibeshöhle. — Bei den Muscheln sind vielleicht zwei solcher Schleifenanäle zu dem BOJANUS'schen Organe umgewandelt; dasselbe liegt als paarige Drüse dorsal zu Seiten des Herzbeutels, mit dem es jederseits durch eine Oeffnung in Verbindung steht. Nach aussen öffnet sich dies als Niere angesehene Organ mit oder neben den Oeffnungen der Geschlechtsapparate. — Ein ähnlich gebautes doppeltes Excretionsorgan besitzen die Scaphopoden. — Das Excretionsorgan der Gastropoden legt sich paarig an, entwickelt sich aber später als meist unpaares Organ. Dasselbe liegt in der Nähe des Herzens und der Athmungsorgane, communicirt mit dem Herzbeutel und öffnet sich in der Nähe des Afters, oft innerhalb des Mantelraumes nach aussen. In vielen Fällen dient die Niere auch noch zur Wasseraufnahme, welches in dieselbe eingesogen und dem Blute beigemischt wird. — Die Harnorgane der Cephalopoden liegen in grossen häutigen Säcken, welche auf zwei Papillen in die Mantelhöhle ausmünden. Die Nieren stellen sich als schwammige Anhänge an den Hohlvenen dar (vergl. Fig. 43, *re*). Harn- und phosphorsaure Salze werden fest und in Lösung aus den Nieren abgeschieden. Ein weiteres Excretionsorgan der Cephalopoden ist der Tintenbeutel, der als birnförmiger Sack neben dem Enddarm liegt und sich in diesen öffnet, die innere Wand des Beutels ist lamellös gebaut und secernirt die als Sepia bekannte, zum Schutze bei Verfolgung dienende Flüssigkeit.

1) Da Oberflächenbestimmungen bei diesen Excretionsorganen ziemlich sicher anzustellen und dabei von grosser Bedeutung sind, hat SCHINDLER berechnet, dass auf ein Gramm Körpergewicht ungefähr 300—500 qmm harnsecernirende Oberfläche kommt. Die Zahlen schwankten, je nachdem die Messungen an mehr oder minder energisch lebenden Formen ausgeführt wurden.

Molluscoidea. Bei den Bryozoen treffen wir zuweilen zwischen Mund und After die Oeffnung eines flimmernden Canales, sowie bei anderen Formen die Anlage eines Wassergefässsystems, und müssen diese Gebilde als Excretionsorgane annehmen. — Zwei oder vier drüsige Schläuche sind bei den Brachiopoden als Excretionsorgane (Niere?) aufzufassen. Die inneren Oeffnungen derselben liegen im Pericardialraume, die äusseren in der Nähe des Mundes. Sie dienen gleichzeitig als Ausführgänge für die Geschlechtsproducte.

Tunicata. Man hat bei denselben geschlossene, drüsige Organe in der Nähe der Kiemenhöhle gefunden, welche harnsaure Concremente einschliessen und vielleicht als Excretionsorgane aufzufassen sind.

Vertebrata. Als paarig vorhandene Nieren finden sich bei den Wirbelthieren, mit Ausnahme des Amphioxus, die Excretionsorgane entwickelt. Entwicklungsgeschichtlich betrachtet sind die Nieren vielleicht den Segmentalorganen der Würmer anzureihen (vergl. Urniere), indem sie durch Wimpertrichter, die jedoch nur bei wenigen niederen Formen zeitlebens persistiren, mit der Bauchhöhle in directer Verbindung stehen. Die Wimpertrichter bilden die inneren Mündungen der von einem Drüsenepithel ausgekleideten Harncanälchen, welche sich mehrfach aufwinden, in grössere Canäle zusammentreten und endlich durch den jederseitigen Ureter in die Cloake oder die Harnblase münden. Die Wand der Harncanälchen wird von Gefässen durchbrochen, die sich in einem Knäuel, *Glomerulus*, aufwickeln (Fig. 53). Eine kleine Arterie führt das Blut in den *Glomerulus*, bildet dann ein Gefässgeflecht, aus dem das Blut durch eine kleine Vene wieder heraus tritt. Die Wand der Harncanälchen legt sich kapselartig, als *BOWMAN'sche Kapsel*, um den *MALPIGI'schen Glomerulus*.

Die Nieren (*Renes*) liegen zu beiden Seiten der Wirbelsäule als mehr oder minder lange, lappige Drüsen bei den Fischen, Amphibien, Reptilien und Vögeln, als runde, bohnenförmige Gebilde bei den Säugern. Bei Ganoiden, Teleostiern und Coecilien durchziehen sie den ganzen Rumpf. Ventral werden sie vom Bauchfell überkleidet. Die Ausführgänge der Nieren, die Ureteren, sind kurz bei den Thierformen, welche lange

Fig. 53. Ans der Bindensubstanz der menschlichen Niere. *a* Arterielles Stämmchen mit Abgabe der zuführenden Gefässe *b* des Glomerulus *c*; *c* ausführendes Gefäss des letzteren; *d* die *BOWMAN'sche Kapsel* mit ihrem Uebergang in das gewundene Harncanälchen der Rinde *e*.
(Nach TODD-BOWMAN.)

Nieren besitzen, lang bei denen mit bohnenförmig gestalteten Nieren. Die Nieren der Fische erstrecken sich meist vom Kopf bis in die Nähe des Afters; von ihnen gehen zwei Harnleiter aus, die sich zu einem Canale, der Urethra, an die sich eine Harnblase anschliessen kann, vereinigen. Die Urethra liegt dorsal über dem Darm und öffnet sich entweder mit der Geschlechtsöffnung oder selbständig auf einer Papille nach aussen. Bei den Plagiostomen vereinigt sich die Urethra mit den Ausführungsgängen der Geschlechtsdrüsen und öffnet sich mit diesen in den Endabschnitt des Darms (Cloake). Bei den Dipnoern münden die Ureteren und die Geschlechtsdrüsengänge seitlich in die Cloake. — Die Amphibien besitzen zwei grosse Nieren, die als hintere Reste der Urniere (s. Entw.-Gesch.) zu betrachten sind, von denselben führen zahlreiche Harncanäle, die *Vasa efferentia*, zu einem gemeinsamen Canale, der sich mit den Leitungswegen der Zeugungstoffe (vergl. S. 431) seitlich in die Cloake öffnet. Ventral von der Cloake stülpt sich eine grosse, zweizipfelige Harnblase aus. — Die Nieren der Reptilien sind länglich platte, häufig gelappte Drüsen. Die Ureteren münden in die Cloake, von der aus sich auch eine Harnblase entwickelt; die letztere fehlt nur den Ophidiern und Krokodilen. — Bei den Vögeln legen sich die beiden, meist dreilappigen Nieren eng an die Wirbel der Beckenregion an. Die Ureteren münden mit den Ausführungsgängen der Geschlechtsproducte in den *Sinus urogenitalis*, der sich als einfacher Canal in die Cloake öffnet. Eine Harnblase fehlt stets. — Die Säuger besitzen zwei grosse, bohnenförmige, einfache oder gelappte Nieren, von denen aus die Ureteren um das Rectum herum gehen und in die Blase einmünden, welche letztere durch die Urethra in den *Sinus urogenitalis* ausführt; nur bei den Monotremen treten Urethra und Ureteren getrennt in den *Sinus urogenitalis*. Der letztere führt bei den Monotremen und einigen Marsupialen in die Cloake, sonst mündet er selbständig nach aussen. Bei einigen weiblichen Nagern öffnen sich After, Urethra und Geschlechtsöffnung von einander getrennt über einander nach aussen, ein Verhältniss, das wir auch bei einzelnen Edentaten und Primaten angedeutet finden.

Auch die äussere Haut kann bei vielen Vertebraten als Excretionsorgan angesehen werden, indem durch Haut- und besonders die Schweissdrüsen Spaltungsproducte des Eiweisses aus dem Körper entfernt werden. Der Schweiss der Säuger enthält neben anderen Stoffen: Harnstoff, Cholesterin und flüchtige Fettsäuren.

E. Geschlechtsorgane.

Die bisher besprochenen Organe und Organsysteme dienen dem Thiere zur normalen Unterhaltung der Hauptfunctionen seines Körpers, sie dienen ihm auch zur Erfüllung seiner letzten und höchsten Bestimmung, zur Production einer ihm ähnlichen oder gleichen Nachkommenschaft.

Während bei den niederen Protozoen jeder Ueberschuss an Körpermaterial zur einfachen Theilung des einzelligen Individuums und damit zur Bildung zweier neuer führt, sind die Fortpflanzungsverhältnisse der höher organisirten

Infusorien schon dadurch complicirt, dass zwei Individuen mit einander verschmelzen (Conjugation), und dann erst eine energische Theilung des neu entstandenen Infusorium vor sich geht. Geschlechtlich differenzirte Individuen finden wir jedoch ebenso wenig, wie zur Keimproduction besonders befähigte Plasmatheile. Erst wenn der Körper aus einer Vielheit von Zellen aufgebaut ist, übernehmen einzelne Schichten derselben die Bildung der Keime zu einem neuen Individuum. Je weiter sich dann der Körperbau complicirt, um so bestimmter tritt die Keimschicht hervor, bis sie schliesslich als selbständiges Gewebe mit nur einer Function, der keimbereitenden, als primitives Geschlechtsorgan erscheint. Es treten dann noch Hilfsapparate der verschiedensten Art hinzu, so dass schliesslich das Geschlechtsorgan eines höheren Thieres aus einer ganzen Summe verschiedener Theile besteht.

Bei vielen Coelenteraten und sämmtlichen höheren Thieren sind die keimbereitenden Zellschichten im Innern des Körpers gelegen. Die männlichen Zeugungstoffe, die Samenzellen, müssen stets den Körper ihres Erzeugers verlassen, um mit den weiblichen Keimproducten, den Eizellen, in Berührung treten zu können. Die Eizelle wird nun ausserhalb oder innerhalb des weiblichen Körpers befruchtet und verlässt denselben entweder als einzelliger Keim oder als mehr oder minder vollkommen ausgebildetes neues Individuum (Larve, Embryo). — Zu den Samen (*Sperma*) producirenden Geweben, den Hoden, treten zunächst einfache Ausführungsgänge hinzu, die sich direct in den Enddarm oder sofort nach aussen öffnen; dies ist der Fall, wenn die Eier ausserhalb des Körpers befruchtet werden. Geht die Befruchtung des Eies im Innern des Thieres vor sich, so müssen an die Ausführungsgänge der Hoden noch Apparate herantreten, vermittelt derer der Same in den Körper des anderen Individuums gebracht wird, es sind äussere, sogenannte männliche Begattungsapparate, der Penis mit seinen vielfachen Hilfsapparaten. Die Eier resp. die Larven und Embryonen müssen gleichfalls ihre ersten Entwicklungsstätten verlassen, dies geschieht im einfachsten Falle, bei dem das äussere Ectoderm die Bildungsstätte der Eier ist, durch einfaches Loslösen der Keimproducte vom Körper; bald gelangen jedoch die keimbereitenden Schichten (Ovarien, Eierstöcke) ins Innere des Thieres, und dann fallen Eier, wie Samen, zunächst in den Gastrovascularraum und aus diesem durch die Ausführungsöffnung nach aussen. Bei der grössten Anzahl der Thiere lösen sich die Eier in der Leibeshöhle oder Bauchhöhle los und werden dann durch Wimperzellen nach den ausführenden Canälen geleitet; seltener liegen die Eierstöcke in einem geschlossenen Sacke oder Canale, der sich dann direct in den Endabschnitt des Darmes oder nach aussen öffnet. Auf dem Wege durch das ausleitende Röhrensystem werden dem Ei meist noch secundäre Theile, wie Schale und Nahrungseiweiss hinzugefügt, dann nehmen diese Canäle eine drüsige Beschaffenheit an. Entwickeln sich die Keime in der Erzeugerin zu einer Larven- oder Embryoform, so müssen gewisse Abschnitte der Ausführungsgänge zur Aufnahme und Ausbildung des Eies geeignet sein. Schliesslich sind die äusseren Endabschnitte dieser Gänge meist zu einer Röhre verschmolzen, die zur Aufnahme des Penis bei der Befruchtung dient. Sind weibliche und männliche Geschlechtsorgane bei einem Individuum vollständig ausgebildet, so wird dasselbe als Zwitter bezeichnet.

Es sind also die Geschlechtsapparate differenzirt als :

männliche	weibliche
Keimbereitendes Organ: Hoden	Eierstock (Ovarium).
Ausführungswege: Samenleiter (Vas deferens)	Eileiter (Oviduct), derselbe kann zerfallen in: Eileiter (Oviduct), Gebärmutter (Uterus), die Bil- dungsstätte der Larve und des Embryo.
Begattungsorgan: Penis	Scheide (Vagina).

Zu diesen Apparaten treten vielfach noch eine grössere Anzahl secundärer Geschlechtsdrüsen, deren Secret meist die Lebensfähigkeit und Entwicklung von Samen und Ei unterstützt (über die Entwicklung des Geschlechtsapparates vergl. Entwicklungsgeschichte).

Coelenterata. Von der bei dieser Thiergruppe sehr häufigen ungeschlechtlichen Fortpflanzung kann hier nicht gesprochen werden (vergl. S. 39). Die geschlechtliche Fortpflanzung findet durch unbefruchtete Eier oder durch Ei und Samen statt. — Die Spongien pflanzen sich auf ungeschlechtlichem Wege vornehmlich durch Knospen (Gemmulae) fort. Als eigentliche Geschlechtsproducte treten Samen und Ei auf, die sich wahrscheinlich beide aus der mittleren Zellschicht, dem Mesoderm, entwickeln. Die kleinen stecknadelförmigen SpERMazellen sind in Kapseln eingeschlossen. Die Eier sind membranlos und besitzen amöboide Beweglichkeit; entweder gelangen sie als einfache Zellen durch Auswanderung in das Canalsystem und von da nach aussen, oder sie entwickeln sich im Körper des Schwammes zu kleinen Larven, die mit Wimperhaaren ausgerüstet den Schwamm verlassen, einige Zeit frei im Wasser leben, sich dann festsetzen und die Bildung eines neuen Schwammes beginnen. Zwitter sind selten. — Die Korallen sind theils Zwitter, theils getrennt-geschlechtlich. Die Keimproducte entwickeln sich an den Wänden der Scheidewände (Mesenterialfalten), welche die obere Leibeshöhle in verschiedene Kammern theilen, als bandkrausenartige, gefaltete Verdickungen; bei anderen Formen erheben sich von den Mesenterialfalten gestielte Kapseln. Die Theile (Wülste, Kapseln), welche mit den zu Eiern sich ausbildenden Ectodermzellen angefüllt sind, müssen als Ovarien angesehen werden; die Befruchtung der Eier findet oft schon in diesen, sonst aber stets innerhalb des mütterlichen Körpers statt, woselbst sich auch die Eier bis zu einem gewissen Larvenstadium entwickeln. Die männlichen Keimstätten legen sich genau so an wie die weiblichen, nur theilen sich die inneren Zellen derselben energischer und lassen die kleinen Spermatozoen hervorgehen, welche die dünn werdende Wand des Wulstes resp. der Kapsel durchbrechen und dann nach aussen gelangen. — Bei den Hydromedusen entwickeln sich im Medusenstadium die Geschlechtsstoffe theils vom Ectoderm, theils vom Entoderm aus. Hydra steht den anderen Formen insofern gegenüber, als bei ihr am Polypenkörper Ei und Samen den äusseren Ectodermzellen entstammen, welche zunächst unterhalb der Tentakeln knospenartig hervorwuchern und dann die Bildung von Ei oder Samenzellen eingehen. Bei den sonstigen Hydromedusen

entwickeln sich die Geschlechtsstoffe an den Wandungen der vom Gastralraume ausgehenden Radiärkanäle. Im allgemeinen sollen sich die Eier aus Entoderm-, die Samenfäden aus Ectodermzellen bilden; vielfach ist das Ectoderm allein die Bildungsschicht der Geschlechtsproducte. Die Bildungsstätten der letzteren liegen theils halbmondförmig als Wulst am Mundstiele, theils band-, krausen- oder blasenförmig in den Wänden der Radiärkanäle. In der Regel sind die Hydromedusen getrennten Geschlechts; selten sind jedoch die Geschlechter auf verschiedene Stücke vertheilt. — Die polymorphen Hydroidstöcke der Siphonophoren zeigen, wie schon früher erwähnt, die Geschlechtsindividuen in Medusenform, als männliche und weibliche (Geschlechtsgemmen) an demselben Stocke entwickelt. Der Stiel, welcher aus dem Mantel der Gemme (vergl. Fig. 22 Seite 49) herabhängt, ist mit den Eiern oder Spermatozoen angefüllt. Der Mantel selbst ist mehr oder weniger wohl entwickelt. Nur selten löst sich eine weibliche Gemme vom Stocke los und entwickelt die Eier als frei lebendes Geschlechtsthier, meist bleiben die Gemmen mit dem Stock vereinigt. — Die grossen, als Scheibenquallen frei schwimmenden *Acalephen* entwickeln ihre Geschlechtsproducte in besonderen Höhlen des Schirmes. In diese, meist vier, Genitalhöhlen ziehen sich die Geschlechtsorgane als krausenartige Bänder hinein; sie liegen unterhalb des Schirmes der Magenwand an, welche letztere oft zur Zeit der Reife der Geschlechtsproducte durchbrochen wird, wodurch dieselben in den Magenraum und dann durch den Mund nach aussen gelangen. Die Entwicklung der Geschlechtsproducte ist nicht genau bekannt, vielleicht entstammen sie meist dem Ectoderm. Als Wulst stülpen sie sich von der Magenwand in die Gallertscheibe, werden nach innen von einer Entodermschicht überzogen und nach aussen zu von der äusseren Genitalhöhlenwand, welche dem Schirm entstammt, überdeckt; bei einigen Formen fehlt diese Höhle. — Bei den nur als Zwitter bekannten Rippquallen entstehen die männlichen und weiblichen Geschlechtsproducte in den Wandungen der Rippengefässe (vergl. Fig. 31), von denen aus blindsackartige Ausstülpungen abgehen. Die eine Seite der Radiärkanäle ist mit Eifollikeln, die andere mit Samenbläschen besetzt.

Echinodermata. Mit nur wenigen Ausnahmen sind die Echinodermen getrennten Geschlechts. Die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane zeigen einen äusserlich ziemlich übereinstimmenden Bau. Die Eibefruchtung erfolgt meist im Wasser.

Bei den regulären Seeigeln liegen die Geschlechtsorgane als 5, bei den irregulären als 4, 3 oder 2 gelappte Organe dorsal an der inneren Schalenfläche. Je ein solches Organ besteht aus einer grösseren Anzahl von verzweigten Blindsackschläuchen, in denen sich die Keimproducte, Eier und Samen, entwickeln (Fig. 54). Die Ausführungsgänge aus den Geschlechtsorganen münden auf den durchlöchernten, interrationalen Genitalplatten (vergl. S. 438) nach aussen. — Die Seesterne zeigen fünf Paare von Genitalschläuchen zwischen den Strahlen. Oft ziehen sich die Schläuche in die Arme hinein, auf deren Oberfläche sie dann durch zahlreiche Oeffnungen ausmünden. — Die Ge-

schlechtsorgane der Grinoiden erstrecken sich als fünf baumartig verästelte Schläuche von der Scheibe in die Arme hinein, welche sie bis in die Pinnulae

durchsetzen. In den letzteren entwickeln sich aus dem Epithel der Schläuche die reifen Geschlechtsproducte. — Die Holothurien besitzen nur eine stark verzweigte Geschlechtsdrüse, welche sich am Mundpole, innerhalb des Tentakelkranzes, nach aussen öffnet. Die Synaptiden und Molpadiden sind hermaphroditisch; sie entwickeln Eier und Samen, wenn auch nicht gleichzeitig, so doch innerhalb derselben Schläuche.

Fig. 54. Geschlechtsorgane eines Echinus. Etwas mehr als die ventrale Hälfte der Schale ist weggenommen. *a* Ampullen der Ambulacra. *t* Letztes Darmstück. *g* Ovarialtrauben. (Nach GEGENBAUR.)

Wurmern mit getrennt-geschlechtlichen Formen zu thun.

Die Plathelminthen sind meist Zwitter. Die Cestoden, welche im geschlechtsreifen Zustande als Bandwürmer höhere Thiere bewohnen, sind

Vermes. Die meisten Plattwürmer und viele Anneliden sind Zwitter, sonst haben wir es bei den

selten ungegliedert, meist aber in eine grosse Anzahl von Gliedern (Proglottiden) aufgelöst, deren ein jedes zu einem hermaphroditischen Individuum wird. Vollkommen geschlechtsreif sind beim vielgliedrigen Bandwurm nur die letzten Proglottiden, welche gesonderte männliche und weibliche Geschlechtsapparate besitzen. Die männlichen Geschlechtsorgane (Fig. 55) zerfallen in Hoden, Ausführungsgang und Copulationsorgan. Die Hoden bestehen aus zahlreichen kleinen Bläschen, von denen aus eben so viele sich nach und nach vereinigende Ausführungsgänge (*Vasa efferentia*) zu einem gemeinsamen zusammentreten. Häufig bildet das Vas deferens noch eine Erweiterung, die Samenblase, und tritt schliesslich in einen musculösen Beutel ein, den Cirrusbeutel, aus dem sich ein Fortsatz, der *Cirrus*, hervorstülpt, welcher als Copulationsorgan dient. Der Cirrus ist verschieden gestaltet,

Fig. 55. Männlicher Apparat, mit theilweiser Angabe des weiblichen, von *Bothryocephalus latus* nach LANDOIS u. SOMMER. *a* Hodenfollikel (nur zum Theile angegeben). *ve* Ausführungsgänge derselben. *vd* Vas deferens. *c* Cirrus. *cb* Cirrusbeutel. Uebrigste Bezeichnungen wie in Fig. 55.

Der Cirrus ist verschieden gestaltet,

oft mit Spitzen besetzt und wird, zum Zwecke der Befruchtung, in die Vagina desselben Gliedes — oder auch vielleicht benachbarter, eingeführt. Die weiblichen Geschlechtsorgane (Fig. 56) setzen sich zusammen aus Ovarien, Dotterstock, Schalendrüsen, Eibehälter und Scheide nebst Samentasche (*Receptaculum seminis*). Der Eierstock ist doppelt, hand- oder flügelartig und besitzt einen einfachen Ausführungsgang. Die Dotterstöcke sind baumartig verästelt und zahlreich im Körperparenchym (Rindenschicht) eingelagert; entweder sind sie breit, blindsackartig, mit zahlreichen Ausbuchtungen, oder sie lösen sich in kleine Bläschen auf. Sie sind mit grossen Dotterzellen angefüllt, welche durch den gemeinsamen Ausführungsgang in den Befruchtungscanal gelangen, dann um die primitiven Eizellen sich herumlagern, mit denen sie von der Schalendrüse, welche an der Vereinigungsstelle von Dotterstock und Uterus liegt, in eine feste Membran eingehüllt werden. Die Eibehälter (*Uterus*) sind modificirte Eileiter. Zunächst ist der Uterus ein einfacher Canal, der sich bauchig erweitert und dann seitlich eine verschieden grosse Anzahl von Ausbuchtungen erhält; bei *Bothryocephalus* bildet er seitliche Schlingen. Der letzte Abschnitt des Eileiters bildet die Scheide. — Bei den Trematoden sind die Hoden gross, einfach oder mehrlappig. Die Scheide ist geschlängelt und dient gleichzeitig als Uterus. Das Ovarium ist ein einfacher, rundlicher, vor dem Hoden gelegener Körper. Die Dotterstöcke treten als vielfach verzweigte Schläuche auf. Eine Schalendrüse ist meist vorhanden, ebenso ein *Receptaculum seminis*. Die Strudelwürmer, welche wie die eben besprochenen meist Zwitter sind, besitzen zwei längliche, lappige Hoden, welche durch zwei Vasa deferentia in eine Samenblase münden, an die sich ein vorstültpbares Copulationsorgan anschliesst. Die Ovarien sind rundliche Gebilde. Die Dotterstöcke stellen sich als zwei Schläuche, die mit zahlreichen kleinen Ausbuchtungen versehen sind, dar. Am Grunde der Dotterstöcke liegt ein *Receptaculum seminis*. An die Scheide setzt sich nach oben zu ein einfacher Uterus an. Männliche und weibliche Geschlechtsorgane münden bei den rhabdocölen Turbellarien in eine gemeinsame Geschlechtscloake. — Die Nemertinen sind in der Regel getrennten Geschlechts. Hoden und Ovarien sind schlauchförmig gestaltet und liegen zwischen den Ausbuchtungen des Darmrohres.

Die Nematelminthes sind getrennten Geschlechts. — Von den Nematoden sind nur wenige hermaphroditische Formen bekannt. Die Männchen sind kleiner als die Weibchen, haben ein meist gekrümmtes hinteres Leibes-

Fig. 56. Geschlechtsapparat von *Bothryocephalus latus* nach LANDOIS und SOMMER. Weiblicher Theil des Apparates. v Scheidencanal. v' Mündung desselben. u Uterus (mit Eiern). u' Mündung desselben. ov Eierstock. od Oviduct. gl Schalendrüsen. d Dotterstöcke (nur theilweise angegeben). d' Dottergang. e Gefässstämme.

ende, welches noch durch Saugscheiben, die bei der Copulation wirken, ausgezeichnet ist. Hoden und Ovarien sind langgestreckte, dünne Röhren, die sich ohne Abgrenzung in die langen Ausleitungswege fortsetzen; meist treffen wir zwei, seltener einen bis fünf Ovarialschläuche. Beim weiblichen Geschlechtsapparat bilden die letzten Abschnitte der Oviducte zwei erweiterte Uteri, die zu einer gemeinsamen Vagina zusammentreten. Als Copulationsorgane dienen den Männchen vielfach zwei lange, dünne, aus der Cloake hervortretende Chitinstäbchen (*Spicula*). — Bei den Acanthocephalen besitzen die Männchen zwei Hoden, die durch ein mit Drüsenschläuchen ausgestattetes Vas deferens ausmünden. Copulationsorgan ist ein kugelförmiger Penis, der aus einer glockenförmigen Bursa hervorgestülpt wird. Das Ovarium entwickelt sich im Ligamentum suspensorium, welches die darmlose Leibeshöhle durchzieht. Die Eier fallen in die letztere und werden dann vom Uterus aufgenommen, welcher sich glockenförmig in die Leibeshöhle öffnet. Die Scheide ist kurz und in mehrere Abschnitte gegliedert..

Rotiferi. Die Rädertiere sind getrennten Geschlechts. Die Männchen hat man lange Zeit hindurch wegen ihrer Kleinheit und Seltenheit übersehen; sie sind meist ohne Verdauungsapparat und entwickeln sich aus den unbefruchteten sogenannten Sommereiern. Sie sind nur mit einem Hodenschlauch angefüllt, aus dem das Sperma durch einen musculösen, oft auf einer Papille mündenden Ausführungsgang in die weiblichen Geschlechtsapparate gelangt. Das Ovarium ist einfach und liegt dem Darne an; der Eileiter ist kurz und mündet in die Cloake. Zweierlei Eier gelangen zur Entwicklung: dünnschalige Sommereier, die unbefruchtet bleiben und oft schon im Eileiter den Embryo entwickeln — und dickschalige Wintereier.

Gephyrei. Auch die Sternwürmer sind getrennt-geschlechtlich. Die Keimdrüsen liegen krausenartig am Grunde der ventralen Rüssel-Retractoren. Aus ihnen gelangen die Keimproducte in die Leibeshöhle, aus der sie durch die Segmentalorgane nach aussen befördert werden. Bei *Bonellia* sind die Männchen äusserst klein und leben parasitirend in den Eileitern der Weibchen. Die Ovarien der letzteren liegen im hinteren Leibeshöhlenraum, in den sie als Falte der Leibeshöhle vorspringen. Der Eileiter öffnet sich trichterförmig in die Leibeshöhle und unterhalb der Mundöffnung nach aussen. — Die Spermazellen der Männchen nehmen ihren Ursprung theils aus dem Peritonealepithel, theils aus 2 oder 6 ventralen Samenschläuchen.

Annelides. Die Gliederwürmer sind theils Zwitter (*Oligochaeten* und *Hirudineen*), theils getrennt-geschlechtlich (viele *Chaetopoden*). Bei vielen kleineren *Chaetopoden* findet sich weiterhin eine ungeschlechtliche Vermehrung durch Theilung und Sprossung. — Die in der Regel als Zwitter auftretenden *Hirudineen* besitzen die männlichen Geschlechtsorgane auf mehrere (bis 12) Körpersegmente vertheilt. Dieselben stellen sich in einem jeden solchen Segmente als paarige Hodenbläschen dar, aus welchen das Sperma durch je einen kurzen Canal in die beiden lateralen Samenleiter gelangt (Fig. 57). Vor seinem Austritt knäuelte sich jeder Samenleiter auf und endet mit einem musculösen Abschnitte, welcher sich mit dem des zweiten vereinigt und nun entweder ein zweizipfeliges, vorstülpbares, oder ein einfaches, fadenförmiges Begattungsorgan darstellt. — Die Ovarien liegen in nur einem Körpersegmente

entweder als lange schlauchförmige Gebilde mit einem gemeinsamen Ausführungsgange, oder als zwei Bläschen, zu denen zwei Oviducte hinzutreten, welche sich vereinen und mit einer weiteren Scheide nach aussen öffnen. Die Ausmündungsöffnungen beider Geschlechtsapparate liegen ventral in der Medianlinie des Körpers. Die Eier werden in einer schleimigen, später erhärtenden Hülle (Cocon) abgelegt, welche von der Körperoberfläche abgetrennt wird; das Material, welches den Cocon bildet, dient dem ausschlüpfenden Wurm als erste Nahrung. — Chaetopoden. Auch bei den Borstenwürmern sind die Geschlechtsdrüsen auf bestimmte Segmente beschränkt. Durch Platzen der Hoden- resp. Eierstockswandung gelangen die Geschlechtsproducte zunächst in die Leibeshöhle, und von hier aus entweder durch besondere Leitungswege oder modificirte Segmentalorgane nach aussen. Die Oligochaeten sind Zwitter. Die Geschlechtsorgane liegen meist zwischen dem 2. und 3., 5. und 6., 8. und 15. Segmente. Die Hoden sind lappig, zu zwei bis drei Paaren vorhanden. Die Samenleiter entspringen innerhalb der Samentaschen mit einer flimmernden, trichterförmigen Oeffnung, jederseits vereinigen sie sich zu einem Gang, welcher auf oder vor dem sogenannten Gürtel mündet. (Dieser Gürtel erscheint als eine Verdickung der Körperwandung, hervorgebracht durch locale Bildung zahlreicher Drüsen in der letzteren. Das Secret dieser Drüsen dient den Würmern bei der gegenseitigen Begattung zur Befestigung.) Ein musculöses oder aus Borsten zusammengesetztes Begattungsorgan kann vorhanden sein. — Die Ovarien liegen in der Regel in einem folgenden Segmente. Die Eileiter beginnen auch mit einem Flimmertrichter und öffnen sich vor den männlichen Geschlechtsöffnungen nach aussen. Selten sitzen den Eileitern ein Paar Receptacula seminis direct an, meist liegen 2—4 Paare derselben in der Nähe der Hoden. Die Begattung ist eine wechselseitige. — Polychaetae. Sie sind in der Regel getrennt-geschlechtlich und durchlaufen eine Metamorphose. Männchen und Weibchen sind äusserlich vielfach sehr abweichend gebaut. Die Geschlechtsproducte entwickeln sich an den Wandungen der Leibeshöhle, von der sie durch die Segmentalorgane nach aussen gelangen.

Fig. 57. Geschlechtsorgan eines Egels. *t* Hoden. *vd* Vas deferens commune. *rs* Gewundener Theil des Samenleiters, einer Samenblase analog. *p* Penis. *g* Drüsen. *o* Ovarium. *u* Scheide. (Nach GEGENBAUR.)

Arthropoda. Die Fortpflanzung der Gliederthiere geschieht durch Ei und Samen. In einzelnen Fällen ist eine Befruchtung des Eies nicht nothwendig (Parthenogenese) oder es geht die Entwicklung neuer Individuen aus Keimen vor sich. Die Geschlechter sind mit wenig Ausnahmen getrennt, Männchen und Weibchen auch äusserlich oft verschieden gestaltet oder gefärbt. Die Eier entwickeln sich ausserhalb oder seltener innerhalb des mütterlichen Körpers. Die dem Ei entschlüpfenden Embryonen machen bis zu ihrer Entwicklung zum geschlechtsreifen Thiere eine mehr oder minder complicirte Meta-

morphose durch. Von den äusserst wechselnden Formen der Geschlechtsapparate können hier nur einige charakteristische betrachtet werden.

Crustacea. Einige Cirripeden und wenige Asseln sind Zwitter, sonst sind die Kruster getrennt-geschlechtlich. Das Sperma wird meist in Pakete zusammengeballt (Spermatophoren), welche in der Nähe der weiblichen Geschlechtsorgane angeklebt oder in die weibliche Geschlechtsöffnung eingeführt werden. — Die Keimdrüsen sind entweder unpaar oder paarig vorhanden und liegen meist dem vorderen Abschnitte des Verdauungscanales (innerhalb des Cephalothorax), seltener dem Endabschnitte (Abdomen oder Schwanz) an. Ihre Ausmündungsöffnungen befinden sich in der Regel ventral auf der Grenze von Thorax und Abdomen; meist sind zwei solche, selten nur eine vorhanden.

Unpaare Geschlechtsdrüsen treffen wir bei den frei lebenden Copepoden und einzelnen Thoracostraken, während die festsitzenden Copepoden, die Branchiopoden und Arthrostraken, paarige Geschlechtsdrüsen haben. — Die stets in der Zweizahl vorhandenen Samenleiter und Oviducte vereinigen sich nur in seltenen Fällen in ihrem Endabschnitte mit einander. — Die Hoden stellen sich selten als unpaares Gebilde dar, meist sind es zwei mehr oder weniger lange Schläuche, welche mit einander communiciren können; hin und wieder treten mehrere Paare von Hodenschläuchen auf, die sich dann vereinigen und gemeinsam durch ein jederseitiges Vas deferens ausmünden. Die Samenleiter sind dünne, mehr oder minder lange Röhren, welche sich in ihren Endabschnitten häufig erweitert zeigen und dann hier die Bildung der Spermatophoren einleiten. Als Copulationsorgan dienen mehr oder weniger weit umgebildete Extremitäten (beim Flusskrebs ist es das letzte Fusspaar, welches sich rinnenartig aneinander legt und zur Beförderung und Anheftung der Spermatophore dient; bei den Brachiuren wird eine Gliedmaasse zu einem Penis umgewandelt. Die Geschlechtsöffnungen liegen am Basalgliede dieser Extremitäten). — Die Ovarien zeigen einen ähnlichen Bau wie die Hoden. In nur wenigen Fällen sind sie einfach, meist hingegen doppelt schlauchförmig gebaut. Die Schläuche treten wieder in der Mehrzahl der Fälle miteinander in Verbindung; oft verschmelzen sie im hinteren Endtheile zu einem unpaaren Abschnitte (Flusskrebs). Der sich jederseits an das Ovar resp. die Ovarien anschliessende Eileiter wird in seinem oberen Theile häufig zu einem erweiterten, mit zahlreichen Ausstülpungen versehenen Uterus, seine äussere Oeffnung liegt bei Branchiopoden nahe dem Körperende, bei Arthrostraken an der Basis des fünften Thoracalsegmentes, bei den Thoracostraken am Hüftgliede des fünften Beinpaares (Flusskrebs), oder auf der Brustplatte zwischen dem dritten Beinpaare.

Arachnoideen. Die Hoden sind unpaar bei den Pentastomiden, ein- bis mehrpaarig bei den Milben, paarig bei Tardigraden und Spinnen. Bei den letzteren stellen sie lange, oft gewundene Schläuche dar. Die Samenleiter der Pentastomiden verbinden sich mit einem doppelten Copulationsorgane; die Geschlechtsöffnung liegt in der Nähe des Mundes. Die Milben (Fig. 58) besitzen einen gemeinsamen Ausführungsgang für das Sperma, und häufig einen vorstülpbaren Penis. Die Spinnen haben einen kurzen Samenleiter, der sich am Vorderleibe nach aussen öffnet; das Sperma wird bei denselben dann von den Tastern aufgenommen und in das Receptaculum seminis des Weibchens einge-

führt. Die Taster sind zu diesem Zwecke im Engliede mit einem blasigen An-
hänge versehen, welcher eine spiralförmige Höhlung erhält und sich in einen hohlen,
verschieden gestalteten Fortsatz
auszieht, welcher letzterer die Ueber-
tragung des Spermas vermittelt.
— Die Ovarien sind unpaar bei
den Pentastomiden, paarig bei
Spinnen; sie stellen vielfach einen
geschlossenen Ring dar (vergl.
Fig. 58). Die Eileiter sind meist
kurz und vereinigen sich zu einem
Scheidencanale, dem noch ein Re-
ceptaculum seminis ansitzen kann.
Bei Milben treffen wir eine hervor-
stülpbare Legeröhre. Die weib-
liche Geschlechtsöffnung liegt bei
Milben an der Basis des Abdomens
oder zwischen den letzten Bein-
paaren, bei den Spinnen zwischen den Stigmen an der Vorderfläche des Hinter-
leibes.

Fig. 55. Geschlechtsorgane von *Phalangium opilio*.
A Männliche Organe. *t* Hoden. *vd* Vas deferens. *p* Penis.
m Retractoren desselben. *r* Anhangsdrüsen. (Nach KROHN.)
B Weibliche Organe. *o* Eierstock. *u* Uterus. *op* Leger-
röhre. *m* Retractoren desselben.
(Nach GEGENBAUR.)

Myriapoda. Hoden wie Ovarien sind meist unpaarige, langgestreckte
dünne Schläuche, welche häufig schlingenförmig gewunden erscheinen. Die
Samenleiter sind ebenso wie die Oviducte mit Drüsen ausgestattet. An der
Scheide befindet sich ein stets doppeltes Receptaculum seminis. Bei den Chilo-
gnathen liegt die Geschlechtsöffnung zwischen dem zweiten und dritten Gliede
oft paarig am Hüftgliede des zweiten Beinpaares, wohingegen sich die der Chilo-
poden unpaar am hinteren Leibesende befindet. Die männlichen Copu-
lationsorgane können erst am sechsten oder siebenten Segmente ausgebildet
sein; sie füllen sich vor der Copulation mit Sperma und führen dasselbe dann
in die weiblichen Geschlechtsöffnungen ein.

Hexapoda. In sehr mannigfachen Gestalten sind die Geschlechtsorgane
der Insekten ausgebildet (Fig. 59, 60). Ihre Lage ist stets im Hinterleibe. Die

Fig. 59. Hoden und deren Ausführ-
gänge von *Acheta campestris*. *t* Hoden.
v Vas deferens. *g* Samenblase.
(Nach GEGENBAUR.)

Fig. 60. Männliche Geschlechtsorgane von *Melolontha vulgaris*. *e* Hoden. *vd* Vas deferens. *vs*
Erweiterter Abschnitt desselben. *gl* Gewundene
Anhangsdrüsen. (Nach GEGENBAUR.)

Geschlechtsöffnungen liegen vor dem neunten Segmente, meist auf dem achten,
sehr selten weiter nach vorn gerückt. Die paarigen Hoden sind entweder

schlauchförmig und dann vielfach in Schleifen gelegt und knäuelartig gewunden — oder sie setzen sich aus zahlreichen kleinen Blindsäckchen zusammen; vielfach werden sie von einer gemeinsamen Hülle umgeben und scheinen dann, wie bei einzelnen Schmetterlingen, unpaarig zu sein. Vasa deferentia sind zwei vorhanden, welche sich zu dem *Ductus ejaculatorius* vereinen. An ihrem unteren Ende sind sie häufig zu Samentaschen erweitert. Vor ihrem Zusammentritt zum *Ductus ejaculatorius* stehen die Vasa deferentia mit mehreren Drüsen in Verbindung, durch deren Secret die Spermatozoen zu Spermatothoren zusammengeballt werden.

Die äusseren Copulationsorgane sind modificirte Hinterleibsringe, theils dienen sie nur zur Anheftung an das Weibchen und sind dann leisten-, zangen- und klammerähnlich ausgebildet, theils stellen sie aber auch Röhren dar, welche als Penis fungiren und durch einen eignen Muskelapparat zurückziehbar sind. Nur bei den Libellen liegen die Copulationsorgane am bauchig erweiterten zweiten Abdominalsegmente. — Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus den paarigen Ovarien, die sich aus einer kleineren oder grösseren Anzahl von Eiröhren zusammensetzen. Diese Eiröhren verjüngen sich nach der Spitze hin und nehmen nach unten mehr und mehr an Weite zu. In der Spitze liegt die Keimstätte für die Eier, welche sich, stetig wachsend, nach und nach dem unteren Ende nähern und dann in die Oviducte übertreten. Die Eiröhren sind sehr verschieden gebaut und angeordnet. Der Lage

der Eier entsprechend erscheinen sie gekammert; und zwar finden sich wenig Kammern z. B. bei Fliegen, die sich nur durch verhältnissmässig wenig Eier fortpflanzen, zahlreiche Kammern jedoch bei Bienen und Schmetterlingen. Auch die Anzahl der Schläuche hängt von der Fruchtbarkeit ab (Fig. 64). Die Schläuche stellen sich finger-, fächer-, trauben- oder quirlartig neben einander; ihre Spitzen sind durch ein Ligament verbunden, welches sich im Thorax anheftet. Die Eischläuche gehen in das erweiterte Ende der beiden Oviducte über, welche

Fig. 61. Weibliche Geschlechtsorgane von *Hydrobius fuscipes*. o Eiröhren. ov Oviduct mit Drüsenanhängen besetzt. gl Schlauchförmige Drüsen. v Scheide. bc Begattungstasche. rs Receptaculum seminis. (Nach SREIN.)

in die röhrenförmige Scheide einmünden, die nur selten fehlt. Am oberen Theile ist die Scheide häufig taschenartig erweitert zur *Bursa copulatrix*, aus deren Grunde sich dann noch ein kleines gestieltes Bläschen, das *Receptaculum seminis*, erhebt; in vielen Fällen ist das letztere als gewundener Blindschlauch ausgebildet und noch mit einer Anhangsdrüse ausgestattet, zuweilen tritt es auch in der Zwei- bis Dreizahl auf und kann oft durch einen besonderen Ringmuskel beliebig geöffnet und geschlossen werden (Bienen). Als accessorische Drüsen treffen wir an der Scheide entweder ein Paar einfache, langgestreckte

Schläuche oder kurze Blindsäcke, sowie mehr oder minder stark verästelte Röhren an; das Secret derselben dient wahrscheinlich zur Anheftung der Eier. Die äusseren Copulationsorgane sind häufig auch klappen- und zangenförmig wie die der Männchen, und diesen oft so genau angepasst, dass eine Copulation mit nahestehenden Arten schon ausgeschlossen ist. Zum Ablegen der Eier haben sich die letzten Abdominalsegmente vielfach zu einer Legescheide oder -röhre oder zu einem Legebohrer umgewandelt.

Mollusca. Die Fortpflanzung erfolgt nur geschlechtlich. Weit verbreitet ist der Hermaphroditismus, nur viele marine Gastropoden, die meisten Lamellibranchiaten und die Cephalopoden sind getrennt-geschlechtlich. Bei den Hermaphroditen entwickeln sich die Spermatozoen und Eier in einem gemeinsamen Abschnitte des Geschlechtsapparates in den Zwitterdrüsen. Dieselben stellen Säckchen dar, welche oft mit Follikeln besetzt sind. In den Follikeln oder an bestimmten Abschnitten der Drüsenläppchen entwickeln sich die Eier, daneben oder auch in bestimmten Follikeln die Spermatozoen. Samen und Eierstocksfollikel können neben einander liegen und einen gemeinsamen Ausführungsgang besitzen oder sie können getrennt sein und ihre Ausführungsgänge sich erst vereinigen, endlich kann jede der Zwitterdrüsenhälften ihren besonderen Canal besitzen. Dazu kommen noch Uebergangsformen, wo sich bei Trennung der Follikel doch Sameninseln in den Ovarialfollikeln (und umgekehrt) ausbilden, was selbst bei noch getrennt-geschlechtlichen Formen vorkommen kann.

Lamellibranchiata. Die Geschlechtsorgane sind von einem ziemlich gleichmässigen Bau. Hoden wie Ovarien werden durch paarige, gelappte und traubenförmige Drüsen repräsentirt, denen rundliche oder cylindrische Blindsäckchen anhängen. Sie verlaufen neben der Leber und umlagern die Windungen des Darmes innerhalb des Fusses, selten liegen sie zum Theil oder vollständig im Mantel. Die paarigen Geschlechtsöffnungen führen entweder zunächst in das BOJANUS'sche Organ ein oder sie fallen mit den Oeffnungen desselben zusammen oder liegen ihnen zur Seite. Sind die Geschlechter nicht getrennt, so entwickeln sich Samen und Ei neben einander oder nach einander in den sogenannten Zwitterdrüsen, welche alle oben genannten Eigenthümlichkeiten zeigen können. Es beweist das eigenthümliche Verhalten der Geschlechtsdrüsen, dass der Hermaphroditismus die ursprünglichere Bildung war und dass sich erst nach und nach die getrennt-geschlechtlichen Formen aus hermaphroditischen entwickelt haben.

Scaphopoda. Die Scaphopoden sind getrennt-geschlechtlich, Hoden und Ovarien sind als unpaare, lappige Drüsen entwickelt. Der Ausführungsgang verbindet sich mit dem des rechtseitigen Excretionsorgans.

Gasteropoda. Die Pulmonaten und Opisthobranchiaten sind Zwitter, die Heteropoden und Prosobranchiaten getrennten Geschlechts. — Bei den letzteren bestehen die Geschlechtsdrüsen aus einem Hoden und einem Ovarium, welche zwischen den Leberlappen liegen. An den Hoden schliesst sich ein Samenleiter mit oft erweiterter Samenblase an. Der Endabschnitt, der Ductus ejaculatorius, geht häufig in ein Begattungsorgan über, zu dem eine an der Seite des

Körpers verlaufende Flimmerrinne herantritt, welche entweder auf oder in dem Copulationsorgane verläuft. Auf den Eierstock folgt ein meist gewundener Eileiter, der sich in seinem Endabschnitte zu einem buchtig erweiterten

Fig. 62. Zwitterdrüsenfollikel von Gasteropoden. A Von *Helix hortensis*. Die Eier *a*, entstehen an der Wand des Follikels, nach innen zu die Samenmassen *b*. B Von *Acolidia*. Die Samen bereitende Abtheilung (*b*) eines Follikels ist ringsum mit Eiersäckchen (*a*) besetzt. *c* Gemeinschaftlicher Ausführungsgang. (Nach GEGENBAUR.)

welche sich noch Ausbuchtungen ansetzen können. Im Grunde der Säckchen oder in den Ausbuchtungen entwickeln sich die Eier, im Centraltheile ihrer

Fig. 63. Geschlechtsapparat von *Helix hortensis*. *s* Zwitterdrüse. *ve* Zwittergang. *u* Uterus. *ed* Eiweissdrüse. *d*, *d* Anhangsdrüsen. *ps* Pfeilsack. *Rs* Receptaculum seminis. *ed* Ausführungsgang des Samens. *p* Ruthe. *fl* Peitschenförmiger Anhang. (Nach GEGENBAUR.)

Uterus umformt. Die Scheide ist kurz und mündet in der Nähe des Alters mit der Geschlechtsöffnung nach aussen. An das Ende des Uterus schliesst sich eine Samentasche und häufig eine Eiweissdrüse an. Bei einzelnen Prosobranchiaten fehlen die Ausführungsgänge und entleeren sich die Geschlechtsdrüsen durch die Excretionsorgane. — Bei den Zwittern unter den Gasteropoden treffen wir eine Zwitterdrüse (Fig. 62), welche sich stets aus zahlreichen Läppchen zusammensetzt, an

Wandungen die Spermatozoen. Die Ausführungsgänge der Säckchen können isolirt bleiben oder sich in die eine Seite des gemeinsamen Ganges öffnen, oder die Läppchen gruppieren sich trauben- und lapfenförmig, bilden auch wohl eine compactere Drüse. Die Ausführungsgänge können verschieden sein. Bei einigen Opisthobranchiaten und Pteropoden (Thecosomen) ist nur ein Ausleitungs canal für Sperma und Eier vorhanden. Am Endabschnitte dieses Canales liegt eine blindsackartige Ausbuchtung als Uterus und an der Geschlechtsöffnung ein umstülpbares Copulationsorgan. Bei allen sonstigen Zwittern dieser Thiergruppe sind die Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüsen (Fig. 63) wenigstens in einem Abschnitte ihres Verlaufes getrennt. Im Allgemeinen treten die Geschlechtsproducte zunächst in einen gemeinsamen Gang ein, welcher sich nach kürzerem oder längerem Verlaufe in einen Samen- und einen Eileiter theilt. Am Ende des ersten gemeinsamen Abschnittes findet sich meist eine grössere Eiweissdrüse, an welche sich der erweiterte und gefaltete Theil des Eileiters als Uterus fortsetzt. Neben dem Uterus, und mit diesem noch stellenweise communicirend, verläuft der Samenleiter als schmale, rinnenförmige Röhre; am Ende des Uterus trennen sich die Geschlechts canäle vollständig. Das Vas deferens führt als mehr oder minder langer, vielfach in Schlingen gelegter Canal zu dem Copulationsorgan. Der Oviduct entsendet

nach kürzerem Verlaufe das Receptaculum seminis als gestieltes Bläschen und nimmt noch seitlich einige gelpappte accessorische Drüsen auf, welche mit einem dickwandigen Schlauche in Verbindung stehen, in dem sich ein spitzer Kalkpfeil (Liebespfeil) abscheidet, welcher vor der Begattung nach aussen geschleudert wird. Die Scheide mündet mit der gemeinsamen Geschlechtsöffnung nach aussen. Die Begattung ist eine gegenseitige. — Der Endabschnitt des Vas deferens functionirt als Samentasche, und bei einigen Formen als Penis, indem es hervorstülperbar ist; sonst ist der Penis meist in der Nähe der Geschlechtsöffnung als vorstülperbarer Schlauch entwickelt; er kann jedoch auch von der Geschlechtsöffnung fortrücken und mit derselben nur durch eine Wimperrinne, in der das Sperma fortgeleitet wird, in Verbindung stehen. An die Scheide können, ausser den schon oben erwähnten Gebilden, noch uterusartige Erweiterungen oder Drüsen, die als Eiweissdrüsen functioniren, sowie eine taschenartige Erweiterung, die den Penis aufnimmt (Copulationstasche) herantreten.

Cephalopoda. Die Cephalopoden sind durchweg getrennten Geschlechts. Die Keimdrüsen setzen sich nicht direct in die Ausführungswege fort, sondern sie werden von einer häutigen Kapsel umschlossen, in welche die Keimproducte zunächst fallen, um von ihr aus weiter geleitet zu werden, und welche mit dem Wassergefässsystem in directer Verbindung steht. — Der Hoden setzt sich aus zahlreichen, verästelten Blindschläuchen zusammen, die an der Wand der Hodenkapsel befestigt sind. Aus der Kapsel führt das lange, gewundene Vas deferens heraus, welches sich an seinem unteren Ende zu einer Samentasche erweitert, deren Wandungen mit Drüsenzellen ausgestattet sind, zu denen noch ein oder zwei grössere DrüsenSchläuche hinzukommen können. Das Secret dieser Drüsen klebt die Spermatozoen zu Spermatophoren zusammen. Diese letzteren werden dann häufig in dem erweiterten und oft blindsackartig sich vorstülpernden letzten Abschnitt des Samenleiters aufgespeichert (NEEDHAM'sche Tasche). Die Geschlechtsöffnung liegt auf einer linksseitigen Papille in der Mantelhöhle. Bei wenigen Cephalopoden wird das Sperma in einen der Fangarme, den Hectocotylus, übergeführt, welcher sich dann löst, sich selbständig im Wasser bewegt und endlich vom Weibchen aufgefangen und in die Mantelhöhle eingeführt wird. — Das gelpappte oder traubige Ovarium ist wie der Hoden in einer Tasche aufgehängt, von der ein, selten zwei (Octopoden) Eileiter nach der Mantelhöhle zu verlaufen und sich in dieser vorne oder hinten in der Kiemenhöhle öffnen; letzteres tritt bei denen ein, die sich durch den losgelösten Hectocotylus begatten. Der Eileiter ist mit einem ringförmigen Drüsenbelag und einer rundlichen Eiweissdrüse ausgestattet. Bei Decapoden und Nautilus finden sich als accessorische Drüsen die Nidamentaldrüsen, die sich aus länglichen blätterigen Schläuchen zusammensetzen und mit kurzen Ausführungsgängen neben der Geschlechtsöffnung münden; ihr Secret dient zum Zusammenkitten der Eier, die meist zu traubigen Massen mit einander verbunden werden.

Molluscoidea. Die Keimdrüsen sind bei noch vielen Molluscoiden wenig bekannt. Als Ausführungsgänge functioniren die bei den Excretionsorganen besprochenen Canäle (siehe Seite 115).

Bryozoa. In der Regel sind die Bryozoen Zwitter (vergl. Systematik). Die Eier liegen haufenweise an der Insertionsstelle des den Verdauungscanal mit der Leibeshaut verbindenden Stranges (Funiculus). Die Hoden entwickeln sich an der Insertionsstelle des hinteren Stranges. Die Geschlechtsproducte fallen in die Leibeshöhle, wo die Befruchtung stattfindet.

Brachiopoda. Zum Theil Zwitter, zum Theil getrennten Geschlechts. Die Keimdrüsen, deren vier oder zwei vorhanden sind, haben in beiden Geschlechtern ungefähr gleichen äussern Bau; sie lagern entweder um den Darm herum in der Leibeshöhle oder in Ausbuchtungen der letzteren, den Lacunen des Mantels. Die Geschlechtsproducte fallen in die Leibeshöhle.

Tunicata. Die Tunicaten sind Zwitter, welche sich meist wechselseitig befruchten und bei denen die beiderlei Geschlechtsproducte zeitlich verschieden zur Reife gelangen. Die Salpen besitzen in der Jugend nur Ovarien und erst nach erlangter Reife derselben entwickeln sich die Hoden. Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung findet auch die ungeschlechtliche statt.

Ascidia. Beiderlei Keimdrüsen liegen, wenn überhaupt vorhanden, als gelappte oder verästelte, paarige oder unpaare Schläuche in der Leibeshöhle desselben Individuums (vergl. Fig. 33, *o* und *t*). Die Hoden umlagern oft die Ovarien und münden durch getrennte Ausführungsgänge aus. Die Leitungswege der Keimdrüsen münden in die Cloake ein; dieselben fehlen bei den Appendicularien. — Die Befruchtung geht in der Cloake vor sich.

Thaliacea. Bei den hermaphroditischen Salpen, bei welchen erst auf mehrere ungeschlechtliche Generationen eine geschlechtliche folgt, ist stets nur ein Ei im Eierstocke entwickelt, welches durch Samenfäden eines zweiten Individuums, die mit dem Athemwasser eingeschluckt werden, befruchtet wird und sich im Leibe der Mutter zum Embryo gestattet. Erst nachdem diese Entwicklung vor sich gegangen ist, gelangen die Hoden zur Ausbildung.

Vertebrata. Die Wirbelthiere sind mit Ausnahme weniger Fische (Seranus- und Chrysophrysarten) getrennten Geschlechts. Hoden und Ovarien sind paarig vorhanden und ihre Producte treten in der Regel durch paarige Leitungsgänge, die jedoch theilweise verschmelzen oder einseitig rudimentär werden können, in der Nähe des Afters oder durch die Cloake nach aussen. Die Eientwicklung erfolgt innerhalb oder ausserhalb des mütterlichen Körpers. Ueber Entwicklung des Hodens und Ovariums und die der Ausführungsgänge der Geschlechtsproducte vergl. Entwicklungsgeschichte. Es sei hier erwähnt, dass sich entwickeln aus den MÜLLER'schen Gängen: die Eileiter, Uterus und Scheide; aus den WOLFF'schen Gängen: bei Fischen die Harngänge, bei Amphibien die Harn-Samengänge, bei Reptilien, Vögeln und Säugethieren die Nebenhoden und Vasa deferentia, wobei sich der Harngang als Ureter neu bil-

det. — Reste der WOLFF'schen Gänge finden wir bei den drei höheren Thierklassen als *Parovarium* und GAERTNER'sche Gänge. Reste der MÜLLER'schen Gänge sind bei höheren Vertebraten der sogenannte *Uterus masculinus* (besser *vagina masculina*).

Pisces. Die Hoden sind von oft täuschend ähnlichem Aeusseren wie die Ovarien und wie diese paarig, schlauch- oder bandförmig entwickelt und häufig gelappt; unpaar sind nur die Keimdrüsen der Myxinen. Bei den Cyclostomen fallen beiderlei Keimproducte in die Bauchhöhle und werden von hier aus durch den *Porus abdominalis* entleert; dasselbe findet bei den Eiern der Salmoniden und Aale statt. Bei den Knochenfischen setzen sich die Hoden und Ovarien direct in einen jederseitigen Ausführungsgang fort, diese vereinigen sich und münden zwischen After und Urethraöffnung auf der Urogenitalpapille nach aussen. Bei den Ganoiden, Plagiostomen und Dipnoern öffnen sich die Ausführungsgänge gegen die Bauchhöhle hin mit einem trichterförmigen Ostium und führen bei den letzten beiden Gruppen in die Cloake über. Aeussere Begattungsapparate finden sich als Knorpelstrahlen bei Plagiostomen ausgebildet. Eine innere Befruchtung geht bei den lebendig gebärenden Haien und Knochenfischen (Anableps, Zoarces, Cyprinodonten u. s. w.) vor sich; meist pflanzen sich die Fische jedoch durch abgelegte Eier fort, über welche, während oder gleich nach der Ablagerung seitens des Weibchens, das Männchen sein Sperma ergiesst. Bei den viviparen Haien u. s. w. entwickeln sich die Embryonen innerhalb der Eileiter, woselbst es z. B. bei *Carcharias* und *Mustelus laevis* zur Bildung einer Art von Placenta kommen kann.

Amphibia. Die Amphibien sind durchweg getrennten Geschlechts, obschon man hin und wieder bei *Bufo variabilis* neben den Hoden die Rudimente der Ovarien und bei *Rana* neben den männlichen Geschlechtsorganen auch Eileiter aufgefunden hat. — Die meist kleinen paarigen und dann bohnenförmigen oder aus jederseits mehreren Körnern bestehenden Hoden entsenden ihre Ausführungsgänge zum oberen Nierentheil (Fig. 64); vor ihrem Eintritt in den letzteren sammeln sie sich zu einem Längsstamm, von dem aus dann zahlreiche Canälchen abgehen. Das Sperma tritt bei Coecilien in die Harncanälchen ein, bei den Anuren (mit Ausnahme von *Bufo*) erst in die Harnleiter, nachdem es die Niere in einem geschlossenen Canalnetze durchlaufen hat. Neben dem Harn-Samengang

Fig. 64. Urogenitalsystem der Amphibien (Triton), Schema. A Weiblich, B Männlich. *t* Niere. Auf deren Oberfläche sind die Nephrostomen angedeutet. *sug* Harnleiter. *od* Oviduct. *m* MÜLLER'scher Gang. *te* Ausführungsgänge der Hoden. *t* Hoden. *ov* Eierstock. *u* Urogenitalmündung (Theilweise nach SPENGLER).

persistirt ein Theil des MÜLLER'schen Ganges als fadenförmiges Gebilde. Äussere Begattungsorgane sind wenig entwickelt, sie fehlen den Anuren und nur bei den Coccilien wird die Cloake als Begattungsorgan vorgestülpt, während bei den Land- und Wassersalamandern sich die äusseren Ränder der Cloake aufwulsten und dem Männchen zum Unklammern der weiblichen Cloakenöffnung beim Coitus dienen. — Die Ovarien ragen meist lappig oder traubenförmig in die Bauchhöhle herein. Die Eier fallen in die letztere und werden aus derselben von den Trichtern der langen und vielfach gewundenen Eileiter aufgenommen. In den Eileitern umgeben sie sich meist mit einer stark quellenden Eiweisschicht. Nur selten kommen sie in dem letzten Abschnitte derselben zur Weiterentwicklung (Salamander). Eileiter, wie Harn-Samengänge, münden in die Cloake, deren Drüsen bei den Salamandern Sperma aufnehmen und als Receptacula seminis functioniren. Die Eier werden klumpen- oder schnurweise nach aussen abgelegt und durch Ueberspritzen mit Sperma befruchtet. Bei den Anuren ist die Brutpflege oft eigenthümlich. Die männliche Geburtshelferkröte wickelt die abgelegte Eierschnur sich um die Hintersehenkel und lässt daselbst die Jungen ausschlüpfen; die männliche Pipa streicht die Eier nach der Befruchtung auf den Rücken des Weibchens, wo sie von Hautwucherungen umgeben werden und zur Entwicklung gelangen; Notoledphis befördert sie in einen häutigen, rückenständigen Brutsack.

Reptilia und Aves. Die beiden Thiergruppen zeigen viele Uebereinstimmungen im Bau der Geschlechtsapparate. Die ovalen Hoden sind paarig und lagern der Wirbelsäule vor oder zwischen den Nieren an. Die Vasa efferentia vereinigen sich zu einem kleinen Nebenhoden, von dem aus je ein Vas deferens im geraden oder gewundenen Verlaufe zu der Cloake tritt; sein Endabschnitt kann erweitert sein. Bei den Eidechsen verbinden sich Harnleiter und Samenleiter kurz vor Eintritt in die Cloake mit einander; bei den Schildkröten treten die Samenleiter mit der Urethra zusammen und bilden so den bei Säugern weit verbreiteten *Sinus urogenitalis*. Vom MÜLLER'schen Gange können Rudimente vorkommen. Als Copulationsorgane functioniren bei Sauriern und Ophiidiern paarige vorstülpbare Hohlkegel, auf welche das Sperma von der Mündung der Vasa deferentia in einer Rinne übertritt; ihre äussere Fläche kann mit Papillen und Stacheln besetzt sein. Die Chelonier, Krokodile, der Strauss, die Ente und einige andere Vögel besitzen am Vorderrande der Cloake zwei bis drei Schwellkörper, welche eine Rinne bilden, durch die im erigirten Zustande das Sperma in die weibliche Geschlechtsöffnung (Cloake) übergeführt wird. Meist erfolgt bei den Vögeln die Begattung durch Aufeinanderlegung der Cloakenwandungen, und wird das Sperma in einem Receptaculum seminis aufgefangen. — Die Ovarien sind traubenförmig, paarig angelegt und in oft verschiedener Höhe zu Seiten der Wirbelsäule angeheftet; bei den Vögeln entwickelt sich nur das linksseitige weiter, während das rechtsseitige ganz verschwinden kann. Die Oviducte, welche durch Weiterbildung der MÜLLER'schen Gänge entstanden sind, beginnen in der Bauchhöhle je mit einer weiten Oeffnung (*Ostium abdominale*), nehmen dann einen mehr geraden oder vielfach geschlängelten und gewundenen Verlauf und münden in die Cloake (Vögel, Schlangen, Eidechsen) oder bilden mit der Urethra den *Sinus urogenitalis*. Im oberen Theile der Eileiter wird dem Ei meist eine

Eiweisschülle, im mittleren die äussere Eihaut und im letzten, als Uterus und Vagina zu bezeichnenden, die feste Schale hinzugefügt. Manche Saurier und Ophidier sind ovovivipar, d. h. die ausgebildeten Eier entwickeln sich im Uterustheil des Eileiters und die lebenden Jungen verlassen dieselben (Kreuzotter z. B.). Bei den Vögeln ist, der Rückenbildung des rechtsseitigen Ovariums entsprechend, auch der rechtsseitige Oviduct mehr oder weniger verkümmert.

Mammalia. In äusserst verschiedenen Formen ist der Urogenitalapparat der Säuger entwickelt und besonders zeigt der weibliche, durch verschiedene Verschmelzung der MÜLLER'schen Gänge, die mannigfachsten Gestalten. — Die Hoden liegen embryonal stets am Innenrande der Urniere, rücken aber beim ausgebildeten Thiere meist aus ihrer ursprünglichen Lage heraus. Am wenigsten findet dies bei den Monotremen statt, mehr schon, so dass ihre Lage unterhalb der Nieren ist, treffen wir es bei Edentaten, Walen und Dickhäutern. Endlich treten die Hoden durch die Bauchwand hindurch, die äusseren Decken derselben sackförmig um sich herum vorstülpend. Bei den Beutlern findet dieser Austritt aus der Bauchhöhle vor der Penisöffnung statt, die Hoden vieler Nager, der Kamele und einzelner Raubthiere treten in der Leistengegend unter die äussere Haut und während der Brunst vielfach wieder in die Bauchhöhle zurück. Schliesslich treten sie in den Hodensack (*Scrotum*) ein, nachdem sie durch den Leistencanal hindurchgerutscht sind. Es ist das Scrotum entwicklungsgeschichtlich nur eine doppelte Hautfalte, die beim weiblichen Individuum als grosse Schamlippe ausgebildet erscheint. Die aus dem Hoden austretenden Vasa efferentia vereinigen sich und knäueln sich zum sogenannten Nebenhoden auf, von dem aus jederseits ein Vas deferens in meist einfachem Verlaufe zu der Urethra herantritt und mit dieser den männlichen Sinus urogenitalis bildet. Der Endabschnitt der Vasa deferentia zeigt vielfach einen drüsigen Bau und nimmt ausserdem je eine mehr oder minder gelappte Samendrüse (*Vesicula seminalis*) auf. Nach dem Eintritt der Ausführungsgänge dieser Samendrüsen bezeichnet man die letzten Abschnitte der Vasa deferentia als *Ductus ejaculatorii* (seminis). In den Sinus urogenitalis münden vielfach die Rudimente der MÜLLER'schen Gänge (*Uterus masculinus*), meist nur als kleines Bläschen (*Vesicula prostatica*) innerhalb der Vorsteherdrüse (*Prostata*), oft auch als längere fadenförmige Gebilde entwickelt. Die Vorsteherdrüsen, welche besonders bei Beutlern und Nagern mächtige Dimensionen erreichen können, bestehen aus zwei bis vielen Drüsenläppchen und ihr Secret wird mit dem der Samenbläschen¹⁾ dem Sperma beigemischt. Der Sinus urogenitalis setzt sich auch nach Aussen zu innerhalb des Copulationsorganes (Penis) fort und wird in seinem Verlaufe noch von mehreren Drüsen (COWPER'sche und TYSON'sche Drüsen) umlagert. Der Penis wird in den meisten Fällen von zwei oder drei schwammigen Körpern, den Schwellkörpern (*Corpora cavernosa*) umgeben und durch Blut, welches in die Cavernen dieser Körper eindringt, erigirt. Die Schwellkörper können nun theilweise oder ganz mit einander verwachsen. Im ersten

1) Die Vesiculae seminales dienen niemals als Receptaculum für das Sperma. Nach der Ejaculation des Samens und nach Austritt des Secretes des Samenbläschens gelangen häufig Spermatozoen in die letzteren, sind jedoch nur als Fremdkörper daselbst aufzufassen.

Falle ist der Penis im vorderen Theile gespalten (Monotremen und viele Beutler), im letzteren Falle stellt er eine Röhre dar; das Lumen derselben, die sogenannte Harnröhre (Urethra), wird in der Regel von einem Schwellkörper (*Corpus cavernosum urethrae*) umgeben, dem zwei andere als *Corpora cavernosa penis* aufgelagert sind. Die Erection des Penis kann jedoch auch durch Knochenstücke (Penisknochen) von oft beträchtlicher Stärke (Walross) oder pfeilartiger Gestalt (Eichhorn) unterstützt werden. Den vorderen Theil des Penis, die Eichel (*Glans penis*), überzieht eine Hautduplicatur, die Vorhaut (*Praeputium*). Die Eichel, die sich aus dem vorderen Ende des *Corpus cavernosum urethrae* gebildet hat, kann mit Stacheln, Widerhaken (Katze), sägeförmigen Messern (Aguti) und Papillen besetzt sein. Am Grunde der Eichel finden sich in der Vorhaut meist zahlreiche Drüsen (Praeputialdrüsen) vor. — Die Ovarien der Säuger sind verhältnissmässig kleine, rundliche oder bohnenförmige Gebilde, welche oft durch Hervortreten der Eifollikel ein traubiges Aussehen gewinnen. Bei den Monotremen ist das linke stärker entwickelt denn das rechte. Die Ovarien liegen entweder frei in der Bauchhöhle, neben der Tube des Eileiters, oder sie werden mit der letzteren von einer taschenförmigen Peritonealfalte umhüllt. Die Abdominalostien der Eileiter werden vielfach von einem Kranze gefranster Fimbrien umgeben, welche das Ei auffangen und durch Flimmerhaare dem Eileiter zuführen. Die aus den MÜLLER'schen Gängen sich entwickelnden Theile verwachsen nicht oder nur theilweise mit einander. Eine Nichtverwachsung tritt ein bei Monotremen und Didelphys, wo Eileiter, Uterus und Vagina (fehlt den Monotremen) vollkommen doppelt sind. Bei den Beutlern gehen die Ureteren zwischen den MÜLLER'schen Gängen hindurch und verwachsen dieselben in Folge dessen erst kurz vor Beginn der Uteri im Vaginaltheile miteinander und bilden dann hier einen nach unten gehenden, durch ein Septum getrennten oder einfachen Blindsack, gegen den zu die Ostien der Uteri münden. Der Blindsack bricht bei einzelnen Beutlern gegen den Sinus urogenitalis hin durch, sodass eine scheinbar dreifache Vagina entsteht. Bei den anderen Säugern, den sogenannten Placentalen, gehen die Ureteren um die MÜLLER'schen Gänge nach aussen herum und die MÜLLER'schen Gänge verschmelzen in der Mediane mehr oder minder vollkommen, besonders im Vaginaltheile, sodass die Scheide meist einfach ist. Beim Uterustheil kann man je nach dem Grade der Verschmelzung die folgenden Fälle unterscheiden (Fig. 65):

1) der Uterus ist doppelt;

a) der Uterustheil verschmilzt nicht und die Vagina ist häufig durch ein Septum getrennt (*Uterus duplex*), bei vielen Nagern;

b) der Uterus mündet mit einer Oeffnung (*Os uteri*) in die Vagina, ist jedoch im Innern noch durch ein Septum getrennt (*Uterus bipartus*), gleichfalls bei Nagern;

2) der Uterus ist einfach;

a) es kommen an ihm noch zwei lange gewundene Hörner vor (*Uterus bicornis*), bei den meisten Säugern, besonders den Wiederkäuern;

b) die Hörner verschwinden und es tritt der einfache, birnenförmige Uterus auf (*Uterus simplex*), bei den Gattungen Bruta und Primata.

Der Vaginaltheil setzt sich in den Sinus urogenitalis fort, der nur wenigen Formen fehlt. Am Ende des Sinus urogenitalis liegt das Homologon des Penis,

der Kitzler (*Clitoris*), umgeben von einer Hautfalte (*Praeputium clitoridis*) und ausgestattet mit einigen Schwellkörpern. Sinus urogenitalis und Rectum bilden eine Cloake bei den Monotremen und einigen Didelphysarten, sonst werden sie durch eine Hautfalte (Damm) getrennt. Dem Scrotum homolog sind die grossen Schamlippen, zwischen denen sich noch ein Paar kleinere Hautfalten als kleine Schamlippen entwickeln können. — Von Drüsen, welche in den weiblichen Geschlechtsapparat einmünden, sind zunächst die zahlreichen Schlauchdrüsen

Fig. 65. Schemata verschiedener weiblicher Urogenitalapparate der Säuger. A der Urogenitalapparat eines Placentalen, B der eines Beutlers; beide haben sich aus der Form C (Monotremen) entwickelt. Bei A verlaufen die Ureteren um die MÜLLER'schen Gänge, und es konnte eine ungehinderte Verschmelzung derselben in der Richtung des Pfeiles stattfinden; bei B gehen die Ureteren zwischen den MÜLLER'schen Gängen hindurch, wodurch dieselben zunächst getrennt geblieben und erst secundär in der Richtung des Pfeiles verwachsen konnten. o Ovarium, l Oviducte, u Uterus, v Vagina, s Sinus urogenitalis; m mittlerer Vaginalblindsack; h Ureteren; b Harnblase; r Rectum; c Cloake.

zu nennen, welche jenen Theil der Wandung der MÜLLER'schen Gänge durchsetzen, der als Uterus bezeichnet wird. Die Function des Uterus ist gleichsam durch das Vorhandensein der Uterindrüsen bedingt, indem sie die Anheftung des Eies gestatten und die Placentabildung ermöglichen (über Placenta vergl. Eihüllen). In den Vaginalabschnitt münden zahlreiche kleinere Schleimdrüsen (Vaginaldrüsen) und in den Scheidenvorhof die DUVERNEY'schen oder BARTHOLIN'schen Drüsen. Reste der männlichen Organe neben den weiblichen sind die sogenannten Nebeneierstöcke (Parovarien) und die GARTNER'schen Gänge, welche als Reste der Urnierengänge bei *Echidna* längs der Uteri verlaufen und in den Sinus urogenitalis münden, sonst aber meist ganz oder bis auf kleine Reste verschwinden.

Beim Menschen sind auch in seltenen Fällen Zwitterbildungen, wenigstens soweit es die Ausleitungscanäle der Keimdrüsen anlangte, gefunden worden, Ovarien und Hoden aber nebeneinander noch in keinem Säuger constatirt.

Die Eier entwickeln sich mehr oder minder vollständig in dem als Uterus bezeichneten Theile der MÜLLER'schen Gänge, dann wird der Embryo nach aussen befördert und hier durch das Secret der Milchdrüsen, die bestimmte Theile des Bauches einnehmen, ernährt (Milchdrüsenbildung siehe Seite 150). Diese Milchdrüsen gehören demnach mit zum Geschlechtsapparate. Bei den Beutlern, wo die Jungen noch winzig klein und höchst unentwickelt den Uterus verlassen, liegen die Milchdrüsen häufig unter secundär entstandenen Haut-

duplicaturen (Beutel), welche den Jungen den nöthigen Schutz gewähren. Sonst sind die Drüsen paarweise längs der unteren Bauchseite oder nur am hinteren oder Brusttheile derselben entwickelt und richten sich in ihrer Zahl nach der der constant geworfenen Jungen, daher sind sie zahlreich bei multiparen, nur paarig bei den ein oder zwei Junge erzeugenden Säugern.

F. Aeussere Haut und Hautskelet.

(*Integument.*)

Die äusseren Schichten, welche den Körper eines höher organisirten Thieres umhüllen, übernehmen gar verschiedenartige Functionen, theils vegetative, wie die Production von Eiern und Samen, die Respiration und Stütze der Körpergewebe, theils aber auch animale, indem sie als Sinnesorgane und Locomotionsapparat auftreten. Diesen vielfachen auszuübenden Functionen entsprechend, sind dann auch die äussersten Zellschichten bei den verschiedenen Thiergruppen in der allermannigfaltigsten Weise ausgebildet und eine Reihe der verschiedenartigsten Gebilde sind aus ihnen hervorgegangen, wie z. B. die Nesselbatterie eines Coelenteraten und die Feder des Vogels, die Schleimdrüsen der Schnecke und die Milchdrüsen der Säuger u. s. w.

Das Ectoderm ist wohl die Hauptschicht für die Bildung der äusseren Körperhaut, des Integumentes, aber daneben wird auch noch das Mesoderm mit zu ihrer Ausstattung herangezogen.

Die Protozoen entbehren des Integumentes, es übernehmen die Zellmembranen derselben oder die äussersten Plasmaschichten alle Functionen eines solchen.

Coelenterata. Einfach ist das Integument in der Gruppe der Spongien, wo es sich als einschichtiger Ectodermbelag darstellt.

Cnidaria. Die das Integument bildende Ectodermsschicht bleibt hier nicht in allen Zellen gleichwerthig, sondern es differenziren sich einzelne Zellen oder Zellgruppen oft ganz beträchtlich. Als verbreitetste Modification der Ectodermzellen sind die Nesselzellen (Cnidoblasten), welche zum Fangen der Beute und als Schutzmittel functioniren (vergl. Seite 26), anzuführen. Die Nesselzellen sind in Gruppen über das gesammte Ectoderm zerstreut, jedoch vornehmlich an den zum Fangen der Beute dienenden Tentakeln ausgebildet. Bei vielen stockbildenden Polypen (unserer Cordylophora z. B.) wird vom Ectoderm ein chitinales, röhrenförmiges Gehäuse gebildet, welches dem Polypen als Stütz- und Schutzapparat dient.

Echinodermata. Was das Integument der Echinodermen besonders auszeichnet, ist das Auftreten von oft beträchtlichen Kalkablagerungen, des Hautskeletes, in demselben. Diese Kalkablagerungen sind äusserst verschieden; bei sehr beweglichen Echinodermen, z. B. den Seesternen, sind sie auf gewisse Körperregionen beschränkt, bei den Seeigeln hingegen umgeben

sie nicht nur den Körper als feste Hülle, sondern erscheinen auch als oft mächtige Stacheln auf demselben. Die Kalkablagerung geschieht fast ausschliesslich in einer zierlich gitterartigen Form, indem die Kalkstäbchen in den drei Richtungen des Raumes senkrecht gegeneinander gestellt sind. In den von ihnen gelassenen Zwischenräumen befindet sich stets die weiche Leibessubstanz. Die äussere Integumentschicht verbindet sich mit der direct unter ihr liegenden Muskelschicht zu dem Perisom. Ueber die respiratorische Function, die das Integument auszuüben hat, ist Seite 102 gesprochen worden.

Asteroida. Das Integument überzieht die Rückenfläche des Körpers als derbe, lederartige Hülle und charakterisirt sich für die Seesterne besonders dadurch, dass das ventrale Hautskelet aus beweglichen, untereinander verbundenen Stücken gebildet wird. Von dem ventral im Mittelpunkt des Leibes gelegenen Munde ziehen sich die beweglichen Plattenreihen bis zu den Spitzen der oft lang ausgezogenen Arme. Die Kalkplatten sind paarig, nach innen stumpfwinkelig nebeneinander gelagert und die einzelnen Paare mit dem folgenden durch Gelenke verbunden. Da die Ambulacralfüsschen resp. die Ampullen derselben zwischen diesen Platten hindurchgehen, werden dieselben als Ambulacralplatten bezeichnet. Sie bilden in ihrer Gesammtheit eine Furche, die Ambulacralfurche, in welcher die Ambulacralgefässstämme, die Nerven u. s. w. liegen. Bei den Ophiuren wird die Ambulacralfurche noch durch Kalkplatten (Interambulacralplatten) verdeckt, die sich in der Integumentschicht ausscheiden, welche bei den Asteriden die Furche nur als feste Haut überspannt und sich jederseits auf die Ambulacralplatten fortsetzt. In dem Integument, welches lederartig Rücken- und Seitenflächen überzieht, scheiden sich meist auch Kalkplatten aus, die in einer dorsalen (Antiambulacralplatten) und in jederseits zwei lateralen Reihen (obere und untere Randplatten) angeordnet sind. Die letztgenannten Platten können mit Papillen, Höckern, Stacheln und anderen Fortsätzen ausgestattet sein. Die Madreporenplatte liegt auf einem Interradius des Rückens.

Crinoidea. Das Skelet der Crinoiden ist dadurch ausgezeichnet, dass sich die Platten, welche den Rücken bekleiden, nach einer centralen Polplatte zu ordnen, an welcher letztere sich eine mehr oder minder grosse Anzahl pentagonaler, ringförmiger Platten stielartig anreihen. Mit diesem Stiele ist der Körper festgeheftet. Die Arme, welche den glockenförmigen Körperumrand umstehen und vielfach noch dichotomisch verästelt sind, zeigen grosse Beweglichkeit. In ihrer Innenseite verläuft die Ambulacralfurche gegen den central gelegenen Mund zu, welcher von fünf interradiären Platten umlagert ist. Die Arme sind mit dorsalen Plattenreihen ausgestattet. Weiterhin finden sich im weichen Integumente zahlreiche zerstreute Kalkplättchen vor.

Echinoidea. Der radiär oder symmetrisch gebaute Körper der Seeigel ist besonders durch Fehlen der Arme und vollständiges Umhülltsein von einem festen Kalkskelete ausgezeichnet. — Bei den regulären Seeigeln wird das Centrum der Rückenfläche durch ein kleines Feld bezeichnet, welches im einfachsten Falle durch eine Platte geschlossen wird, auf welcher der After mündet, meist bleibt diese Platte klein und es entstehen um sie herum secundär eine grössere Anzahl kleiner Plättchen, die sich dann zu einer pentagonalen

oder rundlichen Figur an einander legen und das Centrum des Apicalpoles bilden (Fig. 66). An dieses Centraalfeld schliessen sich dann fünf sogenannte Genitalplatten an, deren eine als Madreporenplatte¹⁾ functionirt, während die übrigen durchlöchert sind und die Zeugungsstoffe durchtreten lassen. Zwischen den Genitalplatten liegen fünf weitere, meist kleinere, die Inter genital- oder Ocellarplatten. An diese zehn Platten schliessen sich je zwei Plattenreihen an, die meridional um den Körper des Seeigels zum Mundpole verlaufen. Auf die Genitalplatten folgen die Interambulacralreihen, auf die Interambulacralreihen die Ambulacralreihen. Die Platten der letzteren sind durchbohrt und lassen die Ambulacralfüßchen durch diese Poren hindurchtreten (Fig. 66). Die Ambulacralreihen entsprechen den gleichnamigen der Seesterne, die Interambulacralreihen den Randplatten derselben. Nur bei

Fig. 66. Apicalpol der Schale eines Echinus. *a* Ambulacralfelder. *i* Interambulacralfelder. *g* Genitalplatten. *ig* Intergenitalplatten. *m* Eine als Madreporenplatte erscheinende Genitalplatte. *x* Afteröffnung in dem von den Genitalplatten umgebenen Apicalfelde. — Die Höcker der Platten sind nur auf einem Interambulacralfelde und einem Ambulacralfelde gezeichnet, auf letzteren sind auch die Poren angedeutet, auf den übrigen vierein weggelassen. (Nach GEGENBAUR.)

Fig. 67. Pedicellarien von Echinus saxatilis. *A* Eine Pedicellarie mit offenen Zangenarmen. *B* Mitgeschlossenen Zangenarmen. (Nach EDEL.)

den Echinothuriden sind die Platten beweglich und gestalten eine Formveränderung des Körpers; die Platten legen sich dann dachziegelförmig über einander. — Bei den Spatangiden und Clypeastriden liegen die Ambulacralfelder rosettenförmig auf der dorsalen Körperfläche. — Als äussere Ausbildungen des Skeletes sind zunächst die verschiedenen gebauten Stacheln zu bemerken, welche klein, haarförmig bis gross spiess- oder keulenförmig gestaltet sein können; sie sitzen auf kleinen Höckern des Skeletes auf und sind durch eine eigene Musculatur bewegbar. Zwischen ihnen liegen zerstreut die Pedicellarien (Fig. 67) (Greiffüßchen).

Es bestehen dieselben aus einem muskulösen Stiele, der an seinem Ende ein zartes Kalkgerüst trägt und mit zwei oder drei zangenartigen Haken ausgerüstet ist. Meist sind bei Seeigeln die dreihakigen, bei Seesternen die zweihakigen Formen entwickelt.

Als inneres Skelet ist bei den Seeigeln (Echinoiden und Clypeastriden) besonders der Kauapparat zu erwähnen. Fünf Platten tragen an ihren äusseren Enden Spitzen, welche gegen einander bewegt werden. Diese fünf Platten können dann weiterhin durch complicirt gebaute andere Stücke verbunden sein und so die sogenannte »Laterne des ARISTOTELES« bilden, welche in den Oesophagus eingelagert ist. Weitere innere Skelettheile sind die Auricularfortsätze, welche in der Nähe des Mundpoles bogenförmig von den Ambulacralfeldern ausgehen und die Ambulacralfässsstämme und Nerven durch sich hindurch treten lassen.

1) Die Madreporenplatte liegt auf einem Interradius und geht durch dieselbe die Symmetrieebene des Körpers hindurch. Fig. 39 zeigt ihre ungefähre Lage.

Holothurioida. Die Seewalzen haben nur schwache Verkalkungen im Integumente aufzuweisen; dieselben treten meist als durchbrochene, ankerartige, stabförmige u. s. w. Kalkplättchen auf, selten als grössere Schuppen, die mit Stacheln besetzt sein können, in der Rückenhaul. Im Innern findet sich ein aus 10, 12 oder 15 Platten (radiale und interradiale Kalkstücke) zusammengesetzter Ring, welcher den Schlund umgiebt. Meist sind die Platten gross und fest aneinander gelagert, seltener von kleinerer netzartiger Gestalt. — Sonst ist das Integument stark lederartig bei den Holothurien, schwach bei Synapten ausgebildet.

Fig. 68. A Kalkanker. B Kalkplatte, ersterem zur Befestigung dienend; aus dem Integumente von *Synapta Lappa*. (Nach J. MÖLLER.)

Vermes. Das Integument der Würmer tritt mit der unter ihm liegenden Muskelschicht in enge Verbindung und umkleidet entweder als Hautmuskelschlauch die Leibeshöhle des Thieres oder setzt sich bei fehlender Leibeshöhle durch die Musculatur in das Körperparenchym fort. Die äusserste Schicht (Epidermis) besteht nur aus einer Zellenlage, welche stellenweise aus Wimperzellen zusammengesetzt sein kann (Turbellarien); besonders ziehen sich Wimpersehnüre über verschiedene Stellen des Larvenkörpers, meist ringförmig um den vorderen und hinteren Leibespol desselben. Wo die Wimperzellen fehlen, da scheidet die äussere Zellschicht des Integumentes eine mehr oder minder feste Cuticula aus. Dieselbe ist dünn und weich bei den meisten Formen, erreicht aber bei einzelnen Anneliden und vielen Rundwürmern eine oft beträchtliche Stärke. Ihrem chemischen Verhalten nach scheint sie dem Chitin verwandt zu sein. Ist sie stark, so lässt sie vielfach Schichtung erkennen und wird in diesem Falle von zahlreichen grösseren Poren durchsetzt. Skeletartig tritt die Cuticula am Körper der Räderthiere auf (Hautpanzer), bei denen diese Hülle in der Regel aus einzelnen Ringen besteht, die durch weichere Bänder miteinander verbunden sind und ein gegenseitiges Verschieben gestatten. Doch nicht allein als Hülle, sondern auch in Form von Haken, Borsten, Stacheln u. s. w. werden cuticulare Bildungen im Wurmkörper abgeschieden. Diese Gebilde stehen entweder, wie der Hakenkranz am Kopfe der Cestoden und die Borsten und Stacheln auf dem Körper der Echinorhynchen u. a., mit der allgemeinen Cuticularbedeckung in directem Zusammenhang, oder sie sind, wie die Borsten der Ringelwürmer, als selbständige Gebilde in den Körper des Wurmes eingesenkt, meist paarig in einem jeden Segmente, und dann nehmen sie ihren Ursprung aus besonderen ein- oder mehrzelligen Drüsen. Auch der bei den meisten Nemertinen am Kopfe sich entwickelnde Stachelapparat ist zu den cuticularen Bildungen zu rechnen.

Im Integumente der meisten Würmer finden wir Secretionsorgane in Gestalt einzelliger Drüsen, die zerstreut oder in Gruppen angeordnet auf dem Körper sich ausbilden. Stark entwickelt sind die Hautdrüsen der Blutegel, wo sie zur Bildung des Cocons (siehe Seite 123) beitragen. Beim Regenwurm liegen die Drüsen als Ring in der Nähe der Geschlechtsöffnungen. Zu Saugnapfen werden besonders die Pole am Leibe der Hirudineen umgeformt und dienen dieselben, ebenso wie die Borsten, welche paarig an der Bauchfläche stehen, zur Locomotion des Wurmes.

Arthropoda. Da den sehr energisch lebenden und in Folge dessen sich meist gewandt bewegenden Arthropoden ein inneres Skelet fehlt, so hat das Integument die Form eines complicirten Bewegungs- und Schutzskeletes angenommen. Unterscheiden wir am Körper der Arthropoden Rumpf und Gliedmaassen, so lässt sich im Allgemeinen behaupten, dass die Bedeckung des Rumpfes ziemlich gleichmässig, die der Gliedmaassen jedoch äusserst wechselnd in ihrer Ausbildung ist.

Das Integument sondert sich von der Körpermusculatur schärfer als bei den Würmern ab. Auf einer bindegewebigen Stützlamelle erhebt sich die Epidermis in Form von Cylinderepithelzellen, welche die Bildungsschicht (*Matrix*) der weichen, bis äusserst festen Chitinhülle ist, die den Arthropodenkörper allseitig umgiebt und seine äussere Form bestimmt. Diese chitinige Cuticula ist zunächst in Parallelschichten abgeschieden und wird von zahlreichen feinen Poren durchsetzt. Dort, wo Haare, Papillen u. s. w. auf ihr entwickelt sind, finden wir für je eine solche Nebenbildung eine vergrösserte und verlängerte Matrixzelle, deren äusserer Theil dann oft halsartig die Chitinhülle durchsetzt und erst oberflächlich die Haarbildung u. s. w. einleitet. Bei Wachsthum des Arthropodenleibes muss von Zeit zu Zeit die gesammte Chitinhülle abgestreift werden (*Häutung*), worauf sich eine neue aus den Zellen der Matrix abscheidet und bald erhärtet. Solche Häutungen gehen vornehmlich in den Jugendstadien (Larven und Puppen) vor sich.

In der Regel lassen sich am Arthropodenleibe drei Abschnitte unterscheiden: Kopf (*Caput*), Brust (*Thorax*) und Hinterleib (*Abdomen*), von denen Kopf und Brust zum sogenannten Cephalothorax verschmelzen können und an denen jedes äussere Merkmal der Segmentirung fehlen kann (z. B. Spinnen). Nur selten verschmelzen alle drei Abschnitte zu einem einzigen. Bei den Larven sind meist eine grössere Anzahl von Segmenten als bei den ausgebildeten Individuen zu unterscheiden.¹⁾

Crustacea. Während das Integument bei vielen kleinen Formen zart-häutig bleibt, erreicht es bei grösseren Krebsen eine oft mehrere Millimeter starke Mächtigkeit. Die chitinige Grundsubstanz der Cuticula wird in der Regel noch durch beträchtliche Kalkeinlagerungen zu einer spröden festen Panzermasse umgewandelt. Meist wird Kopf und Brust von einer breiten Panzerplatte geschützt, die einen Theil des Leibes und selbst den Schwanz noch überdecken kann; sonst sind Abdominal- und Schwanzsegmente durch gürtelförmige Skeletstücke gesichert. Die oben genannte Panzerplatte geht als Hautduplicatur vom Kopf aus, braucht jedoch nicht schildförmig zu bleiben, sondern sie kann sich zweiklappig schalenartig um den Körper herumschlagen; bei den Cirripeden z. B. ist die äussere Panzerplatte muschelschalenartig ausgebildet. An den Gliedmaassen wird das Integument, durch Bildung eines hakenartigen Zapfens am vorletzten Gliede, gegen den das ähnlich gebaute letzte Glied sich bewegt, zur zangenartigen Scheere, zum Greiffuss u. s. w. Die

1) Um unnöthige Weitläufigkeiten zu sparen, werden diesem Abschnitte über das Integument der Arthropoden gleichzeitig die Betrachtungen der Gliedmaassen, an deren Bildung das Integument so entscheidenden Antheil hat, eingeschaltet werden.

Färbung der Crustaceen wird durch Pigmentzellen in oder unter der Integumentschicht bedingt.

Gliedmaassen. Die beiden ersten Paare derselben dienen als Antennen zum Tasten oder, wie bei den Copepoden, als Ruderapparat; sie werden vom oberen Schlundganglion aus mit Nerven versorgt, während alle übrigen Gliedmaassen ihre Nerven vom unteren Schlundganglion erhalten. An jedes Segment schliessen sich nun weiter ein Paar Gliedmaassen an, denen die verschiedenartigsten Functionen zukommen können. — In der Nähe des Mundes werden sie zu Kau- und Greifwerkzeugen: Kiefern und Kieferfüssen. Meist sind drei Paar Kiefer ausgebildet, zu denen, beim Flusskrebs z. B., noch weitere drei Paar accessorische Mundtheile hinzutreten. Das erste, kräftig entwickelte Paar stellt die *Mandibeln* dar, dem zwei Paar *Maxillen* folgen. Die Mandibeln werden von einer Oberlippe überwölbt, und häufig tritt ein Paar Kieferfüsse zu einer Unterlippe zusammen. Beim Flusskrebs folgen weiterhin fünf Paar Gang- und Greifbeine; das erste derselben trägt die grossen Scheeren. An die Kiefer- und Schreitfüsse setzen sich unter das Rückenschild jederseits die Kiemen an. Vielfach sind bei den Krustern die auf die Mundtheile fallenden Beinpaare zu Kiemen metamorphosirt; sonst können alle Brust- und Abdominal-Gliedmaassen Kiemenanhänge tragen. Beim Flusskrebs sind weiterhin die Füsse des Abdomens zu Schwimmfüssen umgeformt; beim Männchen functionirt das erste, sich rinnenartig zusammenlegende Paar als Penis; das Paar des vorletzten Segmentes ist endlich flächenartig ausgebildet und bildet mit dem letzten Segmente einen breiten, kräftigen Schwanz. Zur Hervorbringung eines continuirlichen Wasserstromes längs der Kiemen dienen theils die Füsse selbst, theils aber auch besondere Strudelapparate (*Flagella*), welche sich an der Basis eines Kieferfusses als lange, platte Fortsätze anheften und durch die Bewegung dieses Fusspaares längs der Kiemen rudern bewegt werden (Decapoden).

Arachnoidea. Das Integument ist dünn und weich bei den Spinnen, sehr fest bei den Scorpionen. Ausgezeichnet ist dasselbe durch die Ausbildung von Hautdrüsen, die als Spinndrüsen am Hinterleibe der Spinnen und als Giftdrüsen an den Klauenfühlern derselben, sowie am sogenannten Schwanzstachel der Scorpione ausgebildet sind. Bei den Spinnen ist Kopf und Brust verwachsen und vom einfach runden Abdomen durch einen tiefen Einschnitt geschieden; bei den Milben ist auch das Abdomen mit Cephalothoracaltheil verschmolzen, bei den Scorpionen hingegen treffen wir eine ausgeprägte Segmentirung, welche bei den Walzenspinnen (Solifugae) noch weiter geht.

Gliedmaassen. Am Kopfe treten zwei Extremitätenpaare als Mundwerkzeuge auf: die Kieferfühler und Kiefertaster, sie entsprechen nach neueren Untersuchungen den Mandibeln und Maxillen der Kruster. Bei den Scorpionen sind die Endglieder beider zu Scheeren umgewandelt; bei den Milben nur die des ersten Paares, welche sonst zu Klauen werden, indem das letzte Glied nach innen eingeschlagen werden kann (Spinnen). Die Endglieder des zweiten Paares werden zu Klauen oder bleiben einfach. Zwischen die Maxillen schiebt sich meist ein unpaares Stück als Unterlippe ein. Die Brust trägt constant vier, oft sehr lange Beine, die aus sechs oder sieben Gliedern zusammengesetzt werden. Das kurze Basalglied, die Hüfte (*Coxa*), verbindet

das Bein mit der Brust, auf dasselbe folgt ein kurzes Verbindungsstück (*Trochanter*), an welches sich das lange Schenkelglied (*Femur*) ansetzt. Der Unterschenkel (*Tibia*) setzt sich aus zwei kürzeren Gliedern zusammen und endet in den Fuss (*Tarsus*), dessen letztes Glied vielfach mit zierlichen Klauen bewehrt ist.

Onychophora. Der Kopf ist von dem aus 14—30 Segmenten gebildeten Leibe getrennt, er trägt zwei Fühler und besitzt als Mundwerkzeuge eine Oberlippe und ein Paar mit Krallen bewaffnete Kiefer, darunter ein Paar klauenlose Mundpapillen, auf denen grosse Drüsenschläuche münden. Die Leibessegmente tragen je ein Paar kurzer Beinstummel, die in zwei Klauen endigen.

Myriapoda. Das Integument des vielfach segmentirten Körpers ist am Leibe in Form fester Ringe ausgebildet, die sich meist als aus einer Rücken- und einer Bauchplatte zusammengesetzt zeigen.

Gliedmaassen. Der Kopf trägt ein Fühlerpaar, ein kräftiges (tasterloses) Mandibelnpaar und ein Paar Maxillen, die gelappt oder einfach gebaut sind. Eine Umbildung der Mundwerkzeuge zu stechenden oder saugenden ist selten. Die Ringe des Leibes tragen je ein, selten zwei Paar 6—7 gliederige Füsse. Bei den Chilognathen sind die drei ersten Leibessegmente (Brust) mit je einem Gliedmaassenpaare, die folgenden mit deren zwei ausgestattet.

Hexapoda. Der Leib zerfällt in Kopf, Brust und Abdomen und wird von einem sehr verschieden starken und die mannigfachsten Ausbildungsweisen zeigenden Integumente überzogen. Flügel, Dornen, Haken, Stacheln, Haare, Stimmwerkzeuge in Form von Streichinstrumenten u. s. w. finden sich als Cuticularausscheidungen in allen denkbaren Formen entwickelt; daneben sind Hautdrüsen weit verbreitet. Ins Innere des Körpers haben sich Chitinleisten als Muskelansätze und Chitinspiralen zur Construction der Tracheen fortgesetzt.

Gliedmaassen. Der Kopf trägt ein Antennenpaar, welches als Tast- und hin und wieder als Geruchsorgan functionirt, dasselbe ist in verschiedenster Weise gegliedert und in seinem Endabschnitte haar-, keulen-, fächer- oder sägeförmig gestaltet, im mittleren Theile oft knieförmig gebogen. Die ventralen Gliedmaassen der drei Kopfsegmente werden zu Mundwerkzeugen umgestaltet, über ihnen wölbt sich unpaar und am Kopfschild meist beweglich eingelenkt die Oberlippe hervor. Die Coleopteren, Neuropteren und Orthopteren besitzen beissende Mundwerkzeuge. Die tasterlosen Oberkiefer (*Mandibulae*) derselben sind zangenartig gegeneinander gebogen und ohne weitere Gliederung. Die Unterkiefer (*Maxillae*) setzen sich aus mehreren Stücken zusammen: auf ein kurzes Basalglied (*Cardo*) folgt der Stiel oder Stamm (*Stipes*), neben dem ein äusseres Schuppenglied (*Squama palpigera*) liegt, welches den mehrgliederigen Taster (*Palpus maxillaris*) trägt; an den Stamm schliessen sich endlich zwei Kauladen (*Lobus externus, internus*) an. Das dritte Gliedmaassenpaar des Kopfes verschmilzt zu einer unpaaren Unterlippe (*Labium*), deren Basaltheil als Kinn (*Mentum*) bezeichnet wird; zieht sie sich vorn in einen Fortsatz aus, so führt dieser den Namen Züngelchen (*Ligula*). Am Grunde der Unterlippe sitzt ein zweites Tasterpaar, die Lippentaster (*Palpi labiales*) an. Die Hymenopteren besitzen leckende Mundwerkzeuge, indem Maxillen und Unterlippe verlängert und zum Auflecken geschikt sind. Die Lepidopteren haben nur die Maxillen, zu einem Saugrüssel modificirt, aus-

gebildet. Die Dipteren und Rhynchoten haben zahlreiche Formen der Mundwerkzeuge aufzuweisen, man bezeichnet dieselben als stechende, wenn die Unterlippe zu einem Saugrohr umgewandelt ist und von den stilet- oder sägeförmig gestalteten Ober- oder Unterkiefern umgeben wird, die letzteren durchbohren thierische und pflanzliche Oberhäute und öffnen dem Saugrüssel die Nahrungsquelle. Es finden sich selbstredend die mannigfachsten Uebergänge zwischen den eben angeführten Mundwerkzeugen.

An die drei Brustsegmente, den *Pro-*, *Meso-* und *Metathorax* lenken sich nahe der Medianlinie der Bauchseite je ein Beinpaar ein. Das Basalglied (*Coxa*) verbindet sich durch einen kurzen Ring (*Trochanter*) mit dem starken Oberschenkel (*Femur*), dem sich eine schlanke Schiene (*Tibia*) anschliesst, auf die als Endabschnitt der mehrgliederige, am letzten Gliede mit Klauen bewaffnete Fuss (*Tarsus*) folgt. Die *Tibia* trägt am unteren Ende vielfach zwei bewegliche Dornen (*Calcaria*). Die Fussglieder können mit Dornen, Borsten, Kämmen und im Endgliede mit Saugscheiben ausgestattet sein. — An der Rückenfläche entspringen dem *Meso-* und *Metathorax*, oder dem ersteren allein, die Flugorgane der Insekten. Die Flügel, welche in der Systematik weiter betrachtet werden, sind nichts anderes als Hautduplicaturen. Die Vorderflügel ähneln im Bau entweder den Hinterflügeln und sind dann dünn und häutig, von stärkeren Adern durchzogen und von diesen gestützt (pergamentartig werden die Flügel bei den Orthopteren und Rhynchoten) — oder dieselben ähneln den Hinterflügeln nicht, indem sie von der Basis an zur Hälfte fest werden (Hemiptera) oder sich vollständig als starke Chitingebilde darstellen (Coleoptera) und dann nicht zum Fliegen, sondern als Deckflügel (*Elytra*) zum Schutze dienen. — Als Anhänge des Hinterleibes sind am letzten Körpersegmente die *Appendices anales* zu bemerken, welche als gegliederte Fäden, als Reife u. s. w. neben dem After entspringen; beim männlichen Ohrwurm treten sie als Zangen, bei Poduren als Springschwanz auf. In anderen Fällen dienen diese Anhänge als Waffe oder als Klammerapparat bei der Copulation, als Legeröhren u. s. w. und sind dementsprechend gar verschiedenartig gebaut. Sie können sich auf das letzte Segment allein beschränken oder sich auch an den nächstvorhergehenden entwickeln.

Mollusca. Den Körper der Mollusken überzieht das Integument als weiche Hautschicht, die eng mit der darunterliegenden Musculatur verbunden ist und mit dieser eine Art Hautmuskelschlauch bildet. Das Integument trennt sich in die äussere Schicht (*Epidermis*) und die innere Bindegewebe führende (*Cutis*). Die *Epidermis* besteht aus Epithelzellen, welche in der Jugend stets theilweise als Wimperzellen ausgebildet sind; gleiche Wimperzellen finden sich noch häufig bei ausgebildeten Mollusken an gewissen Stellen (am Velum, in der Kiemenhöhle u. s. w.). Bei den Aeolidiern sind in den Enden der Rückenpapillen auch noch Nesselzellen ausgebildet. Im Integument lagern sich Pigmentzellen ein, welche als *Chromatophoren* besonders von Cephalopoden bekannt sind, hier in verschiedenen Schichten vorkommen und durch ungleichmässige Contractionen einen Farbenwechsel am Thiere hervorbringen. Als weitere Einlagerungen in das Integument sind Kalkkörnchen,

Stäbchen u. s. w. zu bemerken; dieselben bestehen aus kohlensaurem Kalk und sind in den verschiedenen Gruppen der Gastropoden verschieden ausgebildet. — Drüsen der Haut sind in verschiedenster Form entwickelt. Im einfachsten Falle sind einfache Epidermiszellen zu Drüsenzellen umgewandelt, ihr Inhalt ist feinkörnig und ihre Membran nach aussen zu randförmig geöffnet (Becherzellen); sie können einzeln oder gruppenweise auftreten und an bestimmte Hautstellen gebunden sein. Die den Purpur liefernden Drüsenzellen der Purpurschnecke sind grosse Wimperepithelzellen, welche in der Mantelhöhle zwischen Kieme und Enddarm liegen.

Bei den Lamellibranchiaten wird der *Byssus* in Form seidenartiger Fäden, die zur Anheftung oder zum Nestbaue dienen, von einem eigenen Drüsenapparate des Fusses abgeschieden. Der Fuss ist zungenförmig und zeigt ventral eine Rinne, welche in einer Vertiefung, der Byssusdrüse, endet. Auch die *Helix* und *Limax* verwandten Arten besitzen eine grössere, sich in der Nähe des Mundes öffnende Fussdrüse. — Schalenbildungen. Das Integument scheidet an einzelnen Stellen des Molluskenkörpers feste Kalksalze zu Schalen und Gehäusen ab, dieselben können einfach zusammenhängend oder doppelt und gegen einander beweglich sein, daneben kommen Stacheln oder Kalkplatten innerhalb des Mantels vor; die ersteren treten bei Zunahme ihres

Volumens nach aussen hervor. — Die Schale legt sich schon frühzeitig beim Embryo am aboralen Pole desselben an (Fig. 69). Die Zellen um diesen Pol herum beginnen stark zu wuchern, jedoch ungleichmässig, so dass sich eine Versenkung an der betreffenden Stelle bildet (*s*), in der sich ein schnell erhärtendes Secret ansammelt. Nach und nach verschwindet die Einstülpung entweder — und die Schale nimmt äusserlich an Umfang zu — oder sie wird tiefer und es wird von Innen her die Schale weiter abgeschieden. Im ersteren Falle bildet sich der Mantelrand unter der Schale weiter oder überwölbt sie theilweise. In die Fläche wächst die Schale

Fig. 69. Embryo eines Heteropoden im Durchschnittsbilde. o Mund. r Velum. g Darmhöhle. p Fuss. s Schalenanlage. (Nach H. Fol.)

nur am freien Rande, indem hier schichtenweise Kalkablagerungen vor sich gehen. Das Dickenwachsthum der Schale findet auf der gesammten Innenfläche durch Secretion der Aussenfläche des Mantels statt. Die im Innern abgeschiedenen Schichten sind dünn, blätterartig und bilden die Perlmutterschicht der Schale; derselben liegt die vom Aussenrande abgesonderte Schicht auf, welche von einer Hornschicht, die gleichfalls dem Mantelrande ihre Entstehung verdankt, überkleidet wird.

Lamellibranchiata. Die beiden Mantellappen sondern eine Schale ab, welche doppelt bleibt und an der dorsalen Berührungsstelle nicht verkalkt, sondern weich bleibt und das sogenannte Schloss der Schale bildet. Selten bleiben die Schalenhälften symmetrisch, meist ist eine derselben stärker ausgebildet und tiefer gewölbt, sie wird als untere bezeichnet, während die obere flacher bleibt und oft nur deckelartig erscheint (*Auster*). Die Bänder schliessen nicht immer scharf auf einander, sondern lassen zum Durchtritt für den Fuss, den Byssus und die zwei röhrenartigen Verlängerungen des Mantels (die *Si-*

phonen), Spalten, die besonders bei den Bohrmuscheln weit werden. Bei denselben kann sich die Schale bis auf einen kleinen Ring abnutzen, der am hinteren Ende liegt und an den sich eine Kalkröhre anschliesst. — Der Verschlussapparat für die Schalen liegt an der Rückenfläche, er besteht aus dem Schloss (*Cardo*), demselben liegt ein elastisches Ligament auf, das stets bestrebt ist, die Schalen auseinander zu drängen, während die im Mantel ausgebildeten, den Körper quer durchziehenden Schliessmuskeln ein Zuziehen der Schalenhälften bewirken. Eine grössere Sicherheit beim Verschluss und eine genaue Führung der Schalen gegen einander wird durch falzartig in einander greifende Leisten, Zähne und Gruben, welche sich unterhalb des Ligamentes an der Schale befinden, ermöglicht. Aeusserlich treten über und vor dem ovalen Feldchen des Ligamentes (*Schildchen, Area*), zwei Buckel (*Umbones, nates*) hervor, die als erste Verkalkungspunkte den Scheitel (*Apex*) der Schale bilden; der von hier dem Schildchen entgegengesetzte Theil ist der Vordertheil der Schale und kenntlich durch einen vertieften Schlitz, das Mondchen (*Lunula*). Die Innenfläche der Schale wird von der Perlmutter-schicht ausgekleidet, die oft sehr beträchtlich sein kann und die von der Manteloberfläche secernirt wird (Perlenbildung findet zwischen Mantel und Perlmutter-schicht statt, wenn Fremdkörper, Sand, Parasiten u. s. w. eingelagert werden). Auf der Perlmutter-schicht sieht man meist die Insertionsstellen der Muskeln als Vertiefungen angedeutet. Die äussere Kalkschicht zeigt prismatischen, oft schmelzartigen Bau und wird von der hornigen, gefärbten Cuticula überkleidet. Die Ablagerung der Kalksubstanz geht mit der einer organischen Grundmasse, des *Conchyolins*, vor sich.

Gastropoda. Da der Mantel der Bauchfüsser nicht wie der der Muschelthiere in zwei seitliche Lappen zerfällt, sondern einheitlich bleibt, wird auch die Schale in der Regel als einheitliches Ganze abgeschieden. In der einfachsten Form ist die Schale nur durch Kalkconcremente oder eine kleine Kalkplatte im Mantelinnern dargestellt (*Limax*). Als segmentirtes Gebilde tritt sie bei den Placophoren auf, indem hier meist acht in eine Reihe gestellte Kalkplatten vom Mantel abgeschieden werden. Das ganze Thier kugelt sich bei Gefahr zusammen und die Platten schützen es, wie die festen Segmentringe eines Arthropoden. Einfach und napfförmig tritt die Schale bei *Patella* auf, sonst ist sie röhrenförmig und vielgestaltig gewunden ausgebildet. Die Windungen können zusammenliegen oder getrennt sein, in eine Ebene fallen oder wendeltreppenartig verlaufen, ferner können sie im letzten Falle sich um eine feste centrale Säule (*Columella*) als Achse drehen, oder an Stelle derselben ist ein röhren- oder kegelförmiger Hohlraum. Die Spitze, der Scheitel (*Apex*), ist der Ausgangspunkt der Gehäusebildung, welche an der offenen Mündung (*Apertura*) weiter geht. Der Rand der Mündung, welcher nach der Spindel zu liegt, ist der Innenrand (innere Lippe), der andere entgegengesetzte bildet die äussere Lippe. Die äussere Lippe ist ganzrandig oder an Stelle der Athemöffnung ausgebuchtet und daselbst oft mit einer Röhre, dem *Siphostom*, ausgestattet. Die Gewinde der Schale sind rechts- oder linksdrehend. Dem Fuss der Schnecke setzt sich oft ein horniger oder kalkiger Deckel (*Operculum*) auf, welcher die Schalenmündung nach Einziehung seines Trägers verschliesst. Während des Winters oder eintretender Dürre, bei Futtermangel u. s. w. ziehen sich viele Schnecken ins Gehäuse zurück und verschliessen dasselbe durch einen Kalkdeckel, der später

wieder aufgelöst und abgestossen wird. Der Bau der Schale ist wie oben geschildert: eine innere Perlmutterschicht, auf welche eine krystallinisch ausgebildete Kalkschicht folgt, die meist von einer Cuticula, welche sich in Haare und Stacheln ausziehen kann, überkleidet wird.

Cephalopoda. Die Schale der Cephalopoden ist mehr und mehr rudimentär geworden. Eine gegen die der ausgestorbenen Arten einfache, gewundene und gekammerte Schale besitzen nur sehr wenige Formen (*Nautilus*, *Argonauta*); ein Schalenrudiment in Form eines länglichen, feder- oder lanzetförmigen Körpers findet sich bei den Decapoden, während die Octopoden vollkommen nackt sind. Die innere Schale kann hornig sein oder auch aus einer spongiösen, kalkigen Masse gebildet werden (*Os sepiae*). Die äussere Schale ist kahnförmig und einfach bei *Argonauta*, während sie bei *Nautilus* spiralig gewunden und im Innern gekammert ist. Sobald das Thier eine bestimmte Grösse erreicht, rückt es in der Schale ein Stück vor und schliesst das verlassene Stück durch eine schalenförmige Kalkplatte ab, dadurch entstehen eine mit dem Alter des Thieres zunehmende Anzahl hintereinander liegender, mit Luft gefüllter Kammern, welche alle von einer feinen Röhre (*Sipho*) durchzogen werden, in welche sich ein Fortsatz des Thieres erstreckt. *Spirula* hat eine posthornartig gewundene Schale, die jedoch vom Mantel umschlossen wird.

Molluscoidea. Die Bryozoen umgeben sich meist mit einem pergamentartigen, hornigen oder kalkigen Gehäuse, welches vom Integument secernirt wird. Da die Individuen sich in der Regel zu Stöcken vereinigt halten, wird das Gehäuse in Form eines verästelten Röhrensystems abgeschieden, und am Ende eines jeden Aestchens sitzt isolirt ein Einzelthier (*Zoecium*), dessen Gehäuse (*Ectocyst*) sehr regelmässig gestaltet ist. Die einzelnen Gehäuse eines Stöckchens stehen unter einander in directer Verbindung.

Brachiopoda. Der Körper der Armfüsser wird von zwei Schalen eingeschlossen, die vom Integumente zweier Mantellappen ausgeschieden werden. Der Mantel ist auch hier eine Hautduplicatur und secernirt auf seiner äusseren Fläche die cuticuläre, von Kalksalzen imprägnirte Schalenmasse. Die Schalen sind als vordere oder Rückenschale und hintere oder Bauchschale unterscheidbar, sie wird durch ein Schloss zusammengehalten, über welches die tief gewölbte untere Schale meist schnabelartig hervorragt. Die letztere ist an der Schnabelspitze durchbrochen und kommt aus dieser Oeffnung ein Stiel hervor, mittelst dessen sich die Thiere festheften. Die beiden langen Arme werden innerhalb der Schale aufgerollt und hier von einem eignen Gerüste (vergleiche Fig. 68) getragen, welches von der oberen Schale herabragt. — Am Mantelrande sind eigenthümliche Borsten entwickelt, die aus drüsigen Einsenkungen des Integumentes hervorgehen. Ausserdem sind im Mantel noch Kalkablagerungen in Gestalt von netzartigen, verzweigten oder sternförmigen Gebilden ausgeschieden.

Tunicata. Nur selten ist das Integument durch eine einfache Zellschicht repräsentirt, meist wird von diesen Ectodermzellen eine Hülle, der Mantel,

abgeschieden. Derselbe ist von einer sehr wechselnden Beschaffenheit, in einigen Fällen bleibt er gallertartig weich, in anderen ist er lederartig bis knorpelig; oft ist seine Substanz durchsichtig, oft aber auch trübe oder undurchsichtig. Die Manteloberfläche ist glatt, höckerig, warzig, stachelig oder filzig. Bei *Chevreulius* ist der Mantel zweischalig ausgebildet und durch eine eigene Musculatur zusammenziehbar. — Die Mantelsubstanz ist zum Theil Cellulose, entweder structurlos oder bindegewebig faserig [mit eingelagerten Zellen. — Ausserdem enthält das Integument oft noch Kalkeinlagerungen, einzellige Drüsen und haarartige Fortsätze. Bei den Pyrosomen entstammt das Leuchtorgan, welches einen paarigen Zellhaufen in der Nähe der Eingangsöffnung darstellt, dem Ectoderm.

Vertebrata. Sehr verschieden sind das Integument und die aus demselben hervorgehenden Bildungen bei den Wirbelthieren zur Ausbildung gelangt. Im einfachsten Zustande ist das Integument der Wirbelthiere auch nur durch eine dem Ectoderm entstammende Zellschicht repräsentirt, zu derselben gesellen sich dann bindegewebige und muskulöse Mesodermelemente, welche die untere Integumentschicht bilden. Dementsprechend zerfällt die äussere Bedeckung des Wirbelthierkörpers in die Oberhaut (*Epidermis*), welche als ein- oder mehrschichtiges Epithel der folgenden Bindegewebsschicht (*Lederhaut*, *Corium*) aufliegt. *Epidermis* und *Unterhaut* oder *Cutis* können die verschiedenartigsten Bildungen aus sich hervorgehen lassen. Die *Cutis* ist in ihren äusseren Theilen meist fest, in den inneren als sogenanntes Unterhautbindegewebe lockerer entwickelt; in die *Epidermis* ragt dieselbe mit kleineren oder grösseren Papillen hinein, von denen aus die Bildung mannigfaltiger Hauttheile vor sich geht oder an welche gewisse Epidermoidalgebilde gebunden sind (Haare, Federn u. s. w.). Die *Epidermis* ist in ihren äussersten Schichten in der Regel fester und werden dieselben fortwährend durch die wuchernde Innenschicht, das *Stratum s. Rete Malpighii*, ersetzt.

Pisces. Die *Epidermis* bleibt nur beim *Amphioxus* einfach einschichtig; nackt ist sie bei den Rundmäulern und stellt sonst eine weiche, zahlreiche Drüsenzellen (Schleimdrüsen) einschliessende Schicht dar, in welche Schuppen eingelagert sind. Die *Cutis* zeigt bei den meisten Fischen Verknöcherungen, welche als Schuppen entweder in der Haut versteckt bleiben (Aal), oder klein stachelartig aus ihr hervorragen (*Chagrin* der Rochen und Haie) oder als plattenartige Gebilde dem Körper aufliegen (Fig. 70). Die *Cutis* entsendet in die *Epidermis* eine Papille, die eine spitze oder mehr platte Form hat und bald im Innern anfängt zu verknöchern, während der Rand und die Basis derselben bindegewebig und weich bleiben. Wölbt sich die Schuppe weiter nach aussen hervor, so wird sie von der *Epidermis* vollkommen überkleidet. Die *Epidermis* nimmt bei den Selachiern an der Schuppenbildung noch dadurch Theil, dass sie von ihrer Innenschicht aus die Schuppe mit einem festen Schmelz (ähnlich dem unserer Zähne) überzieht. Bei Ganoiden treten an Stelle dieser kleinen Zähne grössere Knochenplatten, welche beim Stör in wechselnder Grösse als höckerige Schilder vorspringen, während sie beim Knochenhecht in Form rhomboëdrischer Platten ausgebildet sind; bei *Amia* endlich sind die

Schmelzschuppen gross dachziegelartig entwickelt. Die Schuppen der Teleostier stellen sich als dünne, biegsame, in der Regel dachziegelartig übereinander gelagerte Platten dar, die man nach ihrem Rande zu unterscheiden pflegt als: Cycloid schuppen, mit glattem kreisförmigen, und Ctenoid schuppen mit gezähneltem Rande. Die Schuppen der Haie werden als Placoid schuppen, die

Fig. 70. Senkrechter Schnitt durch die Haut eines Hai-Embryo. *C* Lederhaut. *c, c, c* Straten derselben. *d* Oberste Lage. *p* Papille. *E* Epidermis. *e* Cylinderepithel derselben. *o* Schmelzschicht. (Nach GEGENBAUR.)

der Störe und Verwandten als Ganoid schuppen bezeichnet. Die Hautfärbungen kommen durch Pigmentablagerungen in der Cutis, seltener in der Epidermis, zu Stande. Als eigenthümliches Hautsinnesorgan ist die Seitenlinie der Fische zu erwähnen, welche sich als nebeneinander gelagerte kleine Röhren darstellt, die die Schuppen durchbrechen und im Innern von einer Epithelschicht ausgekleidet sind, in welcher Nervenendigungen nachgewiesen wurden. — Weitere Ossificationen des Integumentes finden wir in den Flossenstrahlen der Fische und in den, den Kopftheil bedeckenden Hautknochenplatten, welche bei der Bildung der Schädelkapsel eine wichtige Rolle spielen (vergl. S. 160 u. f.).

Amphibia. Die Haut ist in der Regel glatt und schlüpfrig, seltener mit ringelförmigen und schuppigen Gebilden bedeckt (Cocilien). Die äusseren Epidermiszellen sind hornig entwickelt und werden in der Gesamtheit oder in grossen Lappen von Zeit zu Zeit abgestossen. Das Integument ist besonders durch seinen Drüsenreichtum ausgezeichnet, diese Drüsen sind meist einzellig oder sackförmig. Bei Kröten und Salamandern treten die Hautdrüsen an einzelnen Stellen, in der Ohrgegend z. B., haufenweise auf, beim männlichen Frosch erhalten die Daumen der Vorderextremitäten ein drüsiges Polster, welches die Befestigung am Weibchen vermittelt. Hautwucherungen sind z. B. die Kämme auf dem Rücken der Salamandermännchen und die Fransen an den Zehen derselben. Dass die Haut bei den nackten Amphibien vermöge ihres Reichthums an Capillargefässen und ihrer Feuchtigkeit auch respiratorischen Zwecken dient, ist früher erwähnt worden.

Reptilia. Das Integument ist meist in derber Form ausgebildet, theils durch Verhärtung und Knochenbildung innerhalb der Cutis, theils durch Verhornung der Epidermis. Diese Hartgebilde können schuppig, dachziegelartig

über einander liegen, wie bei einzelnen Echsen; oder sie liegen als grössere Platten in der Cutis (Krokodile, Schildkröten). Kämme und Hautanhänge, oft in Gestalt von Flughäuten, sind bei vielen Sauriern entwickelt. Weit verbreitet sind die Pigmentablagerungen in den tieferen Epidermisschichten und in der Cutis. Drüsen sind seltener als bei den Amphibien, doch finden sie sich bei vielen Echsen reihenweise an der Innenfläche des Oberschenkels und in der Nähe des Afters vor; bei den Krokodilen liegen sie noch zu Seiten der Unterkiefer.

Aves. Was die Haut der Vögel besonders auszeichnet, sind die als Federn bekannten Epidermoidalgebilde, welche sich jedoch, entwicklungsgeschichtlich betrachtet, nur als modificirte Schuppen zu erkennen geben; auch finden sich bei einzelnen Vögeln Uebergangsformen von der Schuppe zur Feder, z. B. Schuppen der Pinguinflügel. Zunächst bildet sich eine Wucherung der Epidermis (Fig. 71 A), die als einfache Verdickung auftritt; diese Verdickung wölbt sich dann höckerig hervor und wird immer länger und länger, wobei die unter ihr liegende Cutis in sie hineinragt (Fig. 71, B, C). Nach einer gewissen Längenentwicklung wuchert das Stratum Malpighii an der Basis sehr stark und entsendet eine röhrenförmige Einsenkung in die Cutis; die Oberfläche der Papille wird cannellirt und zeigt seitlich auf den Riefen cylindrische Zellen, welche später die Fliederchen bilden. Durch Wucherung der Zellen des Rete Malpighii bilden sich innerhalb dieser Furchen die Strahlen der Feder und besetzen sich dieselben beim fortgesetzten Längenwachsthum mit den Fliederchen, welche ihrerseits auch Fortsätze in Gestalt der Hähchen erhalten. Der untere Theil der Feder bleibt als Spule glatt und ragt die Cutispapille zunächst noch als blutreiches Gewebe in dieselbe hinein, später schliesst sich die Spule am unteren Ende durch Wucherung ihrer Basiszellen ab, die eingedrungene Papille wird abgeschnürt und vertrocknet dann zur sogenannten Seele der Feder.¹⁾ — Bei der Schuppenfeder des Pinguinflügels persistirt die Cutispapille, und so setzen sich eine Anzahl Hornschnitte dütenförmig über diese Papille fort. Auch die hornigen Theile des Schnabels und der Klauen sind Epidermoidalgebilde, welche

Fig. 71. Schemata für die ersten Anlagen von Feder und Haar. Durchschnitte. A Verdickung der Epidermis. B Erhebung zu einer Papille. C Federzotte. D Einsenkung der Epidermis. E Sonderung der Haaranlage. F Haarbalg mit Haar. e Epidermis. p Haar. p' Wurzel des Haars. w Wurzel-scheiden. g Talgdrüsen. Der Theil der Lederhaut ist schraffirt dargestellt. (Nach GEGENBAUR.)

1) Die Dunenfeder (*Plumula*) hat einen einfachen Schaft, dem pinselförmig die Strahlen aufsitzen, der mittlere dieser Strahlen wächst in die Länge und zieht die übrigen dann seitlich nach. Die Contourfeder (*Penna*) der Vögel besteht aus der unteren hellen glatten Spule, welche die Seele einschliesst, auf die Spule folgt der Schaft, der einen nierenförmigen Querschnitt besitzt und im Innern mit trockenen Markzellen ausgefüllt ist; zu Seiten des Schaftes sitzen die Hauptstrahlen, welche den Bart der Feder ausmachen. Die Strahlen haben dann noch seitliche Ansätze in den Fliederchen, die mit den nächsten zusammenhaften. Diese Federn stehen in regelmässigen Gruppen, *Pterygiae*.

nach Art der Schuppen und der gleich zu besprechenden Nägel und Hufe der Säuger entstehen. Von Hautdrüsen sind beim Vogel besonders zwei grosse bohnenförmige Talgdrüsen zu bemerken, welche am dorsalen Schwanztheile liegen und zur Anfeuchtung des Gefieders dienen.

Mammalia. Der Federbildung der Vögel entspricht bei den Säugern die Entwicklung eines Haarkleides. Auch das Haar entsteht aus einer Epidermiswucherung, die sich jedoch in die Cutis hinein senkt (Fig. 71, *D, E, F*). In diesen eingesenkten Follikel wächst eine Papille der Cutis hinein. Die Zellen dieser Haarpapille differenzieren sich in zwei Schichten, in eine peripherische, aus mehr flachen Zellen gebildete, und in eine centrale kegelförmige. Die letztere nimmt an ihrer Basis die Cutispapille auf, löst sich von der peripherischen Schicht ab und wächst durch Zellwucherung im Umkreis der Papille nach aussen, die peripherischen Schichten der ersten Haarfollikel werden zu Wurzelscheiden und gehen an einigen Stellen die Bildung von Talgdrüsen ein, die sich mit mehreren Follikeln in die Cutis einsenken und deren Secret das Haar einfettet. Entstehen mehrere Papillen neben einander, so kann sich aus denselben ein äusserlich einfaches Haar entwickeln, welches sich jedoch bei genauerer Untersuchung als aus zahlreichen neben einander liegenden und mit einander verschmolzenen Haaren zusammengesetzt zeigt (z. B. Schwanzhaare des Elephanten). Diese Bildung eines Haares auf mehreren Papillen führt zu derjenigen der Nägel, Hufe und Barten hinüber. Die Barten der Wale entstehen je auf zahlreichen Papillen, bleiben im unteren Theile mit einander verwachsen und lösen sich an der Spitze in kleinere Partien auf. Während es aber bei den zusammengesetzten Haaren und Barten bei einem Längenwachsthum bleibt, wachsen Hufe und Nägel auch noch in die Dicke. Dem Knochen des letzten

Finger- oder Fussgliedes liegt die Cutis auf, welche sich an der Stelle des Huf- resp. Nagelgrundes etwas vorwölbt und hier eine grosse Anzahl Papillen entwickelt, von denen aus sich eine zusammengesetzte Hornplatte abscheidet; gleichzeitig bilden sich auch nach der Längsrichtung des Hufes oder Nagels Längspapillen, die vom Stratum Malpighii umlagert werden und nach oben zu eine Hornschicht abscheiden, die mit der erst gebildeten verwächst und ausser zur Verstärkung auch zur Befestigung dieser Gebilde beiträgt. — Die Drüsen der Haut scheiden sich in Schweiss- und Talgdrüsen, welche meist mit der Haarbildung verknüpft sind — und in Milchdrüsen, welche letztere sich regelmässig auf der Bauchseite entwickeln. Die Schweissdrüsen

Fig. 72. Schematische Darstellung der Zitzenbildungen auf senkrechten Schichten. A Indifferenten Zustand bei ebenem Drüsenfelde. B Erhebung des Drüsenfeldes zur Zitze. C Erhebung des Drüsenfeldwalles zur Pseudozitze. a Wall des Drüsenfeldes. b Drüsenfeld. gl Drüsen. (Nach GEGENBAUR.)

stellen sich als einfache geschlängelte und in ihrem terminalen Theile vielfach aufgeknäuelte Drüsenschläuche dar. Die Talgdrüsen sind zunächst schlauchförmig und endigen in traubig neben einander gelagerte Follikel. Die Milchdrüsen (Fig. 72) sind zunächst einfache verästelte Hautdrüsen, welche an einzelnen Stellen zahlreich ausmünden, wobei es zur Bildung der Zitzen kommt. Beim Schnabelthier und bei Echidna liegen die Drüsenmündungen nur auf einem unbehaarten Felde, oder beim letzteren in einer Einsenkung der Haut (Mammartasche). Bei den übrigen Säugern münden sie getrennt oder in Endtheile zusammen vereinigt auf einer Papille, der Zitze, aus.

G. Inneres Skelet.

Der Skeletapparat, den wir im Innern des Thierkörpers finden, stellt sich als ein System von Platten, Röhren und Stäben dar, welche vermöge ihres histologischen Baues (vergl. S. 66, 67) bedeutende Festigkeit und Elasticität erhalten und als Schutz-, Stütz- und Bewegungsapparate functioniren. Seine höchste Ausbildung erlangt das innere Skelet bei den Wirbelthieren, während die Wirbellosen desselben mit wenig Ausnahmen entbehren.

Protozoa. Von dem Plasma des einfach-zelligen Körpers werden bei den Rhizopoden Kieselsäure und Kalksalze als feines Netz- und Gitterwerk oder als geschlossenes Gehäuse abgeschieden und mögen diese im Inneren oder peripherisch oder äusserlich frei liegenden Gebilde hier besprochen werden. Interessant und für den Aufbau gewisser Erdschichten von grösster Wichtigkeit sind die Kalkgehäuse der Foraminiferen. Bei den meisten Formen derselben wird ein Kalkgehäuse abgeschieden, welches sich entweder als einfache, mit einer grossen Oeffnung versehene Kammer darstellt oder aus zahlreichen hinter einander liegenden und oft aufgerollten Kammern zusammengesetzt ist. Die Kammern stehen unter sich in Verbindung und werden in ihren Wandungen von grösseren Oeffnungen oder feineren, meist vielfach verzweigten Canälen durchsetzt. — Die Radiolarien besitzen im Inneren ihres Sarcodeleibes eine häutige Kapsel (Centralkapsel), um welche sich ein Kieselsäureskelet abscheidet, das selten in dieselbe hineinragt. Das innere Skelet besteht entweder nur aus feinen Kieselnadeln und aus Kieselstacheln, welche sich regelmässig radiär anordnen, — oder es bilden sich noch periphere, vielfach durchbrochene Schichten, die nach aussen mit Stacheln und anderen Fortsätzen ausgestattet sind. Hin und wieder liegen mehrere solcher Schalen concentrisch in einander.

Coelenterata. Das Gewebe der Binde substanz scheidet vielfach gallertige oder hornige, kalkige oder kieselsaure Skelettheile aus.

Spongia. Hornige Kalk- und Kieselsäurebildungen bilden die inneren festen Stützgebilde des Schwammkörpers. Die Hornskelete vieler Schwämme

bestehen aus netzartig zusammengewebten Hornfäden, die in ihrer Gesamtheit den Bau des Schwammes wiederholen und als Badeschwamm u. s. w. genugsam bekannt sind. Die Kalkabsonderungen finden meist in Form drei- oder

Fig. 73. Ein Stück der Körperoberfläche eines Kalkschwammes (*Sycaltis perforata*) zur Darstellung der dreistrahligen Spicula. o Dermal-Ostien, jedes von einem Spiculakranze umgeben. (Nach HAECKEL.)

vierstrahliger Nadeln statt (Fig. 73). Die Kieselsäurebildungen sind in Gestalt von Sternen, Nadeln, verbundenen Doppelscheiben u. s. w. ausgebildet.

Anthozoa. Weit verbreitet sind die festen Kalkgerüste und Kalkausscheidungen, es treten daneben dann noch hornige Skelettheile auf. Bei den Octactinien und Alcyonarien kommen mannigfach geformte, oft schön gefärbte Kalkstückchen (Fig. 74) im Mesoderm vor; dieselben sind in allen Theilen des

Fig. 74. 1 Zelle mit einer Kiesel-nadel von *Spongilla*. 2 Bläschen mit einem Amphidiscus von *Spongilla*. (Nach N. LIEBERKÜHN.)

Polypenstockes vorhanden und können durch enge Aneinanderlagerung und gleichzeitige Ausbildung einer festen Grundsubstanz lederartige, hornige und verkalkte Gewebe bilden. — Bei den Korallen ist das Skelet oft sehr stark und fest und lässt ein dreikantiges Centralblatt erkennen, um welches secundär eine dicke, concentrisch angeordnete Rinde abgelagert wird. Die Färbung z. B. der Edelkorallenskelete wird durch Ablagerung von isolirten Nadeln in einer organischen Grundmasse bedingt. Das Achsen-skelet kann ferner hornig bleiben und sich durch an- und eingelagerte Nadeln in seinem Baue oft sehr com-

pliciren. Der Körper der Madreporarien scheidet ein festes Kalkgerüst aus, welches aus einem plattenförmigen Fussblatt besteht, auf das sich napfartig ein zweites Blatt, sogenanntes Mauerblatt ansetzt, an welches dann noch senkrechte Scheidewände herantreten. Im Grunde des Bechers erhebt sich oft ein säulenartiges, centrales Gebilde (*Columella*), welches noch einen Kranz von Kalkstäbchen (*Pali*) angelagert zeigt. — Weitere Skeletbildungen sind die

Stützgebilde bei den Hydromedusen. Schon bei Hydra bildet sich zwischen Ectoderm und Entoderm eine aus länglichen Fasern bestehende Stützlamelle aus; bei anderen Hydroiden ist die Stüttschicht äusserlich entwickelt. Stark entwickelt ist die Gallertscheibe vieler freier Medusen, die den aboralen Pol in grösserer oder geringerer Mächtigkeit als uhr-glas- oder glockenförmige Schicht überzieht und entweder ganz homogen sein kann, oder von Fasern durchzogen wird, die vom Ectoderm zum Entoderm verlaufen. In den Tentakeln vieler Medusen (Fig. 75) zeigt sich central eine Reihe Zellen entwickelt, welche von einer stärkeren Membran umhüllt werden und als einfache Knorpelzellen aufgefasst worden sind.

Fig. 75. Knorpelzellen aus dem Tentakel einer Meduse (Cunina).
(Nach GEGENBAUR.)

Vermes. Bei einzelnen Anneliden sind im Kopfe Knorpelstücke entwickelt, welche Fortsätze in die Kiemen entsenden und durch Verästelung in den letzteren zu Stützapparaten für dieselben werden. Sonst fehlen innere Skelettheile.

Mollusca. Im allgemeinen werden innere Skelettheile durch das Aussenskelet ersetzt, jedoch finden sich bei Gastropoden und Cephalopoden besonders im Kopftheile Knorpelstücke zur Insertion der Musculatur ausgeschieden. Bei den ersteren liegen sie als zwei oder vier Platten um den Pharynx und dienen den Muskeln der Reibplatten als Anheftpunkte. Bei den Cephalopoden liegt eine ringförmige Knorpelplatte, die vom Oesophagus durchsetzt wird, um die Gehirnganglien, den Schlundring und das Gehörorgan herum, die flachen Seiten-theile derselben bilden den Boden der Augenhöhle. Dazu können noch Knorpelplättchen als Deckstücke für die Augenhöhle kommen. Bei den Dibranchiaten kommt noch ein Rückenknorpel, der halbmondförmig im vorderen Mantel liegt, dann ein Knorpelstück im Nacken und zwei sogenannte Schlossknorpel an der Trichterbasis hinzu. Auch die Flossen können zur Befestigung ihrer Musculatur Knorpelplatten einschliessen.

Tunicata. Im Körper der geschwänzten Larven findet sich ein Achsenstrang, der an die Chorda der Wirbelthiere erinnert. Derselbe wird aus Zellen gebildet, die stabförmig angeordnet sind und von einer festeren Scheide umgeben werden. Der Schwanz erhält durch dieses Organ die zum Rudern nöthige Elasticität; es verschwindet mit dem Schwanze.

Vertebrata. In der allermannigfachsten Weise sehen wir das Skelet der Wirbelthiere entwickelt und es hält in vielen Fällen, wie z. B. bei dem Kopf- und Extremitätenskelet, schwer, die Homologien durch die gesammte Wirbelthierreihe, sowie die Entwicklung der Zusammengehörigkeit der einzelnen Skeletstücke dieser Theile zu ergründen; auch die Deutung der verschiedenen

Abschnitte der Wirbelsäule, der Rippen u. s. w. hat unendliche Schwierigkeiten bereitet. Nur die den Körper in der Längsachse durchziehende Wirbelsäule ist als eigentliches Stütz- und Schutzorgan desselben anzusehen; sie umschliesst als letzteres das gewissermaassen edelste und empfindlichste Organ, das Gehirn und Rückenmark. Indem sich an sie weiterhin die Hauptmuskulatur des Körpers anheftet, wird sie dem Bewegungsapparate desselben mit überwiesen und es tritt nach und nach eine Vervollkommnung dieses Apparates dadurch ein, dass sich weitere Skelettheile, das Extremitätenskelet, an die Wirbelsäule anschliessen. Ferner treten in der Bauchwand noch Verknöcherungen auf, welche sich als Rippen mit den Wirbeln verbinden und die ventral durch besondere Knochenstücke, das Brustbein, zusammengehalten werden. Am Kopftheile entwickelt sich endlich noch ein complicirter Knorpel- oder Knochenapparat, der an den Schädeltheil herantritt und die Functionen des Vorderdarms unterstützt, die Kiefer mit ihren Ansatz- und Verbindungsstücken.

An den Stellen, an denen sich Muskeln inseriren, werden sich die Skeletstücke durch einen vergrösserten Flächenbau auszeichnen. Im einfachsten Falle sind es scharf hervortretende Verdickungen, die dem Muskel als Ansatzstelle dienen; diese Verdickungen werden höher und höher und gestalten sich platten- oder kammförmig (z. B. die Crista des Brustbeines, die Fortsätze der Wirbel u. s. w.), besonders wenn ein gleichmässiger Muskelzug von entgegengesetzter Seite stattfindet und die Muskeln in grösseren Partien neben einander liegen. Röhren- und bogenförmig müssen die Theile entwickelt sein, welche die Functionen des Schutzes übernehmen. Die der Bewegung dienenden Extremitäten zeigen endlich in ihren Skelettheilen mehr die Stab- und Säulenform. Die Extremitätenendstücke sind verschieden gebaut, je nachdem sie zur Bewegung auf dem Lande oder im Wasser und in der Luft verwandt sind.

Bei dem verkalkten Skelete müssen die Theile gegen einander beweglich sein, damit eine ungehinderte Bewegung des Körpers und seiner Abschnitte stattfinden kann. Selten wird aber eine allseitige Bewegung erfordert, meist genügt eine ein- resp. zweiseitige, und um diese zu sichern und zu erleichtern, sind die auf einander folgenden Skeletstücke durch sogenannte Gelenke mit einander verbunden. Dieselben pflegt man nach ihrem Baue als ächte und falsche Gelenke zu unterscheiden.

Aechte Gelenke sind solche, welche eine möglichst ausgiebige Bewegung nach mehreren oder einer Seite gestatten und bei denen die sich berührenden Skeletstückenden nicht durch straffe Bänder allseitig verbunden oder durch Knorpel mehr oder minder mit einander verwachsen sind. Das Ende des einen Skeletstückes ist vertieft und nimmt in dieser Vertiefung das abgerundete Endstück des anderen auf; das erstere bezeichnet man als Gelenkpfanne, das letztere als Gelenkkopf. Pfanne wie Kopf sind von einer Knorpelschicht überkleidet und wird zur Verminderung der Reibung zwischen diese Knorpelplatten constant eine eigene Gelenkschmiere (*Synovia*) ausgeschieden. — Der äussere Luftdruck, sowie die verschieden inserirten Muskeln halten die Gelenke zusammen und eine Anzahl von sehnigen Bändern, welche vom Kopftheil zum Pfannentheile gehen, schränken die Bewegung auf das nöthige Maass ein. Hier können nur die wichtigsten Formen kurz erwähnt werden. Kugelgelenk (Arthrodialgelenk), der Kopf ist kugelig und die

Pfanne dementsprechend vertieft, die Bewegung ist eine vielseitige. Sattelgelenk, die Skeletenden sind sattelförmig gestaltet und gestatten eine Bewegung nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen. Cylinder- oder Ginglymoidalgelenk, der Kopf ist cylindrisch, die Pfanne dementsprechend vertieft; es gestattet dieses Gelenk nur Bewegungen in einer Ebene. Doppelgelenke; zwischen den verbundenen Knochen liegen noch eine oder mehrere Faserknorpelscheiben. Als Amphiarthrosen bezeichnet man die Gelenke, bei denen Kopf und Pfanne nur sehr wenig gewölbt oder beinahe eben sind; die auszuführenden Bewegungen sind gering, wenn auch vielseitig.

Falsche Gelenke. Als solche bezeichnet man die Verbindung zweier Knochenstücke durch eine stärkere Knorpelplatte, wodurch die Bewegung gegeneinander nicht aufgehoben, aber doch sehr eingeschränkt wird.

Feste Verbindungen einzelner Skelettheile können auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden. 1. Durch Naht (*Sutura*), die Ränder der Knochen greifen mit Zacken und Buchten ineinander und werden noch durch Bindegewebe fester vereinigt; 2. die Fuge (*Symphysis*), zwischen zwei Knochen legt sich als Verbindungsglied eine mit beiden verwachsene Faserknorpelschicht; 3. die Bandhaft (*Syndesmosis*), zwei einander dicht aufliegende Knochen werden durch straffe Bänder miteinander verbunden.

Knochenwachsthum. Der Knochen wächst durch Auflagerung von neuen Kalksalzen in die Dicke. Das Wachsthum in die Länge und nach der Fläche geht nur an bestimmten Stellen, den Suturen, vor sich und hört auf, sowie diese verkalken. Ein junger Röhrenknochen lässt sich in drei Theile trennen, in eine obere und eine untere sogenannte *Epiphyse*, welche Kopf- und Pfannentheil enthält, und in ein Mittelstück (*Diaphyse*). Zwischen Diaphyse und der jederseitigen Epiphyse liegt eine Knorpelschicht, die Sutura, von der aus die Ablagerung von Kalksalzen zum Zweck des Längenwachsthums vor sich geht. Verknöchert die Sutura, so werden die Epiphysen zu *Apophysen* und wir haben einen einheitlichen Knochen vor uns. Die Vergrößerung der Schädelkapsel, das Wachsthum des Gesichtes, die Ausdehnung des Beckens u. s. w. kommt nur durch das fortgesetzte Wachsthum an Stellen mit Suturen zu Stande; es hört auf, sowie diese verschwinden.

Für die Entwicklung fester Skelettheile gilt im Allgemeinen der Satz, dass eine solche dort eintritt, wo die Spannung innerhalb der Muskeln am stärksten und die von den betreffenden Geweben zu leistende Arbeit am geringsten ist. Im einfachsten Falle tritt an solchen Stellen Bindegewebe, dann Knorpel- und Knochengewebe auf. Bedingt wird die Bildung eines festen Skeletes weiterhin durch die streng bilateral-symmetrische Ausbildung der äusseren Musculatur am Wirbelthierkörper.

Im Körper der meisten Wirbelthiere können wir drei Hauptgruppen von Skeletstücken unterscheiden:

1. Cerebrospinalskelet, an dem man den Schädelkapseltheil und die Wirbelsäule im engeren Sinne unterscheidet,

2. Visceralskelet, das dem Schädeltheil des Kopfes eingelagert ist,

3. Extremitätenskelet, zerfallend in Extremitäten, Gürtel, Stiel und Endstücke.

Als isolirte Skeletstücke sind das Zahnsystem, die Hautknochen, welche nicht Zähne sind und endlich Knochenbildungen im Herzen (vieler Wiederkäufer) und Penis, sowie das zwischen den Hinterhaupts- und Scheitelsknochen auftretende Inkaluin zu erwähnen.

1) Das cerebrospinale Skelet.

a) Wirbelsäule.

Die Wirbelsäule, oder besser das Rückgrat, fehlt keinem Wirbelthiere. Sie durchzieht den Körper in seiner Längsaxe und ist entweder als eine bindegewebige, eine knorpelige, eine knorpelige mit Kalkeinlagerungen oder als eine knöcherne Skeletachse zwischen Rücken- und Bauchhöhle gelagert. Meist werden die Rücken- und Bauchhöhle durch Fortsätze (Apophysen) der Wirbelsäule umschlossen.

Bei den niedrigsten Wirbelthieren, dem Amphioxus und den Cyclostomen, sowie bei den Embryonen sämtlicher Vertebraten wird die Wirbelsäule durch einen sulzigen Strang dargestellt, der stabförmig, unter dem Gehirn-Rückenmark und über der Bauchhöhle gelagert, den Körper durchzieht und als *Chorda dorsalis* bezeichnet wird. Diese Chorda (Fig. 76) setzt sich aus einem centralen Zellentheile, den eigentlichen Chordazellen, und einer peripherischen Bindegeweshülle, der Chordascheide, zusammen. Die Chordazellen zeigen eine lamellöse Anlagerung beim Amphioxus, während sie bei den höheren Wirbelthieren in ihrer Ausbildung an Pflanzenzellen erinnern. — Erst bei den Neunaugen und Stören treten ober- und

Fig. 76. A Stück der Chorda dorsalis von Petromyzon. *s* Chordascheide, *ch* Chordagewebe. B eine Chordagewebszelle, stärker vergrößert. *k* Kern derselben, *k'* Kern einer nebenliegenden Zelle.

unterhalb der Chorda Knorpelplatten auf, und bei den Dipnoern bildet sich eine Knorpelhülle um die Chorda. In dieser Knorpelhülle entstehen discrete Abschnitte als Wirbel erst bei Rochen und Haien, vollkommener bei den Teleostiern, und am vollkommensten bei den höheren Vertebraten. Da die Wirbel an den verschiedenen Stellen der Wirbelsäule (zunächst abgesehen von der Schädelkapsel) verschieden entwickelt sind, pflegt man mehrere Abschnitte an derselben zu unterscheiden, Hals-, Brust-, Lenden-, Becken- und Schwanzregion, welche Regionen jedoch nicht immer scharf zu trennen sind.

Pisces. Die Chorda des Amphioxus wird von einer einfachen Scheide umgeben, von dieser Scheide geht eine skeletogene (skeletbildende) Schicht nach oben canalförmig um das Rückenmark herum, ohne jedoch einen Schädelabschnitt zu bilden; ebenso gehen von der Chorda untere Bogen ab, die im Schwanztheile die Caudalgefäße umschliessen. Bei den Myxinoiden ist der vordere Theil des Rückenmarkrohres knorpelig ausgebildet und stellt die Schädelkapsel dar, an die sich zwei Seitenblasen zur Umhüllung des Gehörorganes anschliessen. Bei den Neunaugen entwickeln sich in den skeletogenen

Schichten schon Knorpelplatten, die nach oben und in der Schwanzregion nach unten zu Bögen bilden, welche zusammen je einen Canal repräsentiren. Die oberen Bögen, welche das Rückenmark umschliessen, werden als *Neurapophysen*, die unteren, welche die Rückengefässe umfassen, als *Hämapophysen* bezeichnet. Vollkommener entwickelt tritt dies Bogensystem bei Stören und Chimären auf. Die oberen Bögen schliessen sich dorsal durch unpaare Knorpelstücke, und in der Chordascheide lagern sich bei Chimären Kalksalze ab. Bei den Dipnoern entwickeln sich ober- und unterhalb der knorpeligen Chordahülle ossificirte Bögen. Bei Rochen und Haien theilt sich endlich die um die Chorda gelagerte Scheide in ringförmige Stücke, an die sich, indem sie die Wirbelkörper darstellen, meist je ein oberes und ein unteres Paar von Bogenstücken anlegen. Die primitiven Wirbelkörper bleiben theils bindegewebig knorpelig, theils scheiden sich Kalksalze ab und es kommt zur Bildung doppelhohlkegelförmiger (biconcave) Wirbelkörper, welche sämtlich im Centrum fein durchbohrt sind und von denen je zwei aufeinanderfolgende einen Chordarest zwischen sich lassen, welche Chordatheile durch die centrale Durchbohrung hindurch mit einander in Verbindung stehen. Bei den Teleostiern tritt eine gleiche biconcave Form des Wirbelkörpers auf, dieselben verknöchern jedoch noch weiter, und die gleichfalls vollständig ossificirten oberen und unteren Fortsätze verschmelzen mit denselben. Die Hämapophysen werden in der Schwanzregion durch einen Yförmigen, unpaaren Anhang, den *Processus spinosus*, geschlossen. In der Bauchregion treten die Hämapophysen meist bogenförmig auseinander, der *Processus spinosus* theilt sich und bildet jederseits eine knöcherne Rippe (die Gräten), welche nur in seltenen Fällen an den Wirbelkörper direct herantritt. Ein die Rippen zusammenhaltendes Brustbein fehlt, jedoch kann eine Verbindung der Rippen in der Medianlinie des Bauches durch paarige oder unpaare Knochenstücke bewerkstelligt werden. Die Bildung der Gräten scheint an das Vorhandensein der Schwimmblase geknüpft zu sein. Seitliche Querfortsätze (*Pleurapophysen*) kommen bei wenigen Fischen neben den Hämapophysen zur Entwicklung. — Die gesamte Fischwirbelsäule zerfällt nur in eine Bauch- und eine Schwanzregion. In letzterer verläuft die Wirbelsäule entweder allmählich, oder die Hämapophysen erfahren in ihren unteren Darmfortsätzen, durch Abplattung derselben, eine Modification; gleichzeitig bilden sich die oberen Bögen zurück (Haie). Bei den Teleostiern (Fig. 77) verkümmert der Körpertheil den letzten Wirbel, und schliesslich treten eine grössere Anzahl unterer Fortsätze an den letzten, nach aufwärts gekrümmten Wirbel, der sich in ein griffelförmiges Gebilde, den *Urostyl*, fortsetzt, welcher den letzten Chordarest umschliesst.

Fig. 77. Ende der Schwanzwirbelsäule eines jungen Cyprinoiden. *v* Wirbelkörper. *n* Obere, *h* untere Bögen (die knorpeligen Theile sind punktirt). *c* Ende der Chorda. *d* Deckende Knochenlamelle. *r* Knochenstrahlen der Schwanzflosse (n. GEGENBAUR).

Amphibia. Bei den Amphibien umwächst die Knorpelhülle der Chorda dieselben an den Wirbelenden (intervertebral) stärker und schnürt schliesslich

die Chorda beiderseits ab, so dass ein Rest derselben nur innerhalb des Wirbelkörpers gefunden werden kann. Die Wirbelkörper sind doppelkegelförmig bei Proteus, werden jedoch, im Gegensatz zu den Fischwirbeln, durch Intervertebralknorpel geschieden; die Chorda ist in diesem Falle noch mächtig entwickelt. Bei den Salamandrinen entwickeln sich an den Wirbelkörpern aus den Intervertebralknorpeln Gelenkfortsätze, welche aber erst bei den Batrachiern eine deutliche Gelenkkopf- und Gelenkpfannenbildung (procoele Wirbel) zeigen (der Kopf liegt am vorderen, die Pfanne am hinteren Wirbelende oder auch umgekehrt); bei Salamandrinen und Batrachiern wird die Chorda in den Wirbelkörper zurückgedrängt, wo sie verknorpeln oder resorbiert werden kann. Die Anzahl der Wirbel ist sehr wechselnd, z. B. hat Siren 99, Salamandra 53, die Frösche nur 10, wobei jedoch zu bemerken ist, dass das als Steissbein (*Os coccygis*) bezeichnete lange Endstück der Wirbelsäule hier als 1 Wirbel betrachtet wurde, während es sich entwicklungsgeschichtlich als aus einer grösseren Anzahl solcher hervorgegangen zeigt. Obere Fortsätze sind stets entwickelt; bei den Fröschen legen sich Bogenfortsätze des vorderen Wirbels auf Gelenkpfannen des folgenden. Die Hämapophysen sind im Schwanztheile bogenförmig ausgebildet. Pleurapophysen fehlen nur dem ersten Wirbel, ihre Entwicklung ist bei den Anuren am mächtigsten, wo sie als Pseudorippen die Bauchhöhle überragen. Rippen sind mit Ausnahme der Anuren, wo höchstens Rudimente derselben vorkommen, bei allen Amphibien vorhanden und kommen meist allen Brustwirbeln, mit Ausnahme des ersten, zu, vielfach finden sie sich auch an Schwanzwirbeln. Sie vereinigen sich niemals ventral an einem Sternum.

Reptilien und Aves. Die Wirbelsäule legt sich um die Chorda herum ähnlich an wie bei den Amphibien, nur geht meist die gesammte Chorda später zu Grunde. Die Wirbel erhalten je einen Gelenkkopf und Gelenkpfanne (procoele Wirbel). Nach oben zu entsenden sie die Neurapophysen, welche entweder fest mit dem Wirbelkörper verwachsen sind oder sich noch durch eine Sutura von ihm trennen (Krokodile und Schildkröten); die vorhergehenden oberen Bögen greifen mit Gelenkfortsätzen auf die folgenden über. Pleurapophysen entwickeln sich vom Wirbelkörper oder von den Neurapophysen aus, bei Krokodilen sind sie in der Rumpf- und Schwanzregion, bei den Schildkröten

über den gesammten Rumpf stark entwickelt. Untere Bögen kommen besonders bei Eidechsen, Krokodilen und Schildkröten in dem Caudaltheile der Wirbelsäule vor. — Ziemlich constant lassen sich fünf Regionen an der Wirbelsäule der Reptilien und Vögel unterscheiden. Die Halsregion besteht aus 9—12—24 Wirbeln, letztere Zahlen gelten beim Vogel. Bei den Schildkröten fehlen Rippen am Halstheile, kurz sind dieselben bei den übrigen Reptilien und den Vögeln, bei letzteren oft eng mit dem Wirbelkörper verwachsen und bilden sie hier mit dem Wirbelkörper ein *Foramen transversum* (Fig. 78). Bei den Schlangen trägt

Fig. 78. Halswirbel von *Vultur cinereus*. c Körper. p Bogenstücke. s Dornfortsatz. co Rippenrudiment.
(Nach GEGENBAUR.)

nur der Atlas (erster Halswirbel) keine Rippen, sonst sind sie ziemlich gleichmässig auf alle Rumpfwirbel vertheilt und beweglich an denselben eingelenkt; die Wirbelsäule der Schlangen lässt keine scharfen Regionen erkennen, sie

setzt sich bei denselben aus sehr zahlreichen Wirbeln zusammen (Python, 422).¹⁾

Auf die Halsregion folgt bei vielen Reptilien und den Vögeln die Brustregion. Die Anzahl der Brustwirbel beträgt 10—11 bei Eidechsen, 12—14 bei Krokodilen, 6—10 bei Vögeln. Sie tragen meist Rippen, welche sich mit zwei Fortsätzen an die Wirbel anlegen, der obere Fortsatz ist knotenförmig (*Tuberculum*) und verbindet sich mit der Pleurapophyse, der untere, das Köpfchen (*Capitulum*), legt sich an den Wirbelkörper an. Ventral treten die Rippen dann an das Sternum heran, welches sich als verschiedengestalteter Knochen darstellt, an welchem sich noch nach vorn ein Episternalknochen und auch nach hinten ein oder zwei Fortsätze entwickeln können (Reptilien). Bei den Vögeln ist das Sternum breit entwickelt, entbehrt der hinteren Anhänge und trägt bei den Fliegern eine senkrecht nach unten gerichtete Crista, an die sich die Brustmuskulatur inserirt; der hintere Rand des Vogelsternums zeigt häufig Oeffnungen oder Ausschnitte. Bis 6 Rippenpaare treten an es heran, bei Reptilien mehr. Die Rippen der Vögel besitzen in ihrem mittleren Theile einen nach rückwärts gerichteten Fortsatz (*Processus uncinatus*), der sich auf die folgende Rippe legt. Die Lendenregion ist wohl entwickelt bei den Echsen, gar nicht bei Schlangen und Schildkröten; nur zwei Lendenwirbel sind bei den Vögeln ausgebildet und treten hier mit der Beckenregion in feste Verbindung (Kreuzbein, *Os sacrum*). Die feste Beckenregion besteht aus zwei Wirbeln, mit denen jedoch noch vorhergehende und folgende verschmelzen können, so dass bei einzelnen Vögeln zahlreiche Wirbel (Strauss z. B. bis 23) die Bildung des Sacrum eingehen. Die letzte Region, die Schwanzregion, ist aus einer sehr wechselnden Anzahl von Wirbeln zusammengesetzt. Die Wirbel der Reptilien sind durch ihre Hämapophysen und die besonders den ersten zukommenden Pleurapophysen ausgezeichnet. Bei den Vögeln, wo meist 8—10 Schwanzwirbel auftreten, verschmelzen die letzten 2—6 zu einem einfachen grösseren Stücke, dem Pflugscharbein, welches sich vielfach in eine senkrecht stehende Platte auszieht, die den Steuerfedern als Insertionsstelle dient.

Mammalia. Der Schädel verbindet sich mit dem Atlas durch ein Doppelgelenk; der Atlas, an dem die Pleurapophysen oft mächtig entwickelt sind, meist ebenso mit dem Epistropheus, mit dem der Körper des Atlases als Zahn verwachsen ist. Querfortsätze fehlen dem Epistropheus, jedoch ist der obere Dornfortsatz oft sehr stark und grossflächig ausgebildet. Die Wirbelkörper entstehen umgekehrt wie bei den Amphibien und wird in Folge dessen die Chorda in der Mitte des Wirbelkörpers verdrängt, hält sich jedoch als Gallertkern in dem Intervertebraltheil, der als Knorpelscheibe je zwei Wirbel verbindet. Die

1) Der erste Halswirbel, der schon oben als Atlas bezeichnet wurde, ist in der Regel ringförmig ausgebildet, er dient dem Kopf als Träger und finden sich zwischen Kopf und Atlas häufig Gelenkverbindungen; unter den Fischen zeigen die Rochen solche. Bei den Amphibien bleibt der Atlas ringförmig; bei den Reptilien endlich wird sein Körper von ihm getrennt und verschmilzt bei Schlangen und Vögeln mit dem folgenden Halswirbel, der als Dreher (*Epistropheus*) bezeichnet wird, zu einem Zahne (*Dens epistrophei*), um welchen die Drehung des Kopfes stattfindet. Die Bögen des Atlases schliessen sich ventral durch ein neugebildetes Bogenstück, zu dem bei Krokodilen dorsal noch ein zweites mit den Atlasbögen in Verbindung treten kann.

Apophysen sind verschieden entwickelt. An die Neurapophysen treten stets Dornfortsätze, welche nur in der Halsregion einzelner Hufthiere fehlen. Gelenkfortsätze sind ziemlich allgemein vorhanden. Die Pleurapophysen fehlen selten und sind oft in der Lendenregion in drei getrennten Fortsätzen ausgebildet, von denen einer nach vorn, einer nach hinten und ein mittlerer nach der Seite oder unten gerichtet ist. Hämapophysen kommen nur der Schwanzregion zu.

Die Halsregion setzt sich ziemlich constant aus 7 Wirbeln zusammen, zu denselben können 4 oder 2 Brustwirbel treten (Bradypus) oder der letzte Halswirbel kann durch Entwicklung von Rippen modificirt sein (Manatus, Choloepus). Kurz und plattenförmig werden die Halswirbel der Wale, lang und mit Gelenken ausgestattet sind die der Giraffen.

Die Brustregion. Die Zahl ihrer Wirbel schwankt zwischen 10 und 24, meist ist sie 13. Die Dornfortsätze der Neurapophysen sind stark entwickelt. An die Querfortsätze, welche auch die Bezeichnung *Processus spinosi* führen, setzen sich die Rippen mit einem Tuberculum an und mit dem Capitulum treten sie zum Wirbelkörper. Die Rippen sind sichelförmige, etwas platte Knochenstücke, welche sich mit Querfortsatz und Wirbelkörper oder nur mit einem derselben verbinden. Ventral stehen die vorderen, sogenannten wahren Rippen, durch Knorpelstäbe, die eventuell verknöchern können, mit dem Sternum in Verbindung. Dasselbe setzt sich bei den Säugern aus mehreren Stücken zusammen (4—13), welche eine platte, längliche Form haben. Nur bei den Fledermäusen und den grabenden Säugern entwickeln sich auf ihm Cristen wie bei den Vögeln. Die Lendenregion entbehrt der Rippen und umfasst 6—7, selten 8—9 oder nur 2 Wirbel. Die Wirbel sind sehr gross und mit starken Querfortsätzen ausgestattet. Das den Beckengürtel tragende Kreuzbein entwickelt sich aus meist 3—4, selten 1 oder 7—8—9 Wirbeln, welche miteinander verschmelzen. Die Verschmelzung kann sich auch auf die Dornfortsätze ausdehnen. Die Schwanzregion wird aus 4—46 Wirbeln gebildet, an denen nach und nach die oberen Fortsätze und Bögen, sowie die Querfortsätze verschwinden, so dass endlich nur längliche Wirbelkörper mit unteren Bögen vorhanden sind.

b) Kopfskelet.

Das Kopfskelet besteht aus dem Schädel (*Cranium*) und dem Kiemen- oder Visceralskelet.

Der Schädel stellt eine das Gehirn umschliessende Kapsel dar, an der sich weiterhin Lagerstätten für die Kopfsinnesorgane und Ansatzstellen für Muskeln und andere Skeletstücke entwickeln. Er fehlt nur den Acraniern. Als eine knorpelig-bindegewebige Kapsel ist er bei Myxine und Cyclostomen entwickelt, bei denen seine Basis verknöchert und den Theil der Chorda umschliesst. Bei den Selachiern repräsentirt er auch nur eine einfache Knorpelkapsel. Eine knöcherne Basis in Form eines platten Knochens (*Parasphenoideum*) und einige knöcherne Deckstücke erhält er bei den Stören. Eine eigentliche knöcherne Schädeldecke besitzen die Dipnoer, Ganoiden und Teleostier. Der Schädel der höheren Wirbelthiere verknöchert immer mehr und mehr und zeigt einen äusserst wechselnden Bau, wohingegen die Homologisirung der einzelnen

Schädelstücken leicht durchzuführen ist. Man fasst den Schädel als aus Wirbeln entstanden auf, kann sich jedoch über die Zahl der Wirbel, die ihn zusammensetzen sollen, nicht einigen (3, 4, 5—9 und mehr sind angegeben), daher wird im Folgenden auch nur eine Aufzählung und Schilderung der einzelnen Schädelstücke gegeben werden und die Betrachtung des visceralen Skeletes gleich angeschlossen.

Pisces. Auf dem oben geschilderten primitiven Knorpelschädel (Primordialcranium) lagern sich bei den Stören, vielen Ganoiden, beim Salm und Hecht Knochenplatten auf, welche dem Integumente oder der Schleimhaut der Mundhöhle entstammen und sich dem Primordialschädel nur äusserlich so auflegen, dass derselbe unter denselben bestehen bleibt. Bei den übrigen Teleostiern sind Theile des Primordialschädels zwar auch noch in einzelnen Stücken, jedoch nicht mehr im Zusammenhang zu constatiren, indem primär in ihm auftretende Ossificationen den Knorpel mehr und mehr verdrängen.

An den Atlas der Wirbelsäule schliesst sich ein aus vier Stücken zusammengesetzter Knochenbogen an: das basale, die beiden seitlichen und das obere Hinterhauptsbein (*Occipitale basilare*, 2 *Occipitalia lateralia*, *Occipitale superius*). (Fig. 79.) Das *Occipitale basilare* entspricht dem Körper eines Wirbels und liegt in ihm ein Rest der Chorda dorsalis; die *Occipitalia lateralia* umgeben das, dem Durchtritt des Rückenmarks dienende Hinterhauptsloch. An das *Occipitale basilare* schliesst sich jederseits das Felsenbein (*Os petrosum* s. *prooticum*) an, welches zur Schädelbasis hinabreicht. Dem *Occipitale superius* liegt nach hinten zu das äussere Hinterhauptsbein (*Occipitale externum*) an und bildet einen Schädelsvorsprung; an die *Occipitalia lateralia* legt sich jederseits das verschieden gestaltete *Intercalare* (*Opisthoticum*). Diese drei resp. sechs zuletzt genannten Knochen treten als Deck- und Hüllknochen für das Gehörorgan auf, das *Intercalare* nicht in allen Fällen, wohl aber häufig die *Occipitalia lateralia*. Nach aussen schliesst sich dieser Region das nach hinten und seitlich ausgezogene Schuppenbein (*Os squamosum*) an. Die folgende, vordere Region wird durch die Keilbeine begrenzt. Längs der Unterfläche der Schädelkapsel liegt eine lange, mit dem *Occipitale basilare* verbundene Knochenplatte, das *Parasphenoid*, dem sich meist das basale Keilbein (*Sphenoidale basale*) als kleiner, vorn

Fig. 79. Schädel von *Salmo Salar*. A Seitliche Ansicht. B Senkrechter Medianschnitt. Die knorpeligen Theile sind schraffirt, die aus dem Primordialcranium entstandenen Knochen punktirt dargestellt. Ob Occipitale basilare. Ol Occ. laterale. Os Occ. superius. Sg Squamosum. EpO Occ. ext. PrO Petrosum. Als Alisphenoid. OrS Orbitosphenoid. Fa Frontale anterius. Fr Frontale posterius. Pr Præmaxillare. Na Nasale. Pa Parasphenoid. Vo Vomer. Eth Ethmoidal knorpel. gl Gelenkfläche für das Hyomandibulare. vag Austrittsöffnung des Nervus vagus (n. GEGENBAUR).

zweischenkeliger Knochen auflegt; es ist dieser Knochen nicht immer entwickelt, sondern bildet sich vielfach an Stelle der Basis des Primordialcraniums. Seitlich treten an dieser Region die hinteren und vorderen Keilbeinflügel auf (*Sphenoidale laterale posterius* s. *Alisphenoid* und *Sphenoidale laterale anterius* s. *Orbitosphenoid*). Die vorderen Keilbeinflügel verschmelzen zu einem Stücke oder werden rudimentär, sobald sich die Schädelhöhle reducirt und wenig weit nach vorn erstreckt. Das Schädeldach wird von Deckknochen gebildet. An die Hinterhauptsbeine lagern sich zwei Scheitelknochen (*Ossa parietalia*) an. Vor ihnen liegt das Scheitelbein (*Os frontale principale*), dem zu Seiten sich je ein *Postfrontale* nach hinten bis zum Squamosum erstreckt und mit diesem an einer Gelenkverbindung für das Hyomandibulare (s. unten) Theil nimmt. Die Siebbein- (*Ethmoidal*-) region wird durch einen mittleren (*Ethmoidale medium*) und zwei seitliche Siebbeinknochen (*Ethmoidalia lateralia*) gebildet. Das erstere bleibt häufig knorpelig; die letzteren beiden bilden den Grund der Nasenkapseln. Der Grundfläche dieser Region liegt ein unpaarer Knochen, der *Vomer*, auf, der sich an das Parasphenoid anschliesst und bei *Lepidosteus* paarig auftritt.

Amphibia. Das Primordialcranium ist oft noch gut ausgebildet, doch verschwinden die oberen und unteren Theile desselben häufig. Von den oben besprochenen Knochen verschwindet das *Occipitale basale* und *superius* bis auf

kleine Knorpelstreifen; das *Parasphenoid* ist noch entwickelt, das *Sphenoidale basale* jedoch verschwindet. Die *Occipitalia lateralia* sind stark entwickelt und bilden zwei Gelenkhöcker zur Verbindung mit dem Atlas, während sie nach vorn zu mit den Intercalaren verschmelzen und die inneren Gehörorgantheile begrenzen. In der Ohrgegend ist weiter ein Felsenbein (*Os petrosum*) ausgebildet, welches das Labyrinth nach vorne umgiebt. Von der Orbital- zur Ethmoidalregion führt meist ein ringförmiges Knochenstück (Gürtelbein) über, welches dem Orbitosphenoid der Fische entspricht. — Die *Parietalia* und *Frontalia* sind paarig und verschmelzen bei den Anuren jederseits (*Parieto-Frontale*); auf dieselben folgen nach vorn zwei Nasenbeine (*Ossa nasalia*). An das Parasphenoid schliesst sich ein doppelter *Vomer* an. An der Ohrkapsel tritt nach aussen das ovale Fenster (*Fenestra ovalis*) auf, dem ein vom Zungenbeinbogen stammendes Knochenstäbchen,

Fig. 80. Schädel von Reptilien von oben. A Monitor. B Krokodil. Os Occipitale superius. C Condylus occipitalis. Pa Parietale. Pf Postfrontale. Fr Frontale. Prf Praefrontale. L Lacrymale. Na Nasale. Sq Squamosum. Qj Quadratojugale. Ju Jugale. Q Quadratum. Mx Maxillare. Px Praemaxillare. co Columella (n. GEGENBAUR).

die *Columella* anliegt.

Reptilia und Aves (Fig. 80). In der Occipitalregion treten die vier

Hinterhauptsknochen wie bei den Fischen auf; das basale und die seitlichen Stücke bilden einen Condylus (Gelenkkopf), durch den der Schädel mit dem Atlas articulirt. An der Ohrkapsel kommt zum ovalen Fenster noch ein rundes (*Fenestra rotunda*) hinzu. An das Occipitale laterale schliesst sich jederseits ein Felsenbein (*Os petrosum*) an (vor welchem der Nervus trigeminus austritt), und es verwächst mit dem ersteren das Opisthoticum, das nur bei Schildkröten isolirt bleibt. Das Squamosum liegt meist zwischen Ohrkapsel, Scheitel- und Stirnbein und ragt bei Schlangen weit hervor. Ein Parasphenoid fehlt, die Keilbeinkörper sind vorhanden. Die hinteren und vorderen Keilbeinflügel sind bei den Vögeln entwickelt, bei den Krokodilen nur die hinteren, bei Eidechsen liegen Andeutungen derselben auf einem membranösen Septum zwischen den Augenhöhlen (*Septum interorbitale*). Die *Ethmoidalia lateralia* begrenzen bei den Reptilien die vorderen Ränder der Augenhöhlen, bei den Vögeln verschmelzen sie mit dem *Ethmoidale medium*. Der Vomer ist einfach bei den Vögeln, doppelt bei Reptilien. Nasenbeine fehlen den Schildkröten und einigen Eidechsen. Als neuer Knochen tritt bei Eidechsen, Krokodilen und Vögeln das jederseits ausgebildete Thränenbein (*Os lacrymale*) an das Nasen- und Stirnbein heran und bildet den vorderen Rand der Augenhöhle.

Mammalia. Die vier in der Regel untereinander verwachsenen Occipitalknochen bilden, oft mit Ausschluss des oberen, einen Ring um das Rückenmarkslöcher; das basale bildet mit den seitlichen jederseits einen Hinterhauptcondylus. Die Occipitalia lateralia entsenden bei einigen Säugern lange, seitliche Fortsätze (*Processus paramastoidei*). An die Occipitalia lateralia legt sich das *Petrosum* an (der hintere Theil des *Petrosum* wird als *Pars mastoidea* bezeichnet), welches nach oben mit dem *Squamosum* zusammentritt und mit diesem oft zum Schläfenbein (*Os temporum*) verschmilzt. Auf das hintere Keilbein setzt sich bogenförmig jederseits nach oben der hintere Keilbeinflügel (*Ala temporalis*) und an diesen das Scheitelbein an. Das vordere Keilbein, das übrigens hin und wieder, wie beim Menschen z. B., mit dem hinteren zum sogenannten Keilbeinkörper verschmelzen kann, trägt seitlich die vorderen Keilbeinflügel und diese die Stirnbeine, welche selten verwachsen. Zwischen die Scheitelbeine schiebt sich ein Zwischenknochen (*Interparietale*), welcher hinten an das Occipitale superius stösst und mit diesem (Primaten) sowohl, wie mit den Parietalien verschmelzen kann. In den vorderen, den Nasengaumentheil, ragt der Vomer als Scheidewand vom Keilbein aus hinein; gegen die Schädelkapsel liegt das doppelte Siebbein (*Ethmoidum*), welches an den Durchtrittsstellen der Riechnerven je eine Platte, die Siebplatte (*Lamina cribrosa*) umfasst. Von den Ethmoidstücken springen mehrere lamellöse Fortsätze (Muscheln, *Conchae*) in die Nasenhöhle vor und dienen zur Vergrößerung der Riechfläche. Oben legen sich die Nasenbeine und im vorderen Orbitaltheile die Thränenbeine der Nasenhöhle auf.

Das viscerele Skelet. Es entwickelt sich aus den sogenannten Kiemenbögen des Embryo, aus dem oberen entstehen die Ober- und Unterkiefer, aus dem zweiten der Zungenbeinkörper, aus dem dritten die hinteren Zungenbeinbögen, aus dem vierten u. s. w. die Kiemenbögen der Fische. Von den Spalten, welche diese Bögen zwischen sich lassen, ist z. B. das Spritzloch

der Rochen und Haie und die EUSTACHI'sche Röhre des Menschen ein Rest; pathologisch können die Oberkieferseiten nicht verwachsen (Hasenscharte), ebenso ist eine Nichtverwachsung der Unterkieferbögen nicht selten.

Betrachten wir das viscerele Skelet im Zusammenhang mit den Stücken, die es am Schädeltheile verbinden, so ist es in den Kiefergaumen-, den Zungenbein- und in den Kiemenapparat am besten zu trennen.

Pisces. Bei Amphioxus tritt an Stelle des Kiefergaumengerüstes ein Knorpelring, an welchem sich bei den Cyclostomen weitere Complicationen zeigen. Oben wird der Gaumen durch eine an die Schädelkapsel sich anlegende Knorpelplatte gedeckt, daran schliessen sich zwei hintereinander folgende Mundplatten an; von der ersten derselben verläuft ein Lippenring bogenförmig nach unten und entsendet jederseits einen rückwärts gerichteten Lippenknorpel. Bei den Selachiern (Fig. 84) legt sich an den Schläfenthail der Schädel-

Fig. 84. Schädel und Visceralskelet eines Selachiers (Schema). occ Occipitalregion. la Labyrinthwand. orb Augenhöhle. eth Ethmoidalregion. ni Nasengrube. a Erster, b, c zweiter Lippenknorpel. o Oberer, u unterer Abschnitt des Kieferbogens. I. II Zungenbeinbogen. III—VIII (1.—6.) Kiemenbogen. (Nach GEGENBAUR.)

kapsel ein Kieferstiel (*Hyo-mandibulare*), welcher Unterkiefer und Zungenbein trägt. Der obere Kieferbogen (*Palato-quadratum*) ist mit dem Schädel durch Bänder verbunden und articulirt mit dem unteren Kieferbogen (*u*); gleichzeitig hängen mit Palatoquadratum (*o*) zwei Lippenknorpel (*a*, *b*, *c*) zusammen, von denen der erste klein ist und der zweite, aus zwei Stücken bestehende (*b*, *c*), gegen den Unterkieferbogen geht (der mit II bezeichnete Kiemenbogen ist als Hyo-

mandibulare zu bezeichnen; er verwächst bei den Haien mit dem Unterkiefer). Bei den Ganoiden und Knochenfischen ist das Hyomandibulare stark entwickelt und legt sich an das Squamosum und Postfrontale an, nach unten zu löst sich ein Stück von ihm ab, welches als *Symplecticum* mit dem Zungenbeinbogen zusammentritt. Das Palatoquadratum liefert das *Quadratum*, nach vorn trägt dies das winkelige *Ectopterygoid* (äusseres Flügelbein), von dem aus nach hinten zum Hyomandibulare das *Metapterygoid* (Tympanicum) übertritt, während sich nach innen das *Entopterygoid* erstreckt. Aus dem vorderen Theile des Palatoquadratum geht dann das beweglich am Schädel befestigte *Palatinum* (Gaumenbein) hervor. An das letztere treten die neu sich bildenden Oberkieferknochen jederseits mit dem *Os maxillare* heran, dem sich die vorn zusammenstossenden *Praemaxillaren* hinzufügen. Sie sind nicht immer mit dem Schädel verwachsen, sondern meist beweglich und selbst nach vorn vorstreckbar. Der Unterkiefer setzt sich aus einem vorderen *Os dentale* und einem hinteren *Os articulare* zusammen, dem letzteren liegt nach unten und hinten zu das *Angulare* an, und öfter noch nach oben zu das *Operculare*.

Ausserlich treffen wir am Kopfe der Fische noch den Kiemendeckelapparat (*Operculum*). Bei den Selachiern sind an Stelle desselben einige Knorpelplatten, welche den Zungenbeinbögen als Kiemenstrahlen aufsitzen. Die Störe

zeigen einen grossen Knochen, das *Operculum*, entwickelt, dem sich bei den sonstigen Ganoiden und den Teleostiern noch weitere anschliessen. Zwischen das *Operculum*, *Hyomandibulare* und *Symplecticum* schiebt sich ein *Präoperculum* ein, von dem sich nach hinten das *Sub-* und *Interoperculum* erheben. Das Auge wird von mehreren sogenannten *Infraorbitalknochen* umgeben.

Der Kiemen- und Zungenbeinapparat ist wenig bei *Amphioxus* und den *Cyclostomen* entwickelt. Bei den *Selachiern* und *Stören* ist der Zungenbeinbogen meist mit dem Kieferstiele in Verbindung und trägt eine Reihe nach aussen gestellter Knorpelstrahlen (*Radii branchiostegi*) als Stützen für die äussere Kiemenhaut. Auf diesen Bogen folgen in der Regel fünf Kiemenbögen, welche sich oben am Schädel oder an den vorderen Rückgratstheil anlegen. Bei den *Teleostiern* setzt sich jeder der fünf Bogenarme aus drei Stücken zusammen und tritt ventral an stabförmige Verbindungsstücke (*Copulae*) an, deren vorderstes als Zungenbeinkörper gelten kann. Der letzte Kiemenbogen trägt keine Kiemen, sondern ist mit Zähnen besetzt, welche als obere Schlundknochen bekannt sind.

Amphibia. Auf dem *Palatoquadratum*, welches oft zum Theil knorpelig bleiben kann, treten zwei Deckknochen auf, von denen der obere als *Tympanicum*, der untere als *Pterygoid* zu bezeichnen ist. Vom letzteren erstreckt sich gegen den Vomer zu das flache *Palatinum*. Bei einzelnen *Amphibien* geht vom Unterkiefergelenk das *Jugale* (Jochbein) nach vorne zu ab. Den oberen Rand säumen vorne die *Praemaxillaria*, hinten die *Maxillaria* ein, welche bis an die *Jugalia* zurückreichen. Beim *Unterkiefer* persistirt der primordiale Knorpel (MECKEL'scher Knorpel); ihm legt sich nach hinten und oben das *Articulare*, unten das *Angulare* und vorn das *Dentale* an.

Das Kiemenskelet reducirt sich mehr und mehr. Die *Perennibranchiaten* besitzen noch fünf Paar Kiemenbögen, das vordere Paar repräsentirt den Zungenbeinbogen und legt sich an einen unpaaren stabförmigen ventralen Knochen (*Copula*) an, zu dem hinten die vier anderen Bögen zum Theil vereint herantreten. Bei *Salamandrinen* bleiben zwei Paar Rudimente der Kiemenbögen neben dem Zungenbeinbogen bestehen; bei den *Batrachiern* entsendet der Zungenbeinkörper nach vorn ein Paar Bögen, die Zungenbeinhörner, und nach hinten zu die Reste eines Kiemenbogens.

Reptilia und *Aves* (Fig. 82). Aus dem primitiven *Palatoquadratknorpel* entwickelt sich als hinterer Abschnitt das *Quadratum*, welches bei *Eidechsen*, *Schlangen* und *Vögeln* beweglich am Schädel inserirt. Nach vorn und medial erstreckt sich bei denselben das *Pterygoid*, dem sich das zum Os jugale gehende Verbindungsstück (*Os transversum*) anschliesst. Vorn am *Pterygoid* setzt sich dann das *Palatinum* an, welches sich dem Oberkiefer auflagert. Die *Praemaxillaria* sind vorne meist verschmolzen; die *Maxillaria* sind frei bei *Schlangen* und *Eidechsen* und hier oft sehr stark entwickelt. Das Charakteristische der eben geschilderten Kopfknochen ist ihre Beweglichkeit gegen einander, welche besonders bei den *Schlangen* zu Tage tritt, indem hier der gesammte Knochenapparat nicht allein am Schädel, sondern auch in seinen einzelnen Stücken gegen einander in verschiedenen Richtungen verschoben werden kann. Bei den *Schildkröten* und *Krokodilen* verwachsen die eben geschilderten Knochen

zum Theil unter einander und legen sich plattenförmig an den Schädel an, was zur Bildung eines harten Gaumens und zur Trennung der Mund- und Nasenhöhle führt. Seitlich legen sich an das Quadratum das Quadrat-Jochbein (*Os quadrato-jugale*) mit seiner

Fortsetzung, dem eigentlichen Jochbogen (*Os jugale* s. *zygomatium*); sie können sich dem Oberkiefer direct anschliessen (stabförmig bei den Vögeln, breiter bei den Eidechsen), oder auch noch einen Fortsatz des Postfrontale zwischen sich nehmen (Saurier). Der Jochbogen fehlt den Schlangen.

Der Unterkiefer setzt sich vorn aus den beiden, meist verschmelzenden *Dentalia* zusammen, die bei Schlangen getrennt bleiben und gegen einander verschoben werden können, nach hinten folgt ein *Angulare*, dem sich oft ein *Supraangulare* anschliesst, und ein *Articulare*, welches dem Quadratum eingelenkt ist; zu diesen tritt noch ein *Complementare* hinzu.

Vom Kiemenskelet bleibt nur das Zungenbein übrig; es besteht bei Ophidiern aus zwei Knorpelleisten, die sich vor der Trachea vereinigen, die Saurier

besitzen einen einfachen dünnen Knochen als Körper der Zungenbeins (*Copula* der Fische und Amphibien), an den sich hinten zwei Paar Bögen ansetzen, welche aus ein oder zwei Stücken bestehen; die Krokodile zeigen einen breiten Zungenbeinkörper, dem sich ein Bogenpaar anheftet, welches aus zwei Stücken besteht; die Chelonier haben einen breiten, aus mehreren, oft paarigen Stücken gebildeten Zungenbeinkörper, dem sich zwei Bögen anschliessen. Bei den Vögeln (Fig. 138) verschmilzt der erste Bogen zu dem *Os entoglossum*, welches in die Zunge eingelagert ist, an dasselbe schliesst sich der Zungenbeinkörper (*Copula*) an, der sich nach hinten als Kiel mit einem Doppelstück weiter fortsetzt. An die *Copula* heften sich die oft sehr langen und gegliederten Zungenbeinkörper an, die ihre längste Entwicklung bei den Spechten z. B. erfahren und meist hinten um den Schädel herumziehen.

Fig. 82. Ansicht der Schädelbasis A von Monitor, B von Struthio. Ob Occipitale basilare. C Condylus occipitalis. Ol Occipitale laterale. Spb Sphenoidale basilare. Q Quadratum. Pt Pterygoid. Tr Transversum. Pal Palatinum. V Vomer. Qj Quadratojugale. Ju Jugale. Mx Maxillare. Mr Medialer Fortsatz desselben. Pr Praemaxillare. (Nach GEGENBAUR.)

Fig. 83. Zungenbeinapparat des Haushuhnes. 1 Zungenbeinkörper (*Copula*). 2 *Os entoglossum*. 3 Kiel. 4 Vorderes, 5 hinteres Glied des Zungenbeinhornes (n. GEGENBAUR).

Mammalia. Das Quadratum ist bei den Säugern zum *Ambos* (*Incus*) der Gehörknöchelchen geworden. Die *Pterygoidea* liegen dem Basissphenoid an und umgeben seitlich die Choanen, unter denen sie sich auch noch nach der Medianen zu erstrecken und mit einander in Zusammenhang treten können (beim Menschen bilden sie am Keilbein die *Processus pterygoidei*, welche jederseits zweiblättrig nach unten vom Keilbeinkörper vorspringen); vielfach verwachsen sie mit der Schädelbasis. Die *Palatina* umfassen hinten und unten die Choanen und bilden den letzten Abschnitt des harten Gaumens. Vom Squamosum geht ein Fortsatz aus, an welchen sich bogenförmig das *Os jugale* s. *zygomaticum* ansetzt; es verbindet sich oft mit einem Stirnbeinfortsatz, und nach vorne zu mit dem Oberkiefer. Es fehlt selten (*Monotremen*, *Sorex*). — Der Oberkiefer ist jederseits gross und kräftig entwickelt. Die Zwischenkiefer verwachsen meist mit einander, bei den Affen und dem Menschen (schon im Embryonalleben) auch mit den Maxillen, wodurch das verkürzte Gesicht entsteht; sie fehlen nie, werden aber rudimentär bei den Edentaten. — Der Unterkiefer besteht nur aus zwei Knochenspannen, die vorne in der Mitte verwachsen können und zwischen den Jochbogen und den Schädel einen Fortsatz, den *Processus coronoideus*, entsenden, welcher bei *Monotremen*, *Edentaten* und *Cetaceen* fehlt. Der hintere Fortsatz des Unterkiefers, der *Processus condyloideus*, bildet den Gelenkkopf und legt sich in die am Schuppenbeinfortsatz befindliche Pfanne. Aus dem primitiven Unterkieferknorpel gehen an Stelle des Articulare das als Hammer (*Malleus*) bezeichnete Ohrknöchelchen hervor, an das sich der MECKEL'sche Knorpel anschliesst und bald verschwindet. An der Aussenfläche des letzteren entsteht als Belegknochen das *Dentale*.

Das Zungenbein besteht aus einem einfachen Körper, dem sich zwei Hörner anlagern, von denen das vordere das grössere ist und sich aus drei Gliedern zusammensetzt; das mittlere dieser Glieder ist als Ligament ausgebildet und das hintere legt sich an das *Os petrosum* an und kann selbst (Mensch, Orang) mit diesem verschmelzen. Die hinteren Hörner sind einfach, fehlen einigen Nagern und den Edentaten und treten an den Schildknorpel des Kehlkopfes heran.

2) Extremitätenskelet.

Die Gliedmaassen. Am Körper der Wirbelthiere treten Anhänge und Fortsätze auf, die von oft bedeutend modificirtem Integumente überkleidet werden und sich im Inneren als von Skeletstücken (die nicht zur Wirbelsäule gehören), sowie von Muskeln, Nerven und Blutgefässen zusammengesetzt zeigen — es sind die Gliedmaassen, welche zur Vorwärtsbewegung des Körpers dienen. Sie sind je nach der Widerstandsfläche, die sich ihnen darbietet, flächenförmig (Flossen, Flügel) oder säulenförmig (Beine) gebaut; als Flossen sind sie hin und wieder unpaar, als Flügel und Beine stets paarig entwickelt. Zur Unterstützung der Functionen, welche die Gliedmaassen auszuüben haben, kann noch der Schwanz in verschiedenster Weise herangezogen werden.

Die unpaaren Flossen entwickeln sich aus einem Hautsaume, welcher den Körper in der Verticalebene vom Kopfe zum After continuirlich umzieht.

In diesem Hautsaume treten bei Fischen feste Stützen auf, die sich zwischen die Leibesmusculatur fortsetzen und durch Bänder an die Fortsätze der Wirbelsäule anheften. Gehen einzelne Abschnitte des Saumes zu Grunde, so entstehen getrennte Flossen, welche als Rücken-, Schwanz- und Afterflossen unterschieden werden. Sie dienen als Steuer- und Balancirapparat, doch kann auch der Schwanz als Locomotionsorgan functioniren. Bei den Amphibien bleibt der Rückenbauchsaum häutig und kommt dauernd nur den Coecilien, sonst den Larven zu. Bei den Reptilien kommen noch Andeutungen vor, meist fehlt jedoch der Hautsaum vollständig, ebenso den Vögeln und Säugern.

Die paarigen Gliedmaassen, die als Flossen (Brust- und Bauchflossenpaar), Flügel und Beine ausgebildet sind, stellen die eigentlichen Locomotionsapparate dar. An einem jeden Extremitätenpaare lassen sich unterscheiden Extremitätengürtel und Extremitätenendstück, dazwischen schiebt sich bei den Amphibien bis Säugern ein dritter Theil, der Extremitätenstiel ein.

Man hat neuerdings versucht, die paarigen Flossen der Fische und die Extremitäten der höheren Wirbelthiere zu homologisiren und als aus dem Kiemenskelet entstanden zu erklären. Die Kiemenbögen der Selachier (Fig. 84)

Fig. 84. Schemata zur Erläuterung des Extremitätenskeletes mit jenem der Kiemen. *a, b, c, d* Kiemenbögen von Selachiern. *e* Archipterygiumform. (Nach GEGENBAUR.)

sind mit Knorpelspangen besetzt, welche sich nach und nach gegen die mittlere, stärker entwickelte zu lagern, wodurch endlich eine Form erreicht wird, welche der Urform des Flossenskeletes, dem sogenannten *Archipterygium*, entspricht. Dasselbe zeigt an dem Extremitätengürtel einen Hauptstrahl ausgebildet, gegen welchen sich beiderseits eine Anzahl von Nebenstrahlen anlagern. Die hinteren Extremitäten sollen nun Wanderungen nach rückwärts angetreten und so endlich im Sacraltheile der Wirbelsäule einen Ruhepunkt gefunden haben.

a) Vordere Extremität.

Brustgürtel. Bei den Selachiern ist der Brustgürtel als ein hinter dem Kiemenskelet gelegener, unten geschlossener Knorpelbogen entwickelt, der nicht am Schädel inserirt. Bei den Ganoiden trennt sich der Bogen in zwei Hälften und liefert damit die Grundform des später knöchernen Schultergürtels; es treten secundäre Hautknochen (beim Stör z. B.) an die Knorpelbögen heran, von denen der mittlere als Schlüsselbein (*Clavicula*), der

untere als *Infraclavícula*, und zwei obere als *Supraclavicularia* gedeutet werden. Bei Knochenganoiden und Teleostiern (Fig. 85) verschwindet die *Infraclavícula* und die *Claviculae* stellen sich als lange, bogenförmige, nach vorne spitz sich zusammenlegende Knochen dar; der primitive Knorpelgürtel verschwindet und beginnt zu ossificiren, wodurch zwei hinter den *Claviculae* gelagerte Knochen, das Schulterblatt (*Scapula*) und Rabenbein (*Coracoideum*), entstehen. Die *Clavicula* verbindet sich durch die beiden *Supraclavicularien* mit dem *Squamosum* und *Occipitale superius* des Schädels.

Amphibia. Die *Clavicula* kommt allein den Anuren als ein Deckknochen des *Procoracoids* zu. Der Schultergürtel der Urodelen ossificirt nur in der Umgebung der Gelenkpfanne des Oberschenkelknochens. Die *Suprascapula*, welche das Endstück der *Scapula* darstellt, bleibt meist knorpelig. Die letztere ist in der Regel knöchern und setzt sich an das ventral zum Sternum tretende *Coracoid* und *Procoracoid* an, von denen das erstere, nach hinten zu gelegene, selbständig verknöchert.

Reptilia. Dem dorsal gelegenen Schulterblatt, welchem noch eine knorpelige *Suprascapula* angefügt sein kann, legt sich ventral nach vorn das *Procoracoid*, nach hinten das *Coracoid* an. Das erstere fehlt den Krokodilen, direct mit der *Scapula* verbunden ist es bei den Cheloniern, wo das *Coracoid* an ihm durch ein Ligament befestigt ist. Eine *Clavicula* fehlt den Cheloniern, Krokodilen, Chamäleonten und Sauropterygiern, sonst setzt sie sich einem Fortsatz (*Acromion*) der *Scapula* an und verbindet diese mit dem Episternum.

Aves. Die *Scapula* ist lang und schmal, sie liegt parallel zur Wirbelsäule auf den Rippen und verbindet sich nach vorn mit dem *Coracoid*. Die *Coracoide* sind stark und treten mit einer breiten Gelenkfläche an den Vorderrand des Sternums. Die *Claviculae* verschmelzen median mit einander zur sogenannten *Furcula*, welche sich oben an die *Scapula*, unten an die *Crista sterni* anlegt, einigen Vögeln vollständig fehlt oder durch Ligamente vertreten sein kann.

Mammalia. Der Schultergürtel besteht aus dem jederseitigen Schulterblatte, welches sich als meist dreieckiger, platter Knochen den Rippen auflagert, die Dreiecksspitze ist nach vorne, die Basis nach der Wirbelsäule zu gerichtet, von der Spitze zur Basis erstreckt sich eine senkrechte Leiste (*Spina scapulae*), die vorne das Schultergelenk mit einem Fortsatze, dem *Acromion*, überragt. Eine *Clavicula* ist meist vorhanden, sie fehlt den Katzen, wo sie durch ein Ligament vertreten wird, den Walen und Ungulaten. Meist verbindet sie *Scapula* und Sternum. — Ein *Coracoid* besitzen nur die Monotremen, bei den übrigen Säugern verschmilzt es mit der *Scapula* und bildet den *Processus*

Fig. 85. Rechte Brustgürtelhälfte und Brustflosse von *Gadus*. *c* *Clavicula*. *a b* *Supraclavicularia*. *d* *Accessorisches Stück*. *e* *Coracoid*. *f* *Scapula*. *g* *Basale der Flosse*. *h* *Strahlen des secundären Flossenskelets*. (Nach GEGENBAUR.)

coracoides; bei einzelnen Nagern persistirt das Sternalende des *Coracoides* als Knorpelansatz am vorderen Sternum.

Extremitätenstiel und -endstück. Die primitive Form der Extremität ist schon im *Archipterygium* geschildert. Der Stiel desselben besteht aus gegliederten Knorpelstäben, und in gleicher Weise sind auch die als Endstücke aufzufassenden Radien knorpelig und gegliedert. Das *Archipterygium* lenkt sich am Schultergürtel ein, welcher gleichfalls mit Radien besetzt sein kann. Die Flosse von *Ceratodus* stellt sich als ein beiderseits mit gegliederten Radien besetzter Flossenstamm dar; die Radien fehlen am Schultergürtel. Bei den *Dipneumoniden* vereinfacht sich die Extremität auf einen gegliederten Flossenstrahl (Stammreihe), der einer einfachen Extremitätenachse angeheftet ist. Die *Selachier* (Fig. 86) zeigen nur einseitig (lateral) eine grosse Anzahl von Strahlen entwickelt, während auf der entgegengesetzten Seite der Stammreihe wenige ausgebildet sind.

Fig. 86. Brustflossenskelet von *Acanthias vulgaris*. *p* Basale des *Propterygiums*, *mt* des *Metapterygiums*. *B* medialer Flossenrand. Die durch *mt* gezogene Linie deutet die Stammreihe des *Archipterygiums* an. Die punktierten Linien entsprechen den Radien, die grösstentheils lateral (*RE*) und nur in Rudimenten auch medial (*R'*) angeordnet sind. (Nach GEGENBAUR).

Neben dem *Archipterygium* sind noch weitere Knorpelplatten (*Meta-, Meso- und Propterygium*) angelagert, die sich ebenfalls dem Schultergürtel verbinden und nach aussen mit Strahlen besetzt sind. Das *Metapterygium* entspricht dem *Archipterygium*, die beiden nebenliegenden sind aus den direct dem Schultergürtel anliegenden Strahlen hervorgegangen. — Das Flossenskelet der *Ganoiden* hat sich durch Reduction der Radien sehr vereinfacht, welche Vereinfachung bei den *Teleostiern* noch weiter geht und hier schliesslich nur noch einige (4—5) Basalglieder unterscheiden lässt, mit denen sich die Flosse dem Schultergürtel anheftet (vergl. Fig. 85g).

Bei dem der *Lias* angehörenden *Plesiosaurus* und *Ichthyosaurus* trennt sich ein Basalstück (Oberarmknochen, *Humerus*) von den folgenden, welche bei *Ichthyosaurus* in mehreren Reihen sich ansetzen, beim *Plesiosaurus* jedoch zunächst als zwei Platten dem *Humerus* angefügt sind, und erst an diese den Unterarmknochen (*Ulna*

und *Radius*) entsprechenden Stücke setzen sich zwei Reihen quer gestellter kurzer Knochenstücke (10) an, die als *Carpalia* zu deuten sind und welche die Basis für die fünf Finger abgeben.

Amphibia. An der Verbindungsstelle von *Scapula* und *Coracoid* setzt sich mit einem Gelenkkopf der Oberarmknochen (*Humerus*) dem Schultergürtel an. Der Vorderarm besteht aus dem nach innen liegenden Stücke, der Elle (*Ulna*), und der äusseren Speiche (*Radius*); bei den Anuren verschmelzen sie mit einander. Von den Handwurzelknochen (*Carpalia*) liegen in der oberen Reihe bei *Urodelen* drei, von denen die äusseren *Ulna* und *Radius* entsprechen, das mittlere (*Intermedium*) verschmilzt bei *Salamandrin*en mit dem ulnaren und fehlt bei den Anuren. Zwischen diesen und der unteren Reihe

liegt noch ein centrales Stück, welches dem Proteus fehlt und bei Anuren an den Radialrand rückt. Die zweite Carpalreihe besteht aus fünf Stücken (Anuren); die zwei oder drei ulnar gelegenen verschmelzen häufig. Den Urodelen fehlt das am Radialrand gelegene, mit dem zugehörigen Finger. Proteus besitzt nur ein dem dritten und vierten entsprechendes Stück. — Die Fingerglieder (*Phalanges*) sind die äussersten Endstücke der Extremitäten. Vier Finger sind bei Anuren, drei bei Proteus entwickelt.

Reptilia. Humerus, Ulna und Radius bilden die Armknochen. Die Carpalstücke sind in der Neunzahl bei Schildkröten entwickelt, denen auch fünf Finger zukommen. Bei Eidechsen verschmelzen zwei Knochen der oberen drei Carpalien. Die Krokodile besitzen auch in der zweiten Reihe nur drei. Die Zahl der Finger kann auf drei und zwei herabsinken.

Fig. 87. Armskelet von *Ciconia alba*. *h* Humerus. *u* Ulna. *r* Radius. *c c'* Carpus, *m* Metacarpus. *p p' p''* Phalangen des 1.—3. Fingers. (Nach GEGENBAUR.)

Aves. Die Ulna des Unterarms (Fig. 87) ist stärker denn der Radius entwickelt. Von den Carpalien bestehen bloss zwei fort, an welche sich zwei Zwischenhandknochen (*Ossa metacarpi*) anlegen, die an ihren Enden verwachsen sind und den zweiten und dritten Finger tragen, welche aus zwei und einer Phalange gebildet werden; der erste Finger liegt an der Basis des Metacarpus und ist sein Metacarpalknochen mit den beiden anderen verschmolzen.

Mammalia. Der verschieden lange Humerus setzt sich mit einem starken Gelenkkopf der Scapula an. Ulna und Radius können getrennt bleiben, und meist wird der Radius zum Hauptknochen des Unterarms. Die Ulna, welche an ihrem oberen Ende einen Fortsatz, das *Olecranon*, besitzt, wird rudimentär bei den Ungulaten, ihr unteres Ende wird dünn und verschmilzt mit dem Radius. Die Handwurzelknochen (Fig. 88) ordnen sich in zwei Reihen, von denen die obere meist drei, die untere vier enthält. Zwischen beide schiebt sich (bei Affen z. B.) noch ein Centralstück ein. Durch Verschmelzung zweier Knochen kommen in der oberen Reihe vielfach nur zwei Carpalien zur Ausbildung. Auch in der zweiten Reihe treten bei Hufthieren durch Verschmelzung der Ulnaren nur drei Stücke auf. Den Carpalien angelagert ist ein accessorischer Knochen, das Erbsenbein (*Os pisiforme*). Die Bezeichnung der Carpalknochen, von innen angefangen, ist folgende: oben 1. Scaphoid, 2. Lunare, 3. Triquetrum, — unten 4. Trapezium, 5. Trapezoid, 6. Capitulatum, 7. Hamatum, 8. Pisiforme. — Die Finger sind ursprünglich in der Fünzfahl vorhanden, sie setzen sich durch längere Metacarpalien an die Carpalien an. Die Phalangenzahl ist beim ersten Finger (Daumen) zwei, bei den übrigen in der Regel drei. 1—4 dieser Finger können mitsamt den Phalangen verküm-

mern, so dass schliesslich wie beim Pferd nur der 3. übrig geblieben ist, dessen Metacarpalglieder sich noch die Rudimente des 2. und 4. als sogenannte Griffel

Fig. 88. Handskelete von Säugethieren. I Mensch. II Hund. III Schwein. IV Rind. V Tapir. VI Pferd.
r Radius. u Ulna. a Scaphoid. b Lunare. c Triquetrum. d Trapezium. e Trapezoid. f Capitatum.
g Hamatum. p Pisiforme. (Nach GROENBAUM.)

anlegen. Zuerst verschwindet der 4., dann der 5., darauf der 4., und endlich auch der 2.

b) Hintere Extremität.

Beckengürtel. Dem Schultergürtel homolog entwickelt sich in der hinteren Bauchregion des Wirbelthieres der Beckengürtel, der sich jederseits aus drei Stücken aufbaut, welche ihre Selbständigkeit bewahren oder mit einander in verschiedener Weise verwachsen können. Er entwickelt sich bei Selachiern primär auch aus einem einfachen Knorpelstücke. Bei den übrigen Fischen lagern sich zwei Knochenstücke zu einem Beckenrudimente aneinander, ohne mit der Wirbelsäule in feste Verbindung zu treten. Ihre Lagerung am Körper kann sehr verschieden sein, sie können neben oder selbst vor die Brustflosse rücken und mit dem Schultergürtel Verbindungen eingehen.

Amphibia. Eine Anlagerung des Beckengürtels an die Wirbelsäule erfolgt allgemein. Zwei Knochenstücke, die Darmbeine (*Ossa ilii*), verbinden sich mit derselben und lassen nach unten zu ein weiteres Knochenstück unterscheiden, das einem Sitzbeine (*Os ischiū*) entspricht und auch wohl als Scham-sitzbein aufgefasst wird. Bei den Anuren ist das jederseitige Ilium lang und die Scham-Sitzbeine zu einer flachen Scheibe verschmolzen. Auf der Grenze zwischen Ilium und *Os ischiū* articuliert der Oberschenkelknochen.

Reptilia. Das Ilium (Fig. 89) ist ähnlich der Scapula entwickelt und seine Lagerung ist so nach vorn gerichtet, dass seine Beckenverbindung hinter der Gelenkpfanne (*Acetabulum*) gelegen ist. Nach hinten erstreckt sich das *Os*

ischii, welches allein dem Ilium mit zwei Fortsätzen angelagert sein kann und dann am vorderen Fortsatz das nach vorn gerichtete Schambein (*Os pubis*) trägt (Krokodile). Oder Ilium, *Os ischii* und *Os pubis* vereinigen sich in einem Punkte und bilden hier gemeinschaftlich die Gelenkpfanne. Scham- und Sitzbeine stoßen in der Mediane des Körpers zusammen, sie bilden dadurch jederseitig eine rundliche Oeffnung (*Foramen obturatorium*), welche durch Ausbildung eines medianen Knorpels zwischen den Scham- und Sitzbeinen noch vervollständigt wird. Bei einigen Sauriern kann sich dieser Knorpel weiter nach hinten erstrecken, verknöchern und das *Os cloacae* zur Insertion der Cloakenmuskulatur bilden.

Fig. 89. Linksseitige Ansicht des Beckens von Monitor. *Il* Darmbein. *Is* Sitzbein. *P* Schambein. *a* Hinteres Ende des Darmbeines. *b* Vorderer Höcker desselben. (Nach GEGENBAUR.)

Aves. Das Ilium legt sich weit nach hinten und mit einem vorderen Fortsatze auch nach vorn von dem Acetabulum an die Wirbelsäule an, oft bis über die hinteren Rippen hinaus. Von der durchbrochenen Gelenkpfanne aus gehen die Sitzbeine nach hinten und verwachsen häufig mit den Darmbeinen an ihrer Innenfläche. Die Schambeine sind dünn, schlank und legen sich vorn an die Sitzbeine an, um dann auch nach hinten zu verlaufen. Hinten vereinigen sie sich meist wieder mit dem Sitzbein und bilden die *Foramina obturatoria*. Bei den Straussen treten ihre sonst freien Enden mit einander in Verbindung.

Mammalia. Das Ilium liegt nach vorn vom Acetabulum, umgekehrt wie bei den Vögeln. *Os ischii* und *Os pubis* verwachsen meist fest mit dem Ilium. Auch das *Os ischii* kann an die Wirbelsäule herantreten. Median sind die Schambeine, seltener auch die Sitzbeine durch eine Symphyse verbunden, welche Verbindung nur einigen Insectivoren fehlt (Maulwurf und Fledermaus z. B.). Vor den Schambeinen liegen bei Monotremen und Marsupialen ein Paar längliche Knochen, die Beutelknochen, welche zur Stütze des Beutels dienen.

Fehlt die hintere Extremität, so erfolgt dadurch auch eine Reduction des Beckens. Die Schlangen zeigen die Darmbeine nur als zwei kleine Knochenstäbchen in der Muskelmasse entwickelt, ebenso finden sich bei den Walen nur zwei Knochenrudimente als Beckenstücke vor.

An dem Brust- und Beckengürtel entsprechen sich: Scapula — *Os ilium*, Clavicula — *Os pubis*, Coracoid — *Os ischii*.

Extremitäten-Stiel und -Endstück. Die hintere Extremität erscheint in ihren einzelnen Theilen als ein Homologon der vorderen. Bei den Fischen kann dieselbe häufig fehlen, Lepidosiren besitzen wie an der Vorderextremität nur einen Strahl. Bei den Teleostiern kann sich die Anzahl der Basalien gegen die der Vorderextremität reduciren. Aeusserlich setzt sich wie bei der Brustflosse eine breite, dem Integument entstammende Flosse an. Auch die Hinterextremität lässt sich in ihrem Stieltheile aus dem Archipterygium ableiten (Metapterygium). Dem Humerus entspricht ganz allgemein der

Oberschenkelknochen (Femur). An ihn schliessen sich, Radius und Ulna entsprechend, das Schienbein (*Tibia*) und Wadenbein (*Fibula*) an. Am Fusse sind Tarsus, Metatarsus und Phalangen zu unterscheiden (Hand: Carpus, Metacarpus und Phalangen). Der Tarsus setzt sich ursprünglich auch aus zehn Stücken zusammen.

1. Reihe: Fibulare, Intermedium, Tibiale — dazwischen: zwei Centralia.

2. Reihe: fünf distale Tarsalien.

Der Metatarsus besteht aus fünf längeren Gliedern, denen sich die Phalangen 2—5 ansetzen.

Amphibia. Meist entwickeln sich fünf Zehen, denen sich noch das Rudiment einer sechsten zugesellen kann. Bei *Menobranchus* geht das fünfte Tarsale mit dem zugehörigen Finger verloren; bei *Proteus* bleibt nur eine Phalange bestehen. Bei den Anuren sind die beiden Unterschenkelknochen verschmolzen, das fibulare und tibiale Tarsalstück lang ausgezogen und oben und unten mit einander verwachsen; sie werden als *Calcaneus* und *Astragalus* bezeichnet, das Intermedium fehlt. Von den distalen Tarsalien sind nur die drei inneren erhalten, zwei derselben auch häufig noch verschmolzen. Die Fingerzahl ist fünf.

Reptilia und Aves. Bei Ophidiern sind von der Hinterextremität nur kleine Rudimente erhalten. Die *Tibia* ist meist stärker entwickelt als die *Fibula*. Die erste Reihe der Tarsalien verschmilzt und bildet eine feste Anlage-

rung an die *Tibia* und *Fibula*; bei Krokodilen, Cheloniern und Chamäleonten bleiben zwei bestehen. In der distalen Reihe bleiben bei Cheloniern vier bis fünf Knochen, bei den übrigen Reptilien tritt eine Reduction ein. Beim Vogel (Fig. 90) wird die *Fibula* rudimentär; der *Tibia* schliesst sich der sogenannte Lauf an, welcher aus den unter einander verschmolzenen Tarsal-Metatarsalstücken gebildet wird. Die obere Tarsalreihe verschmilzt mit der *Tibia* und bildet ihren Gelenkkopf, die untere mit dem Metatarsus, und zwischen beiden entwickelt sich das bei Reptilien schon angedeutete Fussgelenk (Tarso-Tarsalgelenk).

Die Zehen sind bei Reptilien meist in der Fünzfahl, bei Vögeln in der Vier-, Drei- und Zweifahl vorhanden. Die Zahl der Phalangenglieder ist bei Reptilien an der ersten Zehe zwei und steigt bis auf vier bei der vierten, die fünfte erhält dann wieder zwei Phalangen. Bei Vögeln mit drei Zehen hat die äussere fünf, die mittlere vier, die innere drei und eine event. vierte Zehe zwei Glieder.

Mammalia. Das Femur ist im Verhältniss zum Unterschenkel verschieden lang, kurz bei Carnivoren und Ungulaten, lang z. B. beim Menschen entwickelt. Der Gelenkkopf sitzt auf einem abstehenden Halse, unter dem

meist zwei Muskelansätze (*Trochanteren*) liegen, zu denen bei Perissodactylen und einigen Nagern noch ein dritter hinzukommt. Am unteren Ende des

Fig. 90. Hintere Extremität von *Buteo vulgaris*. a Femur. b Tibia. b' Fibula. c Tarso-Metatarsus. c' Dasselbe Stück isolirt von vorne gesehen. d d' d'' d''' Vier Zehen (n. GEGENBAUR).

Femurs liegt das Gelenk für das Knie, an welches sich meist nur die Tibia ansetzt und auf welchem ein in der Strecksehne des Unterschenkels liegendes Sesambein, die Kniescheibe (*Patella*) aufliegt. Die Fibula wird oft rudimentär, in der unteren Hälfte bei Einhufern, in der oberen bei Wiederkäuern. Verwachsungen von Tibia und Fibula kommen bei Nagern und Insectivoren vor. Der Tarsus schliesst sich mit zwei Stücken dem Unterschenkel an. Der eine (*Astragalus*) bildet das Sprunggelenk, am anderen (*Calcaneus*) ist ein rückwärts gerichteter Fortsatz entwickelt. Ein Centrale ist als *Os naviculare* erhalten und rückt an den Innenrand. Die distale Reihe besteht aus den drei nach innen liegenden Tarsalien (*Sphenoidea tarsi*), denen sich das verschmolzene vierte und fünfte als *Cuboideum* anreihet. Die Zehen verhalten sich in ihrer Entwicklung und Reduction genau wie die Finger.

Als accessorische Knochen sind dem Tarsus und Carpus die sogenannten Sesambeine eigen, welche in den Strecksehnen der Zehen in verschiedener Zahl und Lagerung entwickelt sind.

3) Zahnskelet.

Die wahren Zähne entwickeln sich aus der Mundschleimhaut und gehen aus der Bindegewebsschicht und dem Epithel derselben hervor. Bei den Selachiern entwickeln sie sich genau wie die Hautzähne (vergl. S. 148). Auch die Zähne der höheren Wirbelthiere (Fig. 91) sind nur als Hautknochen zu betrachten. Auf einer bindegewebigen Zahnpapille entwickelt sich das Zahnbein, welches von Epithelzellen ausgeschieden wird; dem Zahnbein wird dann eine äussere feste Hülle, der Schmelz, aus einer weiteren Epithelschicht, dem Schmelzorgan, aufgelagert. Die Papille bleibt als gefäss- und nervenreiches Gebilde in dem sogenannten Wurzeltheile des Zahnes bestehen. Abgeworfene Zähne werden bei Fischen stets durch neue ersetzt, während bei höheren Wirbelthieren ein regelmässiger und beschränkter Zahnwechsel stattfindet. Bei vielen Säugern wechseln meist nur die Vorderzähne und vorderen Backzähne (*Praemolares*), welche in ihrer ersten Ausbildung als Milchgebiss bezeichnet werden.

Die Fische können an allen Kopfknochen aufgesetzte Hautzähne tragen (Kiefer, Gaumen- und Keilbeine, Vomer, Zungenbein und Kiemenbögen können bezahnt sein). Bei den Amphibien tragen ausser den Kiefern meist noch die Gaumenbeine und der Vomer einen Zahnbesatz. Bei Schlangen sind noch Gaumenbein und Pterygoid bezahnt, während bei Krokodilen und Säugern nur die Kiefer zahntragend sind. — Die Hautzähne der Fische sind nur mit Bindegewebe den Knochen angefügt und auf diesen frei beweglich; die der Amphibien wachsen mit der Basis dem Knochen auf; bei Reptilien ist das Verhältniss entweder wie bei den Amphibien, oder die Zähne setzen sich mit einem unteren

Fig. 91. Schema für die Anlage der Zähne. Von der Epithelschicht senkt sich ein Fortsatz in die Schleimhaut, und bildet über je einer Papille (*p*) ein Schmelzorgan *e*. (Nach GEGENBAUR.)

Fortsatz in eine Höhlung der Kiefer fort (Krokodile u. a.). Bei den Säugern senkt sich eine Epithelwucherung in den Kiefer selbst ein und bildet hier das Zahnsäckchen, in dem sich in der oben angedeuteten Weise ein Zahn entwickelt. Das Säckchen entspricht also der Papille und dem Epithelüberzuge eines Hautzahnes, hat sich jedoch von der Schleimhaut des Kiefers abgelöst und eine Selbständigkeit im Innern des letzteren gewonnen. Mit Verlust des Zahnsäckchens hört auch die Zahnbildung und gleichzeitig eine weitere Entwicklung des betreffenden Kieferstückes auf.

Bei den Säugern haben sich verschiedene Formen der Zähne allmählich entwickelt. Ganz fehlt ein Gebiss bei Monotremen, Bartenwalen und Edentaten. Die Delphine besitzen nur eine Form der Zähne. Die Zähne der übrigen Säuger lassen sich trennen in solche mit beschränktem und solche mit unbeschränktem Wachsthum. Die mit beschränktem Wachsthum bestehen aus einer mit Schmelz überzogenen Krone, welche sich mit einem Halse (*Cervix*) an eine im Kiefer steckende, ein- oder mehrtheilige Wurzel befestigt zeigt (die äussere Schicht der Wurzel wird als Cementschicht bezeichnet). Einfache Zähne haben eine Krone mit glattem Schmelzbelag; schmelzfaltige sind diejenigen, deren Schmelz sich in Falten in die Zahnsubstanz erstreckt, wobei dieselben mit Cement ausgefüllt sein können; zusammengesetzte oder blätterige Zähne bestehen aus einzelnen, mit Schmelz überzogenen und durch Cement verbundenen Lamellen. Bei den unbeschränkt wachsenden Zähnen, z. B. Zähnen der Nager, ist der untere Theil des Zahnes nicht wie bei den oben besprochenen geschlossen, sondern wächst weiter und schleift sich der an seiner freien Fläche nicht mit Schmelz überkleidete Zahn diesem Wachsthum entsprechend ab (bei den Nagezähnen der Nager liegt nur an der Vorderfläche eine dicke Schmelzschicht). Nach der Stellung der Zähne im Oberkiefer unterscheidet man: Schneidezähne (*Dentes incisores*), welche im Zwischenkiefer eingekeilt sind und meist gewechselt werden, Eckzähne (*Dentes canini* s. *angulares*), welche sich auf der Grenze von Prämaxille und Maxille einschieben, Backzähne (*Dentes molares*), von denen die vorderen (*Praemolares*) gewechselt und den hinteren eigentlichen Molaren gegenübergestellt werden. Bei Katzen und anderen Fleischfressern unterscheidet man zwei scharfkantige Backzähne als Fleischzähne (*Dentes lacerantes*), die vor ihnen stehenden als Lückzähne (*Dentes molares spurii*), die ihnen folgenden als Kauzähne (*Dentes tuberculati*). Beim Elephant, Narwal, Walross u. a. sind die Eckzähne als Stosszähne mächtig entwickelt. — Die Zähne des Unterkiefers erhalten die analoge Bezeichnung wie die mit ihnen der Lage nach correspondirenden Zähne des Oberkiefers. (Ueber Zahnbildung s. Entwicklungsgesch.: Verdauungsapparat.)

H. Der Muskelapparat.

Das Plasma der Zelle zeigt Bewegungen, welche der Ausdruck der Zellernährung und -Theilung sind; bei einzelligen Organismen bemerkt man diese Plasmabewegungen auch äusserlich daran, dass die Zelle ihre Form verändert. Eine Amöbe streckt ihre Pseudopodien aus und auf einen äusseren Reiz zieht sie dieselben wieder ein und wird zu einem kugeligen Körper; eine

einzellige Vorticelle sitzt einem langen Muskelstielchen auf, der als Fortsatz ihres Leibes gedeutet werden kann — gewissermaassen eine modificirte Pseudopodie — und durch dessen Contractionen sie sich zurückzieht. Es ist in diesen Fällen die Leibessubstanz contractil und es kommt nicht zu Bewegungsapparaten, welche von dem Zellinhalt getrennt sind. So ist es bei allen Protozoen, anders bei den folgenden Gruppen des Thierreichs.

Coelenterata. Der vielzellige Körper der Coelenteraten hat einen vielfach eigenen Bewegungsapparat, der sich in dem Vorhandensein von Muskelzellen kund giebt. Den Spongien fehlen diese Muskelzellen wohl vollständig, jedoch sind sie klarer schon bei Hydromedusen ausgebildet. Bei der Hydra (Fig. 92) z. B. setzen sich an die Ectodermzellen nach innen zu Fortsätze an, welche zusammen eine mittlere Schicht, die Stützlamelle, bilden. Die Fasern laufen parallel zur Hauptachse des Körpers und besitzen die Fähigkeit, sich in dieser Richtung zu contrahiren. Da nun die Ectodermzellen der Ausgangspunkt der Fasern sind und dieselben — wie ein primitives Nervensystem — äussere Reize auf dieselben fortleiten, so hat man diese Zellen als Neuromuskelzellen bezeichnet. Man findet diese Schicht mächtig entwickelt in dem Stamme der Siphonophorenstöcke. Bei den Medusen liegt sie auf der unteren Fläche, wo sie die *Subumbrella* darstellt. Sie setzt sich dann auf das ringförmig vom Rande einspringende *Velum* fort, sowie in die randständigen Tentakeln. Durch ihre Contraction wird das Wasser aus dem Glockentheile gepresst und der Körper schiesst nach vorwärts. Die Anthozoen zeigen die Musculatur noch höher entwickelt; hier bildet sie die Fusssohle der Actinien, umspannt den Körper und seine Fortsätze mit Längs- und Ringfasern und setzt sich weiterhin oft um das Gastralsystem herum fort.

Fig. 92. Neuromuskelzellen von Hydra.
n Fortsätze der Zellen. m Contractile
Fasern. (Nach KLEINENBERG.)

Echinodermata. Wie schon beim Integumente erwähnt wurde, bildet die Musculatur mit dieser Schicht eine Art Hautmuskelschlauch. Am entwickeltsten ist das Muskelsystem bei den Holothuriern, wo es als fünf starke Längsfaserbündel am oralen Kalkring inserirt und den Körper durchzieht; daneben findet sich eine schwächere Schicht von Ringmuskelfasern. Bei den Asteroideen und Crinoiden liegt die Musculatur in kleinen Bündeln zwischen je zwei Skeletstücken der Arme. Die Echiniden zeigen nur am Kauapparat eine starke und unter dem Integument eine schwache Musculatur, letztere zur Bewegung der Stacheln, Pedicellarien und anderer Fortsätze dienend.

Vermes. Auch bei den Würmern ist die Musculatur eng mit dem Integumente zu einer oft sehr beträchtlichen Hüllschicht verbunden. In drei Richtungen, als Ring-, Längs- und Radiärfasern, durchziehen Muskelstreifen die Wurmkörper. Zu äusserst liegt eine Ringfaserschicht, der folgt die Längsfaserschicht und

auf diese nach innen wieder eine Ringfaserschicht. Die Radiärfasern verlaufen von inneren Organen nach aussen. In dieser Weise verlaufen die Muskelschichten bei Plattwürmern und Hirudineen. Als Längsfaserbündel, die entweder ausschliesslich (Nematoden) oder doch der Hauptsache nach (Chaetognathen) auftreten, durchziehen in bandartige Gruppen zusammengefasste Muskelfasern den Körper vieler Würmer und legen sich theils mit der breiten Seite, theils mit dem schmalen Theile der äusseren Haut an. In der Mitte der Körperseiten werden sie durch die auftretenden Seitenorgane in zwei Gruppen geschieden. Bei den Gephyreen und Acanthocephalen tritt zu einer Längsfaserschicht noch eine Ringfaserschicht, welche beide nicht in bestimmte Gruppen geordnet sind. Die Anneliden, bei denen die Längsfaserschicht vorherrscht, zeigen eine Sonderung derselben in zwei dorsale und zwei ventrale Züge, weiterhin verlaufen Transversalfasern von der ventralen Medianlinie zu den Seitenfeldern. Bei den Rotiferen sind nur einige Muskelzüge entwickelt. — Besondere Muskelgruppen treten zu den seitlich ventralen Borsten und Fussstummeln. In den vielfach auftretenden Saugnäpfen verlaufen die Fasern ringförmig und radiär.

Die Muskelfasern selbst werden durch einzelne Zellen dargestellt und sind längere oder kürzere, band- und rinnenförmige oder röhrenartig gestaltete Gebilde. Die contractile Substanz kann fibrilläre Streifung zeigen. Bei Chaetognathen und wenigen anderen Formen tritt auch eine Querstreifung ein. An die rinnenförmig gestaltete Faser kann sich nach innen zu eine beutelförmige Verdickung der Zelle fortsetzen (Regenwurm z. B.).

Arthropoda. Die Muskelfasern sind quergestreift und liegen nicht schlauchförmig, sondern in gesonderten Bündeln zu einem Muskelsystem angeordnet. An das feste röhrenförmige Hautskelet setzen sich die Muskelbündel in bestimmten Richtungen an und werden diese Bündel besonders bei den verschiedenen Gliedmaassen verschiedene Lagerungen haben müssen. Verkürzung und Verlängerung des Leibes wird durch Längsmuskelbündel vermittelt, welche von Segment zu Segment gehen, transversal von oben nach unten verlaufende Bündel wirken als Beuger. In den röhrenförmigen Gliedmaassen läuft ein Muskel vom vorderen Gliede nach dem folgenden zu von der oberen Seite des ersteren zu der unteren resp. Innenfläche des zweiten und dient als Beuger, während ein diesen Muskel diagonal kreuzender als Strecker functionirt. Die Anordnung bietet jedoch eine zu grosse Mannigfaltigkeit, um näher darauf eingehen zu können. Bei Raupen hat man z. B. 3—400 Muskelzüge constatirt.

Mollusca. Bei den Weichthieren ist die Musculatur wieder eng mit dem Integumente verknüpft und von den Bildungen desselben abhängig. Bei den Lamellibranchiaten verlaufen besonders die als Schliesser der Schalen dienenden starken Muskelbündel quer durch den Körper von einer Schale zur andern; entweder sind sie als ein vorderes und ein hinteres, oft weit getrenntes oder in nur einem einzigen, den hinteren entsprechenden Muskelbündel ausgebildet. Der Fuss wird durch Muskeln zurückgezogen, die an ihn von dem Schalenrücken heran-

treten. Bei den Gastropoden geht von der Spitze des Gehäuses aus ein paariger Muskel längs des Körpers zu dem Fusse, versorgt weiter den Kopf mit den Tentakeln, den Schlund und die Geschlechtsorgane mit Musculatur; da er an der Spindel entspringt und längs derselben verläuft, wird er als *Musculus columellaris* bezeichnet. Bei den Heteropoden vertheilt er sich im Kielfusse und bei Pteropoden entsendet er Fortsätze in die dem Fusstheile zuzuzählenden Flossen. Bei den Cephalopoden befestigen sich mächtige Muskeln an das innere Skelet; so bei Nautilus zwei an den Kopfknochen, die seitlich gegen die Schalenwandung der ersten Kammer verlaufen und sich hier inseriren. Ist ein inneres Skelet ausgebildet, so inseriren diese Muskeln an der Wand desselben. Zwei Züge gehen von diesen Muskeln zum Trichter, zu dem in seiner Ventralfläche noch ein weiteres Muskelpaar tritt, welches im Nacken seinen Ursprung nimmt. Auch der Mantel und die Flossen zeigen geschichtete Muskellagen. In den Armen ist die Musculatur schlauchförmig ausgebildet und inserirt an den Kopfknochen.

Molluscoidea. Bei den Bryozoen findet sich eine äussere Ring- und eine innere Längsfaserschicht. Von den vorhandenen Längsmuskeln sondert sich einer von der Scheidewand ab und setzt sich in den vorderen Leibestheil bis zur Tentakelbasis fort (Parieto-vaginalmuskel). In den Tentakeln verlaufen Längsmuskelfasern, auch der Verdauungsapparat wird, ausser durch den sogenannten Funiculus, noch durch besondere kleinere Muskelzüge am Integumente befestigt. — Bei den Brachiopoden ist ein Hautmuskelschlauch mit dem Integumente in Verbindung, er erstreckt sich über den Mantel und in die spiralig aufrollbaren Arme; als eine Modification desselben ist der Muskelapparat im Schlosstheile der Schalen (Fig. 93) anzusehen, welcher die Leibeshöhle durchsetzt und theils zum Oeffnen und Schliessen, theils zum Drehen der Schale dient.

Fig. 93. Musculatur von Terebratula. *a b* Die beiden Schalenhälften. *c* Das Armerüst. *d* Der Stiel. *e f g h* Musculatur zum Oeffnen und Schliessen der Schale. (Nach OWEN.)

Tunicata. Die Muskelfasern sind quergestreift und in verschiedenster Weise angeordnet. Besonders ist die Musculatur in der Umgebung der Athemhöhle entwickelt, wo sie hauptsächlich als Ringmusculatur ausgebildet ist und zum Verschluss der Einfuhr- und Auswurfsöffnung, sowie zum Erweitern und Verengen des Athemraumes dient. Bei den Ascidien lassen sich eine äussere und innere Längsmuskellage und eine mittlere Ringschicht unterscheiden. Bei Salpen bleibt besonders die Ringschicht in einzelnen Reifen ausgebildet. Bei den Appendicularien und Ascidienlarven besitzt der als Locomotionsorgan dienende Schwanz eine Längsmusculatur.

Vertebrata. Der bei niederen Thieren so stark entwickelte Hautmuskelschlauch ist bei den Wirbelthieren durch die Entwicklung des inneren Skeletes

in eine ganz untergeordnete Bedeutung zurückgedrängt. Die Musculatur tritt an das innere Skelet heran und wird durch dasselbe bestimmt, sowie sie auch die Ausbildung vieler Nebenskeletstücke veranlasst. Weiter legt sich eine Musculatur um das Verdauungssystem herum und bewirkt, von einem eignen Nervencentrum aus angeregt, die peristaltischen Bewegungen des Darmes; einzelne Abschnitte, wie der Kaumagen der Vögel, sind mit oft sehr bedeutender Musculatur ausgestattet. Im vorderen Theile des Verdauungscanals sind mächtige Muskelmassen mit den Kiefern verbunden, sowie in die Zunge gelagert oder an dieselbe angesetzt. Der Enddarm wird durch einen Ringmuskel geschlossen; die Entleerung der Harnblase durch eine verschieden gelagerte Ring- und Quermusculatur derselben bewirkt. Bei den Lungenathmern wird der Kehlkopf von zahlreichen Muskeln umlagert, welche die einzelnen Knorpel desselben gegen einander bewegen und zur Hervorbringung einer Stimme in Anwendung gelangen. Die Füllung und Entleerung der Lungen besorgt bei den Wirbelthieren die noch zu besprechende Brust- und Bauchmusculatur, sowie bei Säugern das Zwerchfell. Endlich findet sich ein weit verzweigtes musculöses Röhrensystem in dem Herzen, den Venen und Arterien der Wirbelthiere.

Die Hautmusculatur ist nicht immer stark entwickelt. Bei den Fischen ist dieselbe nur auf einige wenige Regionen, bei Haien auf die Wänden der respiratorischen Vorkammer, bei Teleostiern auf längs der Seitenlinie verlaufende Muskelpartien beschränkt. Bei den Amphibien und Reptilien finden sich Hautmuskeln im Umkreis der Nasenöffnung. Bei den Schlangen sind sie auch ventral stärker entwickelt und dienen zur Bewegung der Schuppen und so zur Unterstützung der Locomotion. Die Vögel zeigen eine ausgebildeterere Hautmuskelschicht im Halstheile, in der Flughaut (*Musculi patagii*) und im Umkreis der Steuerfedern, auch treten Muskelfasern an viele Rückenfedern heran und bewirken ein Sträuben derselben. In der Haut der Säuger ist besonders im Rückentheile ein grosser, sich nach Hals und Kopf fortsetzender Muskel entwickelt, welcher beim Igel, dem Gürtelthier und Echidna sehr stark ausgebildet ist und das Zusammenrollen dieser Säuger bewirkt.

Musculatur des Skelets. Die Wechselwirkung zwischen Skelet und Musculatur ist eine sehr beträchtliche, wenn auch nicht alle Skelettheile durch Entwicklung kräftigerer und complicirterer Muskeln entstanden sind, so lässt sich dies doch für eine grosse Anzahl derselben behaupten. Jedenfalls wird durch die Muskelthätigkeit meist die Verknöcherung des Skelets bedingt und die Formen der einzelnen Stücke desselben wesentlich bestimmt. Zwei Hauptabschnitte lassen sich an der Musculatur, welche zur Bewegung des Körpers bestimmt ist und zusammengefasst werden muss, unterscheiden: die Muskeln des Rumpfes und die Muskeln der Gliedmaassen, wobei jedoch stets zu beachten bleibt, dass die letzteren aus den ersteren hervorgegangen sind.

Längs der Hauptachse des Körpers verlaufen bei Fischen als vier Seitentrumpfmuskeln (*M. M. laterales*) mächtig entwickelte Muskelmassen; durch zwei die Wirbelsäule schneidende Ebenen, eine verticale und eine horizontale, werden dieselben in zwei obere und zwei untere getrennt. Ein jeder dieser Muskeln wird durch sehnige Blätter (*Ligamenta intermuscularia*), der Gliederung

der Wirbeläule entsprechend, in einzelne hintereinander gelagerte und unter sich parallel verlaufende Abschnitte getrennt (Fig. 94). Die freien Ränder der Ligamente treten äusserlich als *Inscriptiones tendineae* hervor. Die einzelnen Muskelfasern verlaufen zur Körperachse parallel. Sie lagern sich in einer Parallelschicht doppelt kegelförmig übereinander (Fig. 94 B), bei *a*, *a'* liegen die Spitzen der Kegel, nach oben und unten zu (*b*, *b'*) noch Kegelabschnitte; der vordere Kegelmantel umhüllt den folgenden, dieser den nächstfolgenden u. s. w. Bei den Perennibranchiaten und den Larven der übrigen Amphibien findet sich dies Verhalten der Musculatur angedeutet, jedoch nicht so scharf ausgeführt, die *Inscriptiones tendineae* verlaufen mehr in gestreckter Richtung. Bei den geschwänzten Amphibien zeigt der Schwanztheil die symmetrische Anordnung der Muskelbündel. Bei allen höheren Wirbelthieren haben sich die ursprünglichen Verhältnisse, durch allmähliche Umlagerung der einzelnen Muskelbündel in Folge der Ausbildung von Extremitäten und Fortbewegung auf dem Lande, verschoben. Angedeutet finden sich im Schwanze noch regelmässige, wenn auch modificirte Lagerungen. — Bei Eidechsen lässt die Rückenmusculatur noch eine Trennung durch Ligamenta intermuscularia erkennen, bei den übrigen haben sich die Rückenmuskeln der Art der Fortbewegung des Thieres entsprechend verändert. Der Kopf wird mit dem Halstheil durch den *M. splenius* verbunden, welcher den Kopf zurückzieht und den Atlas mit dem Kopfe bewegt (zerfällt in meist mehrere Theile), er inserirt am Hinterkopf und tritt zu den dritten und vierten Halswirbeln. Längs des Rückens, vom Kreuzbein bis zum Halse, verläuft der Rückgratstrecker (*M. sacrospinalis*), der sich auch aus mehreren Abschnitten zusammensetzt. Zum Theil entsendet er Muskelzüge gegen die Bauchfläche, dann zu den Rippen, nach dem Halse und Kopfe. Der Muskel entspringt am Kreuzbein und Darmbein. Die Wirbel werden durch die tiefere Schicht der *M. M. interspinales* und *intertransversarii* verbunden, welche an den Dornfortsätzen oder Querfortsätzen inseriren. In dem Kopf- und Halstheile sind die oben angeführten Muskeln sämmtlich entwickelt, wenn auch oft bedeutend modificirt; es kann der Satz gelten, dass zwischen homologen Theilen auch homologe Muskelbildungen anzutreffen sind. Aus den Seitenrumpfmuskeln ging weiter die Rippenmusculatur hervor. Die Rippen haben wir als an Stelle der Ligamenta intermuscularia getretene Knochen- spangen anzusehen. Zwischen je zwei Rippen spannen sich die *M. M. intercostales* aus, welche am stärksten bei den Schlangen entwickelt sind. Auch die Bauchmuskeln gehören zum Theil hierher, wenigstens soweit sie zwischen den *Inscriptiones tendineae* liegen (*M. M. obliquus externus*, *obliquus internus* und *transversus abdominis*). Der *Rectus abdominis*, der beim Menschen z. B. durch die *Inscriptiones tendineae* in mehrere Stücke getrennt wird, tritt vom

Fig. 94. A Durchschnitt der Schwanzmuskeln von *Scomber scomber*. *a* Obere, *a'* untere Seitenrumpfmuskeln. *b* und *b'* Durchschnitt unvollständiger oberer und unterer Kegelmantel. *d* Wirbelkörper. B Zickzacklinien der oberflächlichen Enden der Lig. intermuscularia am Schwanze von *Scomber*. (Nach J. MÜLLER.)

Brustbein zum Becken. Die Inscriptionen können, bei Krokodilen z. B., verknöchern und die sogenannten Bauchrippen darstellen.

Die Kaumuskeln sind, da sich das viscerele Skelet aus den Kiemenbögen entwickelt, der Musculatur des Kiemenskeletes vielleicht zuzuzählen, sie inseriren am Schädel und verlaufen in senkrechter oder querer Richtung zu den Kiefertheilen. Bei den höheren Thieren sind der *M. temporalis*, der von der Schläfengegend, und der *M. masseter*, der vom Jochbein zum Unterkiefer geht, die Heraufzieher des Unterkiefers und die eigentlichen Kaumuskeln. Darunter liegt der besonders bei Amphibien und Reptilien stärker entwickelte Flügelmuskel, *M. pterygoideus* (internus und externus). Der Unterkiefer wird durch den dorsal von ihm zum Halse verlaufenden *M. digastricus* herabgezogen. Die Bewegungen des Quadrat- und Flügelbeines bei Vögeln und Reptilien werden durch besondere Theile der eben genannten Muskeln bewirkt.

Die Extremitätenmuskeln inseriren im oberen Theile an den Extremitätengürteln, welche ihrerseits wieder durch eine eigene Musculatur mit der Wirbelsäule in Verbindung treten, falls nicht eine directe Verwachsung von Wirbelsäule und Beckengürtel vorkommt. Die Extremitäten-Stiele und -Enden besitzen von der sonstigen Körpermusculatur gesonderte Muskeln. Zwei Muskelpartien wirken sich hier stets entgegen, eine, welche die Extremität beugt oder nach vorne bewegt, und eine kräftigere, welche die Extremität streckt oder zurück bewegt und durch ihre Thätigkeit den Körper vorwärts stösst.

Unterhalb der Wirbelsäule verlaufen Muskelzüge, welche bei den Reptilien zuerst als *M. longus* auftreten und bei den höheren Thieren als *M. quadratus lumborum* in der Lendengegend, welche meist die einzige bewegliche der Rumpfwirbelsäule ist, entwickelt sind; im Schwanztheile ist sein Homologon als *Depressor caudae* vorhanden. Ein weiterer innerer Muskel ist das Zwerchfell (*Diaphragma*), dessen erste Andeutungen bei den Schildkröten in einem Muskelbelag der Peritonealfalte, welche die Lungen umgiebt, zu suchen ist. Bei den Säugethieren erreicht das Diaphragma seine höchste Ausbildung; es erstreckt sich stumpfkegelförmig, mit der Spitze nach vorn, von dem hinteren Rippentheile gegen die Brusthöhle zu, die es von der Bauchhöhle trennt. Es wird von dem Oesophagus und den grossen Blutgefässstämmen durchsetzt. Seine Musculatur ist radiär angeordnet und bewirkt durch ihre Contraction eine Erweiterung der Brusthöhle.

I. Das Nervensystem.

An das Auftreten eines Muskelgewebes knüpft sich das eines weiteren Gewebes, welches als Nervengewebe bezeichnet wird und das dazu bestimmt ist, die Thätigkeit der Muskelzellen einzuleiten, d. h. molekulare Bewegungen auf das Plasma der Muskelzelle zu übertragen und dasselbe zu veranlassen, die Lagerung seiner Moleküle nach bestimmten Richtungen hin zu verändern. Es ist das Plasma der Nervenfaser (vergl. S. 63), d. h. des Achsencylinders, welches auf dasselbe ausgettbte Reize dem Plasma der Muskelzelle übermittelt. Die Molekularbewegung im Axencylinder kann aber durch mechanischen Stoss

und Druck, durch Licht- und Schallschwingungen und endlich durch chemische Processe veranlasst werden. Da solche Reize meist die Oberfläche des Körpers oder die der inneren Organe zunächst treffen, so sehen wir innerhalb der Oberfläche einen Apparat verbreitet, welcher diese Reize den Nervenfasern übermittelt, es sind die Nervenendigungen, welche verschieden sind, je nachdem sie mechanische oder chemische Reize zu übermitteln haben (vergl. Sinnesorgane), Fig. 22 (10) stellt eine äussere Nervenendigung zur Aufnahme mechanischer Reize (Tastkörperchen) dar; durch die unten an ihr heraustretende Nervenfaser, welche bei *en* ihre Endigung hat, wird der Reiz auf eine Ganglienzelle (7, 8) übertragen, von dieser aus dann durch eine weitere Nervenfaser der Muskelzelle übermittelt (9). Die Ganglienzellen sind in der Regel zu mehreren bis vielen vereinigt und bilden ein Ganglion; diese Ganglien stehen wieder untereinander in Verbindung und werden von gewissen Nervencentren (Gehirn und Rückenmark u. s. w.) beeinflusst. Dass der äussere und innere Zusammenhang zwischen all den verschiedenen Nervelementen eines höher organisirten Thieres noch nicht vollständig erkannt worden ist, darf uns bei der Complicirtheit und Feinheit des Baues der Nervencentren u. s. w. nicht Wunder nehmen.

Die Protozoen und Spongien entbehren eines Nervensystems vollständig, wie sie auch einen Muskelapparat und viele andere Organe nicht entwickelt zeigen.

Coelenterata. Die höheren Coelenteraten besitzen ein einfaches Nervensystem, welches sich wie die Musculatur aus Ectodermzellen entwickelt hat.

Bei den Hydroiden finden sich schon gesonderte Nervelemente als Ganglien und Nervenfibrillenring vor. Bei Hydra sind es die Ectodermzellen (vergl. Fig. 92), welche sich in die Muskelfortsätze ausziehen und für diese die Stelle der Nerven übernehmen, indem sie äussere Reize fortleiten. Wo ein selbstständiges Nervensystem gefunden wird (Hydroiden, Acalephen), stellt es sich als ein ringförmiges Gebilde heraus, welches durch Zusammenlagerung von Nervenfasern entstanden ist und Ganglienzellen entweder zerstreut zwischen den Fasern oder in Form von Ganglien in der Nähe der sogenannten Randbläschen (vergl. S. 202) vereinigt enthält. Von den Ganglien aus verlaufen dann Nervenfasern zu den Tentakeln, den Sinnesorganen, längs der Radiargefässe und innerhalb des Glockenmantels. Bei den Geryoniden liegt der Nervenring zwischen dem ihn schützenden Ringknorpel und dem Ringcanale. Da die Nervelemente der Ctenophoren noch nicht mit Sicherheit bekannt sind, ist ihre Besprechung hier ausgeschlossen.

Echinodermata. Das Nervensystem besteht, dem radiären Bau entsprechend, aus fünf Hauptstämmen, welche sich um den Mund herum durch Quercommissuren zu einem pentagonalen Nervenringe vereinigen. Von den Hauptstämmen aus werden die Körpermusculatur, die Pedicellarien und Ambulacralfüsschen, die Stacheln u. s. w. innervirt. Diese bandähnlichen Nervenstämme liegen nach aussen vor den Ambulacralgefässstämmen. — Bei den Asteroideen

liegen sie ventral in der Ambulacralfurche, ebenso verlaufen sie bei Crinoiden ausserhalb des Ambulacralskeletes der Arme, dicht unter der Epithelschicht des Integuments (Asteroiden) oder von den diesen angehörenden Bauchplatten (Crinoiden) bedeckt. Bei Ophiura theilen sich die Nerven in zwei Stämme, in denen, der Gliederung der Arme entsprechend, Ganglien entwickelt sind, die durch Quercommissuren mit einander in Verbindung stehen. — Bei den Echinoiden (Fig. 95) liegt der den Vorderdarm umgebende Nervenring dem Kauapparate an und befestigt sich durch fünf Bänder in seiner Lage, tritt durch die Spitzen des Kauapparates hindurch und bildet in den Ambulacralfeldern die fünf Hauptstämme, welche je

Fig. 95. Nervensystem von *Echinus lividus*, der Kauapparat ist entfernt. *a* Quer durchschnittener Oesophagus. *b* die Commissuren der Nervenstämme, einen pentagonalen Schlundring darstellend. *c* Die nach den Radien verlaufenden Nervenstämme. *d* Bänder, welche die Spitzen der Pyramiden des Kauapparates aneinanderheften. (Nach KROHN.)

det der Nervenring, welcher hier als Centralorgan zu betrachten ist, Nervenfasern in die Tentakeln.

Vermes. Ein aus Nervenfasern und Ganglienzellen bestehendes Nervensystem scheint den allermeisten Würmern zuzukommen, wenngleich die genaueren histologischen Verhältnisse desselben noch nicht überall erkannt sind. — Die Plathelminthen zeigen dem Schlunde ein durch eine Quercommissur verbundenes Doppelganglion aufgelagert, von dem aus kleinere Nervenzweige nach vorn und zwei hintere Nervenstämme längs der Seiten des Körpers verlaufen. Bei den Nemertinen erscheint hier das Nervensystem am weitesten entwickelt, indem zunächst die vorderen, als Gehirn zu bezeichnenden Ganglien einzelne Abschnitte erkennen lassen, meist einen oberen und einen unteren. Die Quercommissuren, welche diese Gehirnthteile umschliessen, gehen um den Rüssel herum und stellen so den Anfang des bei folgenden Wirbellosen so wichtigen Nervenschlundringes dar. Von den unteren Ganglienthteilen verlaufen seitlich zwei ventrale Nervenstämme, die an den Stellen, wo sie Seitennerven abgeben, ganglionartige Verdickungen zeigen und dadurch, dass sie einander nahe rücken, die Bildung einer Bauchganglienketten andeuten. — Das Nervensystem der Nemathelminthen besteht aus dem den Schlund umlagernden Centraltheile, von welchem nach vorn zu zwei grössere Faserzüge längs der Seitenfelder und vier Nerven zwischen diesen verlaufen. Nach hinten zu erstreckt sich dorsal und ventral ein median verlaufender Stamm und ventral noch zwei nach hinten divergirende Stränge. — Die Rotiferen besitzen ein einfaches oder zweitheiliges, dem Schlunde aufgelagertes Gehirnganglion, von dem aus Nerven an die Haut und die Muskeln herantreten. — Das Centralnervensystem der Gephyreen umgibt den Schlund als Schlundring und

entwickelt meist eine einfache oder getheilte Gehirnganglienmasse, von der aus sich ein Bauchstrang nach hinten erstreckt, welcher zahlreiche Nerven nach den Seitentheilen entsendet. Dieser Bauchstrang lässt häufig seine Verwachsung aus zwei Seitenstämmen erkennen. An den Austrittsstellen der Seitennerven sind nicht immer ganglienähnliche Anschwellungen zu bemerken. — Die Anneliden zeigen die vollkommenste Ausbildung des Nervensystems der Würmer (Fig. 96). Von einem, dem Ectoderm entstammenden oberen Schlundganglion (Gehirn) aus gehen nach vorne zu die Nerven für die Sinnesorgane ab, nach hinten und unten verläuft weiterhin jederseits eine Commissur um den Schlund herum (Schlundring) zu einem Bauchganglion. In der Regel lassen oberes und unteres Schlundganglion einen aus zwei Ganglienmassen zusammengesetzten Bau erkennen. Vom Bauchganglion gehen die beiden Bauchganglienketten nach hinten. Bald sind diese Ketten noch theilweise von einander getrennt, bald sind sie eng an einander gelagert. Von der Bauchganglienkette entspringen in regelmässigen Abständen die Seitennerven. An ihren Austrittsstellen sind im einfachsten Falle keine Ganglien ausgebildet, oft ist die Ausbildung derselben sehr beträchtlich. Bei den Blutegeln verschmelzen die ersten zu einem vorderen grösseren Ganglion; ebenso sind die letzten der Kette mit einander vereinigt. Das Auseinanderrücken der Ganglien steht mit der Segmentirung in Beziehung; sind die Segmente schmal, so zeigen sich die Ganglien nahe an einander gelagert, und umgekehrt. Die Ganglienzellen selbst sind in dem Bauchstrang peripherisch gelagert. — Zu dem Verdauungsapparat treten Nerven heran, welche durch Ausbildung eigener Ganglien sich mehr von dem Centralorgan unabhängig machen und die Functionen der vegetativen Organe unterstützen, man kann sie als sympathisches Nervensystem bezeichnen.

Fig. 96. Vorderer Theil des Nervensystems von *Capitella capitata*. g Gehirnganglion. o Augennerven, c Schlundcommissur. b Bauchstrang mit zwei Ganglien. n von letzteren abgehende Nerven. (Nach CLAPARÈDE.)

Arthropoda. Dem complicirten Aufbau der inneren Organe entsprechend, zeigt sich auch das Nervensystem als ein oft höchst complicirt zusammengesetzter Apparat. Der feinere histologische Bau und die physiologischen Functionen der einzelnen Theile des Apparates sind noch gar wenig erforscht, wenngleich neuere Arbeiten uns über manchen Punkt interessanten Aufschluss gegeben haben. Im allgemeinen kann man ein mächtig entwickeltes Gehirn, eine Bauchganglien- und ein sympathisches Nervensystem unterscheiden, welches letzteres vom Gehirn aus seinen Ursprung nimmt. Man hat das Gehirn und die Bauchganglien- und Rückenmark der Arthropoden dem Gehirn und Rückenmark der Vertebraten homolog zu setzen versucht, ist in einem solchen Vergleiche aber doch wohl zu weit gegangen.

Bei den Crustaceen ist das Nervensystem sehr wechselnd gebaut. Das Gehirn ist mächtig entwickelt, wo die Sinnesorgane (besonders die

Augen) am ausgeprägtsten sind, wenig, wo ein Theil derselben fehlt. Von diesem, sich aus einer grösseren Anzahl Ballen zusammensetzenden Gehirne führt eine Schlundcommissur zu dem Bauchmarke, welches in mannigfachen

Modificationen ausgebildet ist. Bei den Phyllopoden liegen in den Hauptstämmen desselben eine grosse Anzahl von Ganglien hinter einander, welche in der Regel median verschmolzen sind oder doch eng an einander heran rücken. Eine Verschmelzung der vorderen Ganglien zu einem oder mehreren zusammengesetzten erfolgt bei den Thoracostraken (bei Stomatopoden ein vorderes, zusammengesetztes Ganglion, dem meist neun einfache Abdominalganglien folgen; bei Decapoden sind die sechs ersten Ganglien zusammengesetzt und die sechs Abdominalganglien einfach u. s. w.). Bei den Brachyuren (Fig. 97)

verschmelzen endlich sämtliche Bauchganglien zu einem einzigen Ganglion. Bei den Coryceiden unter den Copepoden vereinigt sich zunächst die Bauchganglienkette und schliesst sich dann noch dem Gehirne an; hingegen besitzen andere Copepoden eine getrennte Ganglienkette. Ein Gleiches findet statt beim Nervensystem der Cirripeden, wo getrennte (4–5) Ganglien und einfach verschmolzene

(Fig. 97 B) vorkommen. Die fast in jeder Ordnung wechselnde Anordnung des Gehirnes und der Ganglien kann hier selbstredend nicht eingehender geschildert werden. —

Arachnoidea. Meist ist ein Gehirn vorhanden, nur bei Pentastomum wird es durch eine einfache Schlundbrücke vertreten, entsprechend der Reduction von Kopfsinnesorganen. Die Bauchganglien verschmelzen in der Regel zu einem, welches durch kurze Commissuren mit dem Gehirne verbunden ist. Bei Scorpionen besteht die Bauchkette noch aus acht Ganglien, von denen sich das erste durch beträchtliche Grösse auszeichnet und die Fusspaare innervirt; die vier letzten Ganglien gehören dem Schwanze an. Das Gehirnganglion versorgt die Augen- und die Klauenfühler der Spinnen. Bei den Milben ist das Nervensystem auf ein Gehirn- und Bauchmark vereinigendes Ganglion reducirt. Die Bauchganglien versorgen allgemein die Kieferfüsse und die Bauchextremitäten.

Die Onichophoren entsenden vom Gehirn zwei Nervenfasernzüge, welche keine Ganglienanschwellungen zeigen und sich erst im hinteren Leibes-

Fig. 97. A Nervensystem einer Krabbe (*Carcinus maenas*). *gs* Gehirnganglien. *o* Augen-, *a* Antennennerv. *c* Schlundcommissur. *i* Querverbindung der Schlundcommissur. *gt* Verschmolzenes Bauchmark. (Nach MILNE-EDWARDS.) B Nervensystem eines Cirripeden (*Coronula diadema*), von der Bauchfläche gesehen. *gs*, *c*, *gi* wie A. *a* Antennennerven, die sich über den Mantel vertheilen. Zwischen ihnen liegt das mit dem Gehirn verbundene »Augenganglion«. *m* Nerv zum Magen. *s* Eingeweidenerv, der sich mit einem vom Schlundring kommenden zweiten Eingeweidenerv *s'* zu einem Geflechte *s''* verbindet. (Nach DARWIN.)

theile mit einander verbinden, in ihrem sonstigen Verlaufe jedoch durch feine Quercommissuren in Zusammenhang treten.

Myriapoda. Der mit dem Gehirn durch Schlundcommissuren in Verbindung tretende Bauchstrang zeigt nur in seinem ersten Ganglion eine Verschmelzung aus mehreren, während sonst ein jedes Leibessegment sein selbständiges Ganglienpaar besitzt.

Insecta. Zur Zeit des Larvenstadiums ist das Nervensystem beim Insect dem der Myriapoden ähnlich gebaut, ein jedes Segment enthält sein Ganglion. Während der Ausbildung zu einem fertigen Individuum verschmelzen nun Ganglien einzelner Abschnitte mit einander. Das meist zweilappige Gehirn

Fig. 98. Nervensystem von Insecten. *A* von *Termes* (nach LESPÈS). *B* eines Käfers (*Dytiscus*). *C* einer Fliege (nach BLANCHARD). *gs* Oberes Schlundganglion (Gehirnganglion). *gi* Unteres Schlundganglion. *gr* *g*² *g*³ Verschmolzene Ganglien des Bauchmarks. *o* Augen. (Nach GEGENBAUR.)

(Fig. 98) zeigt sich aus einer grösseren Anzahl einzelner Theile zusammengesetzt und ist sein Bau um so complicirter, je höher die Sinneswerkzeuge des Kopfes entwickelt sind. Das erste Bauchganglion, welches durch Verschmelzung dreier Ganglien entstanden ist, führt die Bezeichnung unteres Schlundganglion (*Ganglion infraesophageum*), es ist meist selbständig und versorgt die Mundtheile mit Nerven. Die Ganglien des Thorax innerviren die Beine und Flügel und zeichnen sich durch ihre Grösse aus, sie sind entweder in der Dreizahl entwickelt oder verschmelzen mehr oder minder mit einander. Die Abdominalganglien wechseln sehr in ihrer Zahl, sie sind meist unansehnlich und nur das letzte, welches den Geschlechtsapparat innervirt und vielleicht aus zwei bis drei hervorgegangen ist, zeigt eine ansehnlichere Entwicklung. Alle Ganglien können mit einander, in allerdings seltenen Fällen, verschmelzen (bei *Hydrometra* z. B.). —

Sympathisches Nervensystem. Es treten vom Gehirn oder einem Ganglion aus Nerven an die Eingeweide heran, welche in ihrem Verlaufe

Ganglien bilden und oft in mehrere Abschnitte unterschieden werden können. Bei den Insecten gehen vom oberen Schlundganglion aus zwei Nerven-

Fig. 99. Oberes Schlundganglion, nebst Eingeweidennervensystem eines Schmetterlings (*Bombyx Mori*). *a* Fühlernerv. *o* Sehnerv. *r* Unpaariger Stamm des Eingeweidennervensystems. *r'* dessen Wurzeln aus dem oberen Schlundganglion. *s* Paariger Nerv mit seinen Ganglianschwüngen *s' s''*. (Nach BRANDT.).

stämmchen nach hinten, welche in ihrem Verlaufe eine Ganglienkette bilden (paarige Schlundnerven), von denen das vordere (Fig. 99 *s'*) die Schlundwandung mit Nerven versieht. Weiterhin unterscheidet man das unpaare System, welches aus einem vor dem Gehirn liegenden Ganglion entspringt. Ein unpaarer Nerv (*r r'*) verläuft rückwärts über Schlund und Magen und bildet mit dem paarigen System durch zahlreiche Ausläufer einen oft complicirten Nervenplexus. Er entwickelt meist nur ein Ganglion (*G. frontale*), welches als Centralorgan für dies sogenannte sympathische Nervensystem angesehen werden kann. Die Tracheen und Stigmen erhalten ihre Nerven von einem zweiten System, welches median zwischen der Bauchkette einen oberhalb der letzteren verlaufenden Nervenstamm besitzt, der in einem Ganglion wurzelt, und sich vor dem folgenden in zwei Aeste gabelt (*Nervi transversii accessorii*); man hat dies Nerven-geflecht als Sympathicus im engeren Sinne aufgefasst und die Nerven auch als *Nervi respiratorii* bezeichnet.

Mollusca. Auch bei den Mollusken lässt sich ein oberhalb des Schlundes gelegenes Centralorgan des Nervensystems als oberes Schlundganglion (Cerebralganglion) bezeichnen, welches sich durch Commissuren mit einem ventral gelegenen sogenannten Fussganglion (Pedalganglion) verbindet. Beide sind paarig entwickelt. Zu diesen

Fig. 100. Nervensystem von *Chiton cinereus*. *C* Cerebralnerventrang. *P* Pedalganglien. *pl* Pallialnerven. *p* Fussnerven. *B* Buccalganglien. (Nach H. v. JHERING.)

beiden Ganglien kommt noch ein drittes sogenanntes Visceralganglion, welches mit dem Gehirn durch eine längere oder kürzere Commissur verbunden ist und Herz, Kiemen und Geschlechtsorgane innerviert. Der Mantel wird von zwei Mantel- oder Pallialnerven versorgt, welche von dem Schlundring seitlich ausgehen.

Die Placophoren zeigen die einfachsten Verhältnisse im Baue des Nervensystems (Fig. 400). Den Schlund umzieht ein doppelter Nervenring, ohne dass es zur Bildung eines Cerebralganglion käme. Von diesem Nervenringe verlaufen seitlich zwei Pallialnerven (Fig. 400 *pl*) zu den Kiemen; dann geht ein anderes Paar Nerven nach dem Fusse zu, sie bilden zunächst je ein Gang-

lion (Fussganglion), die beiderseits einen starken, nach rückwärts verlaufenden Nervenstamm entsenden; endlich stellt sich der innere Theil des Schlundringes als ein geschlossener Strang dar, welcher ventral zwei Subpharyngealganglien bildet und den Schlund innervirt. Dazu kommen noch vier kleine Ganglien, welche mit den Pallialnerven und den Fussganglien verbunden sind. Die von den Fussganglien rückwärts verlaufenden beiden Nervenstämme stehen unter einander durch Quercommissuren in Verbindung.

Lamellibranchiata (Fig. 101). Die Cerebralganglien bleiben wenig entwickelt, oft sind sie getrennt (Fig. 101, *B*) und durch eine Commissur verbunden. Zu den Visceralganglien verlaufen von ihnen lange Commissuren. Sonst versorgen die Visceralganglien die Mundtheile, die Segel und treten zuweilen mit zwei stärkeren Nervenstämmen auch an den Mantel heran. Durch die seitliche Auseinanderweichung rücken die Cerebralganglien oft ganz zur Seite und nähern sich dem nach vorne gerückten Pedalganglion (Fig. 101, *A*), welches den Fuss mit einem Nervengeflecht versorgt. Die Eingeweide- oder Visceralganglien (Fig. 101, *C*) sind am stärksten entwickelt, sie stehen mit dem Gehirn durch lange Commissuren in Verbindung und liegen dem hinteren Schliessmuskel an. Sie versorgen die Kiemen, das Herz, die hintere Leibesmuskulatur, den Enddarm und Mantel, und bilden am Rande desselben durch zwei stärkere Nerven ein Geflecht mit dem vom Gehirn kommenden Mantelnerven. Bei Siphonenbildung innervirt das Visceralganglion auch diese Athmungsrohre, indem es ein Nervengeflecht über die gesamte Fläche des Siphos entsendet, und es können diese Nerven an der Basis der Siphonen weitere Ganglien bilden.

Fig. 101. Nervensystem von Lamellibranchiaten. *A* von *Teredo*, *B* von *Anodonta*, *C* von *Pecten*. *a* Obere Schlundganglien (Gehirnganglien). *b* Untere Schlundganglien (Fussganglien). *c* Kiemen- oder Eingeweideganglien. (Nach GEGENBAUR.)

Das Nervensystem der Scaphopoden schliesst sich eng dem der Lamellibranchiaten an.

Gastropoda. Das Nervensystem der Placophoren ist zu Anfang besprochen. Sonst reihen sich die Gastropoden den Lamellibranchiaten an. Die drei Gangliengruppen, die Central-, Pedal- und Visceralganglien, sind meist getrennt und durch Commissuren verbunden, selten (*Tethys*) liegen sie zu einem Ganglion vereinigt dem Schlunde auf. Die Cerebralganglien, welche auch oft zur Seite aus einander rücken, innerviren Lippen, Mund, Fühler und Augen, die Pedalganglien den Fuss und die Visceralganglien Kiemen, Herz, Geschlechtsorgane und Mantel. Bei Opisthobranchien und Pulmonaten liegen die Ganglien dicht gedrängt in der Nähe des Schlundes, wodurch ein Schlundring Cerebral- und Pedalganglien, ein zweiter Cerebral- und Visceralganglien verbindet. Bei Prosobranchien und Heteropoden kommt noch ein weiteres Ganglienpaar, die Commissuralganglien (Fig. 102), zur Ausbildung. Von ihm gehen die

Commissuren zu den drei anderen Ganglien aus. Bei einzelnen Prosobranchien verläuft die Commissur zwischen Commissural- und Visceralganglien gekreuzt.

Die rechte Schlingenhälfte tritt über den Darm, wo sie ein »Supraintestinalganglion« bildet, zur linken Seite des Visceralganglions, die linke geht unter dem Darmer her, bildet ein »Subintestinalganglion« und tritt von der rechten Seite zum Visceralganglion. Bei den Zeugobranchien sind die Pedalganglien lang gestreckt und ihre Quercommissur ist in einzelne hinter einander liegende Querfasern zerlegt, so dass eine der Bauchganglienkette der Arthropoden und Anneliden ähnliche Bildung herauskommt.

Cephalopoda. Das Nervensystem ist im Centraltheile concentrirt und stark entwickelt. Die drei Gangliengruppen sind zu einer, vom Kopfknapel umgebenen und vom Schlunde durchsetzten Masse vereinigt. Bei *Nautilus* (Fig. 103) liegen die Ganglien strangförmig um den Schlund herum. Ein oberes entspricht dem Cerebralganglion und entsendet seitlich die Augen- und Gehörnerven, nach vorne zu eine Anzahl Lippenerven. Vorn und unterhalb des Schlundes ist das Pedalganglion gelagert, welches Trichter- und Tentakelnerven abgibt. Hinter dem Pedalganglion liegt das Visceralganglion, das den Mantel und die Eingeweide innervirt. Zwei Nervenäste verlaufen von ihm zu den Kiemen und dem Gefässsystem und gehen die Bildung zweier Ganglien (Fig. 103, *d*) ein, von denen aus die Geschlechtsorgane versorgt werden. Bei den Dibranchiaten concentrirt sich das Nervensystem noch mehr, indem die Cerebralganglien seitlich und ventralwärts rücken, Visceral- und Pedalganglien sich an einander lagern. Die Ursprungsstelle der Nerven ist wie oben. Die vom Visceralgangliontheile entspringenden Mantelnerven schwellen jederseits zu einem weiteren Ganglion (*Ganglion stellatum*) an. Auch an den Kiemen-, Gefäss- und Darmnerven treten besondere Ganglien auf.

Die Fasern und Ganglien sind im Gehirn in zwei Schichten gesondert. Eine graue periphere enthält die Ganglien und eine weisse centrale vorwiegend Nervenfasern.

Das sympathische Nervensystem ist zum Theil schon bei den Visceralganglien und ihren Nerven und Verbindungen besprochen. Daneben tritt noch ein den Darmcanal versorgender Nervenplexus auf, welcher seinen Ursprung von den Cerebralganglien nimmt. Zwei Fasern verlaufen schon bei Lamellibranchiaten vom Gehirn nach vorne, treten zum

Fig. 102. Nervensystem von *Paludina vivipara*. C Cerebralganglion, P Pedalganglion, Co Commissuralganglion, A Abdominalganglion, sp Supraintestinalganglion, sb Subintestinalganglion, o Otocyste. (Nach H. v. JHERING.)

Fig. 103. Nervensystem von *Nautilus pompilius*. a Obere, b untere Ganglienmassen des Schlundrings, c Visceralganglion, d Genitalganglion, m Mantelnerven, tt Tentakelnerven. (Nach OWSEN.)

Mund und deuten Verhältnisse an, welche bei Gastropoden deutlicher hervortreten. Zwei Nervenstämme gehen auch hier vom Gehirn nach vorne und bilden zwei Ganglien, welche als Buccalganglien (Fig. 400, 402, B) bezeichnet werden. Diese versorgen die Mundtheile und den Darm und bleiben entweder getrennt oder verbinden sich noch durch Nervenfasern mit Pharyngealganglien. Es wird so bei Nautilus ein dritter Schlundring gebildet, indem vom Cerebralganglion seitliche Nervenfasern ausgehen, welche die Pharyngealganglien bilden; die letzteren stehen dann mit den beiden Buccalganglien und diese unter einander durch je eine Commissur in Verbindung.

Molluscoidea. Bei den Bryozoen besteht das Nervensystem aus einem Schlundring, der dem Schlunde angeheftet ist und oberhalb desselben ein Ganglion bildet, von dem aus Nerven zu den Tentakeln und dem Oesophagus gehen.

Brachiopoda. Das Nervensystem besteht aus einem Nervenring, der aus zwei feinen Fäden gebildet wird, welche von einem grossen Centralganglion aus zu einem kleineren vorderen verlaufen. Das Centralganglion liegt dem Schlunde nach dem Schalenschlosse zu auf und innervirt die dorsalen Mantellappen, die Arme und Schliessmuskeln. Zwei seitlich von ihm ausgehende Nerven bilden Ganglien, welche den zweiten Mantellappen und den Stielmuskel versorgen.

Tunicata. Ein einfaches, dorsal gelegenes Ganglion entsendet seine Nerven zu den Muskeln, den Eingeweiden und Sinnesorganen. Bei vielen Larven ist es strangförmig entwickelt und lässt drei Abschnitte unterscheiden, von denen der vordere, kegelförmige Nerven zu den Sinnesorganen und dem ersten Abschnitt des Nervensacks entsendet; dem mittleren, kugeligen sitzt das Gehörbläschen auf; der letzte zieht sich in lange Nerven aus, welche im Ruderschwanz ein grösseres und mehrere kleine Ganglien bilden.

Vertebrata. Das centrale Nervensystem der Wirbelthiere lässt sich auf einen über der Chorda resp. Wirbelsäule gelegenen Strang, das Rückenmark, zurückführen. Beim *Amphioxus* bleibt dasselbe einfach, bei allen höheren Vertebraten lässt es jedoch zwei Abschnitte erkennen, von denen der vordere als Gehirn (*Cerebrum*) dem hinteren, langgestreckten Rückenmark (*Medulla spinalis*) gegenübergestellt wird. Das Gehirn ist der Sitz der geistigen Fähigkeiten und das Centralorgan für die Sinnesorgane. Das Rückenmark leitet die ihm vom Gehirn übertragenen Reize fort und veranlasst besonders die sogenannten Reflexbewegungen. Gehirn und Rückenmark werden von einem Canale durchsetzt, welcher im Gehirn die sogenannten Gehirnhöhlen, im Rückenmark den *Canalis centralis* darstellt. Bei den niederen Wirbelthieren überwiegt das Rückenmark der Quantität nach bedeutend das Gehirn, bei zunehmenden geistigen Fähigkeiten wird jedoch dies Verhältniss nach und nach derartig modificirt, dass es sich bei den höchsten Säugern, den Affen und Menschen z. B., genau umdreht. Das Gehirn des Menschen wiegt ca. 1400 g, bei einem Volumen von durchschnittlich 1000 cbcm; das Rückenmark wiegt nur 36 g, bei 33 cbcm Volumen.

Vom Gehirn und Rückenmark verlaufen Nerven nach den verschiedenen Organen des Körpers und gehen dieselben vom Gehirn als zwölf Paare, vom

Rückenmark paarig zwischen je zwei Wirbeln ab. Die Betrachtung dieser Centralorgane und der von ihnen entsendeten Nerven wird in einzelnen Abschnitten erfolgen, wobei zu beachten ist, dass eine strenge Gliederung weder durch die Resultate der Entwicklungsgeschichte noch der Anatomie gegeben ist.

1) Centralorgan des Nervensystems.

a) Gehirn.

Der vordere Abschnitt des röhrenförmig angelegten Rückenmarks lässt

Fig. 104. Senkrechte Medianschnitte durch Wirbelthierhirne nach GEGENBAUR. *A* von einem jungen Selachier (Heptanchus). *B* vom Embryo der Natter, *C* von einem Ziegenembryo. *a* Vorderhirn (Hemisphärenbläschen). *b* Vorderer Deckenriss. *c* Zwischenhirn (Thalami optici). *d* Mittelhirn (Lobi optici, Vierhügel). *e* Hinterhirn (Cerebellum). *f* Nachhirn (verl. Mark) mit dem hinteren Deckenriss. *h* Hypophysis.

Fig. 105. Horizontaler Längsschnitt durch das Gehirn des Frosches, halb schematisch. *h* Seitliche Hirnkammer. *s* Höhle des Zwischenhirns (3. Ventrikel). *m* Höhle des Mittelhirns. *s* Verbindungscanal zwischen 3. und 4. Ventrikel (Aquaeductus Sylvii). *r* Rautengrube (4. Ventrikel). *c* Centralcanal des Rückenmarks. (Nach WUNDT)

beim Embryo zunächst drei auf einander folgende Bläschen erkennen, von denen sich das vordere und dritte wieder in zwei scheiden. Diese fünf primitiven Hirnblasen entwickeln sich zu den fünf Hauptabschnitten des Gehirns (Fig. 104). Das vordere Bläschen wird zum Vorderhirn (*a*), das folgende zum Zwischenhirn (*b*), das mittlere bildet das Mittelhirn (*c*), die beiden letzten Hinterhirn (*d*) und Nachhirn (*e*). Hinterhirn und Nachhirn sind nicht so scharf zu trennen, wie die vorhergehenden Abschnitte. Die oberen Theile dieser Gehirnblasen nehmen bedeutend an Volumen zu. An der Grenze von Vorder- und Zwischenhirn verdünnt sich median die obere Wand zu einer spaltähnlichen Stelle, an welcher sich von den Gehirnhüllen aus ein Fortsatz in das Gehirnnere erstreckt, die sogenannte *Epiphysis*. Nach unten zu stülpt sich das Zwischenhirn zu einer Ausbuchtung, dem Trichter (*Infundibulum*), aus, an dessen unteres Ende vom Rachen her eine Einsenkung heranwächst, welche sich abschnürt und als *Hypophysis* dem Gehirne anhaftet. Am Nachhirn verdünnt sich die Gehirndecke gleichfalls und bildet schliesslich nur ein zartes Häutchen über den weit aus einander stehenden Nachhirnseiten, der Rautengrube (*Medulla oblongata*). Durch den Deckenriss am Vorderhirn wird dasselbe in zwei seitliche Theile zerlegt, welche sich ausstülpfen und die Hemisphären (Fig. 105) bilden, in die sich die innere Höhlung fortsetzt und zwei seitliche Hirnkammern (Ventrikel) bildet. Das Zwischenhirn ist oben geöffnet und sein Innenraum, der dritte Ventrikel, führt zu der Höhle des Mittelhirnes, welche bei niederen Wirbelthieren noch weit, bei höheren jedoch nur als enger Canal, Sylvii'sche Wasserleitung (*Aquaeductus Sylvii*), ausgebildet ist. Noch bei Vögeln gehen von der Höhle des Mittelhirns seitliche Ausbuchtungen in die Zweihügel (Vierhügel der Säugethiere), welche dieser Gehirnabschnitt seitlich bildet. Das Hinterhirn (*Cerebellum*) stülpt sich nach oben vor und mit ihm verläuft ein oberer Canal der Sylvii'schen Spalte nach oben, während sich ein

zweiter nach unten und hinten in das Nachhirn fortsetzt. Die Medulla oblongata wird als vierter Ventrikel bezeichnet, welcher durch den hinteren Deckenriss vollkommen frei liegt. Die Höhle im Cerebellum verschwindet bei Säugern. (Ueber den Aufbau des Gehirns vergl. Entwicklungsgeschichte.)

Pisces. Bei dem *Amphioxus* ist das Gehirn nicht entwickelt. Die Verhältnisse am Gehirn der übrigen Fische sind auch noch verhältnissmässig einfach (Fig. 106). Vorne liegen zwei grosse Riechlappen (*Lobi olfactorii*), an die sich nach hinten die Vorderhirntheile (Hemisphären) anschliessen. Der nun folgende Theil entspricht dem Lappen des dritten Ventrikels (*Lobus ventriculi tertii*) und den Zwei-, resp. Vierhügeln (*Corpora bigemina* s. *quadrigemina*). Oben setzt sich diesem Theile die Epiphyse an, während nach unten ein Infundibulum ausgebildet ist, welchem die Hypophyse anhängt. Der Lappen des dritten Ventrikels entsendet von seiner Unterfläche nach vorn die sich kreuzenden Sehnerven und wird daher auch als *Lobus opticus* bezeichnet; oben ist er durch den vorderen Deckenriss gespalten, seitlich setzen sich an ihn bei Knochenfischen zwei *Lobi inferiores* an, welche bei Petromyzonten zu einem ventralen verschmolzen sind, der sich mit dem Infundibulum verbindet. Das Hinterhirn ist mächtig bei Sela- chiern, nur als Brücke bei den Knochenfischen entwickelt. Die *Medulla oblongata* bildet den letzten Hirnabschnitt.

Amphibia. Die Hemisphären sind stärker entwickelt als bei Fischen, sie entsenden nach vorn die Geruchsnerven. Zu ihren Seiten oder vor ihnen und mit einander verschmolzen liegen die *Lobi olfactorii*. Das Zwischenhirn sondert sich schärfer vom Mittelhirn. Die *Lobi optici* sind gross und liegen nach unten und vorn vor den *Corpora bigemina*. Die *Medulla oblongata* stellt sich als weite Grube dar (vergl. Fig. 105).

Reptilia. Das Vorderhirn ist in zwei grossen Hemisphären entwickelt, welche das Zwischenhirn decken. Zwischen- und Mittelhirn sind gegen einander stark gebogen. Am Zwischenhirn ist das Infundibulum wohl entwickelt; mit dem von ihm umschlossenen dritten Ventrikel communiciren seitlich die Höhlungen der grossen *Lobi inferiores*, welche bei Cheloniern noch von oben her sichtbar sind. Das Mittelhirn ist kugelig bei Sauriern, durch einen Einschnitt getrennt bei Ophidiern und Cheloniern. Das Cerebellum stellt sich meist nur als senkrechte Lamelle (Eidechsen, Schlangen), sonst als breitere und im medialen Theile oft stark vergrösserte Leiste (Schildkröten und Krokodile) dar.

Aves (Fig. 107). Das Vorderhirn übertrifft die übrigen Gehirnthteile an Volumen. Die Hemisphären sind im hinteren Theile stark nach den Seiten ge-

Fig. 106. Gehirn von *Polypterus bichir*. A Von oben. B Seitlich. C Von unten. *h* Lobi olfactorii. *g* Vorderhirn. *f* Zwischenhirn. *d* Mittelhirn. *bc* Hinterhirn. *a* Nachhirn (*Medulla oblongata*). *ol* N. olfactorius. *o* N. opticus. (Nach J. MÜLLER.)

wölbt. Ihre Spitze setzt sich vorn in die Lobi olfactorii fort. Sie überdecken das Zwischenhirn und den grössten Theil des Mittelhirns, von dem nur seitlich die äusseren Theile der Corpora quadrigemina (c) hervorragen. Diese sind hohl und ihre Höhlungen communiciren mit dem Aquaeductus Sylvii und dem Ventriculus tertius. Die Seitentheile des letzteren sind als *Thalami optici* (Sehhügel) entwickelt. Das Cerebellum ist gross und äusserlich mit Querfurchen versehen, nur das Mittelstück, der Wurm (*Vermis*), stark entwickelt, während die Seitentheile (Hemisphären des Kleinhirns) wenig hervorragen (d'). Das Nachhirn wird vom Cerebellum fast vollständig überdeckt.

Mammalia. Das Gehirn überwiegt das Rückenmark stets an Masse. Das Vorderhirn ist in Gestalt zweier mächtiger Hemisphären entwickelt, welche das Zwischen- und Mittelhirn vollständig, das Cerebellum zum Theil oder, wie beim Menschen und anthropoiden Affen, vollkommen überdecken. Neben dem Cerebellum können bei Nagern und Beutlern auch die Vierhügel theilweise unbedeckt bleiben. Die stets durch einen tiefen Schlitz getrennten Hemisphären verbinden sich durch eine Commissur, die embryonal vor dem vorderen Deckenriss liegt, welcher in die Höhlungen der Hemisphären einführt. Später wird diese primitive Spalte durch das rückwärts gerichtete Wachsthum der Hemisphären in die Länge gezogen und im oberen Theile verdeckt. Das *Foramen*

Fig. 108. Differenzirung des Vorderhirns. A Gehirn einer Schildkröte. B eines Rinderfötus. C einer Katze. In A und B ist linksseits das Dach der Vorderhirnhöhle abgetragen, rechtsseits auch noch der Fornix entfernt. In C ist rechtsseits der ganze seitliche und hintere Abschnitt des Vorderhirns abgetragen, und auch linksseits so weit, um die Krümmung des Ammonshorns nach abwärts darzustellen. In allen Figuren bezeichnet I Vorderhirn, II Zwischenhirn, III Mittelhirn, IV Hinterhirn, V Nachhirn. ol Bulbus olfactorius (in A in Communication mit der Vorderhirnhöhle dargestellt). st Corpus striatum. f Fornix. h Pes hippocampi major. sr Sinus rhomboidalis. g Kniehöcker. (Nach GEGENBAUR.)

Monroi, die Verbindungsöffnung zwischen Zwischenhirn und Hemisphärenhöhlen, tritt jederseits als Spalte am Ende des dritten Ventrikels auf und bildet

die seitlichen Reste des ursprünglichen Deckenrisses. Die Hemisphären verbinden sich nach Schluss der primitiven Spalte durch eine kleine vordere Commissur (*Commissura anterior*) und eine rückwärts gerichtete längere Brücke, das *Corpus callosum* (Balken). Dieser Balken setzt sich nach innen in das Ammonshorn (*Pes hippocampi major*) (Fig. 408, C, h) fort, welches in den hinteren Theil eines jeden Hemisphären-Ventrikels hineinragt. Mit dem Balken ist eine Commissur in Zusammenhang zu bringen, welche sich als Gewölbe (*Fornix*) (Fig. 408, B, C, f) über das Foramen Monroi lagert. Nach hinten zu läuft dasselbe in zwei divergirende Schenkel aus, die im hinteren Horn der Hemisphären einen Vorsprung bilden, welcher als *Pes hippocampi minor* bezeichnet wird. Im vorderen Raume der Seitenventrikel erhebt sich von der lateralen Gehirnwand ein Vorsprung, der Streifenhügel (*Corpus striatum*). Das Lumen des primitiven ersten Hirnbläschens wird durch die seitliche und rückwärts gerichtete Vergrößerung der Hemisphären in drei Theile zerlegt, in: das Vorderhorn (*Cornu anterius*), welches bogenförmig nach vorn und unten in den Hemisphären verläuft und in welches das *Corpus striatum* vorspringt, — das seitliche Horn (*Cornu descendens*), welches den Schläfenthail der Hemisphären seitlich durchzieht und nach unten verläuft, und — das Hinterhorn (*Cornu posterius*), welches vielen Säugern fehlt, bei rückwärts gerichteten Hemisphären jedoch innerhalb dieser Hinterlappen eine Höhle bildet; in dasselbe ragt der *Pes hippocampi minor* hinein. Die Hörner gehen selbstredend alle von einer Höhle (*Cella lateralis*), dem eigentlichen Lumen des primitiven Gehirnbläschens, aus, welche mit dem *Ventriculus tertius* durch das Foramen Monroi communicirt. Zwischen Balken und Fornix spannt sich eine durchscheinende Haut (*Septum pellucidum*) aus, welche jederseits die Innenwand der *Corpora anteriora* und der *Cellae laterales* bildet. — Die Oberflächen des Gehirns können glatt sein oder sie zeigen Einschnitte, durch welche mehr oder minder zahlreiche Windungen (*Gyri*) auf den Hemisphären hervorgebracht werden. Zahlreich und tief sind die Gyricationen bei Thieren mit relativ kleinem Gehirn und grossen psychischen Fähigkeiten, wenig oder gar nicht ausgebildet sind sie bei den relativ grossen Gehirnen, deren Besitzer sich durch geringe geistige Fähigkeiten auszeichnen¹⁾. Das Gehirn des Menschen ist am reichlichsten mit denselben ausgestattet; beim Embryo legen sich jedoch die Hemisphären als glatte Gehirnthteile an, auf denen erst nach und nach Gyri hervortreten. — Das Zwischenhirn ist in zwei seitliche Abschnitte, die Sehhügel (*Thalami optici*) getrennt, welche hinter den *Corpora striata* der Hemisphären liegen. Sie umschliessen den *Ventriculus tertius*, der sich nach unten in das Infundibulum fortsetzt. Das Mittelhirn ist in seiner Oberfläche in zwei resp. vier Hügel (*Corpora bigemina* s. *quadrigemina*) geschieden und umschliesst den *Aquaeductus Sylvii*, welcher den *Ventriculus tertius* mit der *Medulla oblongata* verbindet. — Das Cerebellum scheidet sich

1) Beim Menschen ist das Verhältniss des Körpergewichts zum Gehirngewicht ungefähr wie 40 : 4; bei der Maus ungefähr 50 : 4, jedoch sind hier die Hemisphären wenig entwickelt und ohne Gyrication; beim Hunde 150 : 4, bei einem gleichgrossen Schaf 250 : 4; beim Walfisch ca. 10000 : 4. Das absolute Hirngewicht ist: beim Menschen ca. 4,3, beim Nilpferd ca. 2, beim Elephant ca. 3 und beim Walfisch ca 5 kg, bei der Katze nur 27 g.

in einen mittleren Theil, den Wurm, welcher bei Monotremen sehr stark, weniger bei Marsupialen, Edentaten und Chiropteren entwickelt ist, bei den höheren Säugern aber nur als ein schwaches Gebilde auftritt (daher die Bezeichnung Wurm), dem zwei mächtige Seitentheile (Hemisphären des Cerebellum) angelagert sind, welche sich bei oben genannten Säugern verhältnissmässig wenig entwickeln. — Die Medulla oblongata wird meist vom Cerebellum verdeckt. Mit der Grössenzunahme der Hemisphären des letzteren bildet sich unter der Rautengrube eine Commissur (*Pons Varolii*) aus, welche die Kleinhirntheile und den Vordertheil des Nachhirns verbindet. Diese Varolsbrücke ist unansehnlich bei Monotremen und Marsupialen, am mächtigsten beim Menschen ausgebildet.

b) Rückenmark.

Das Rückenmark setzt sich an die Medulla oblongata an, deren Grube sich in einen feinen Canal fortsetzt, welcher central im Rückenmark verläuft und von einer Cylinderepithelschicht ausgekleidet wird. Dieser sogenannte *Canalis centralis* ist der Rest des Medullarrohrs, welches sich beim Embryo als erste Andeutung des Gehirn-Rückenmarkes bildet (vergl. Entwicklungsgeschichte: Primivrinne). — Auf dem Querschnitte (Fig. 409) stellt sich das Rückenmark im allgemeinen als aus zwei Schichten bestehend dar: einer inneren, welche

Fig. 109. Querschnitt des Rückenmarks eines Kalbes. a Vordere, b hintere Längsspalte. c Centralcanal. d Vordere, e hintere Hörner. f Substantia gelatinosa. g Vorderstrang der weissen Substanz. h Seitenstrang. i Hinterstrang. k Quercommissuren. (Nach ECKER.)

(zum grössten Theile Ganglienzellen) zusammengesetzt ist und deshalb den Namen der grauen Substanz führt — und einer peripherisch gelagerten, sogenannten weissen Substanz, welche die graue allseitig umgibt und vorwiegend aus Nervenfasern gebildet wird. Von der grauen Substanz verlaufen Nervenfaserbündel nach oben und unten durch die weisse Substanz nach aussen, es sind die motorischen (unten) und sensiblen (oben) Fasern der Haut- und Muskelnerven. Da das Rückenmark meist durch einen dorsalen und einen ventralen, in der Mediane liegenden Schlitz in zwei Hälften getheilt wird, so stehen die oberen und unteren Schenkel (Hörner) der grauen Substanz unter einander durch Quercommissuren

in Verbindung. Diese Commissuren umfassen den Centralcanal. Sehr schmal sind die Hörner der grauen Substanz bei wenig beweglichen und gepanzerten Wirbelthieren (Krokodil z. B.), stark entwickelt bei beweglichen und nackten Thieren (Säugern). — Bei den Cyclostomen ist das Rückenmark platt, sonst auf dem Querschnitte stets mehr elliptisch ausgebildet. Ge-

gen das Ende des Körpers hin tritt eine allmähliche Verjüngung des Rückenmarkes ein. Bei einzelnen Thieren sind an den Stellen der Nervenaustritte besondere Anschwellungen entwickelt, welche fast an die Ganglienketten der Wirbellosen erinnern, denselben jedoch nicht homolog zu setzen sind. Auch bei höheren Vertebraten finden sich an den Austrittsstellen grösserer und zahlreicher Nerven schwächere Anschwellungen (Hals-, Brust- und Lendenschwellung). Bei den Vögeln ist das Medullarrohr in der Lendengegend offen geblieben, sodass der *Canalis centralis* frei zu Tage tritt (*Sinus rhomboidalis*). Die letzten Schwanzwirbel sind selten noch vom Rückenmark durchsetzt, welches sich nach und nach bei den höheren Formen der Vertebraten nach vorne zieht; im Schwanztheile der Säuger verschwindet es vollständig. Durch dies Zurückziehen gegen das Gehirn zu treten die letzten Nerven in grösserer Anzahl neben einander aus ihm hervor und bilden die *Cauda equina* des Rückenmarks.

Hüllen des Gehirns und Rückenmarks. Die Hüllen des Centralnervensystems sind dreierlei Ursprungs: die äusserste entstammt dem Skelet, die mittlere ist selbständig entwickeltes Bindegewebe und die innere gehört dem Nervensystem selbst an.

Die äussere, *Dura mater*, entsteht aus dem Periost des cerebrospinalen Skeletes, dessen Höhlen sie enger anliegt als dem Nervensystem, wodurch häufig Lücken zwischen beiden entstehen. Im Schädeltheile erstrecken sich von ihr platte Fortsätze in die Schädelhöhle und zwischen einzelne Gehirntheile hinein. So setzt sich zwischen die Hemisphären des Grosshirns ein Fortsatz, die Hirnsichel (*Falx cerebri*), fort, welche nach hinten zu mit einem weiteren Fortsatze, dem Kleinhirnzelt (*Tentorium cerebelli*), in Verbindung tritt. Dies Tentorium tritt zwischen Cerebellum und die hinteren Lappen der Grosshirnhemisphären und kann häufig verknöchern.

Die mittlere *Arachnoides*, Spinnenhaut, ist als ein zartes, dünnes Häutchen entwickelt, welches sich um Gehirn und Rückenmark herumzieht. Sie steht mit der *Dura mater* und der inneren Haut in Verbindung und bildet innerhalb der Spalten zwischen Nervensystem und *Dura mater* oft ein Lymph-, Gallert- oder Fettgewebe.

Die innere *Pia mater*, Gefässhaut, überzieht als dünne, durchsichtige Haut Gehirn und Rückenmark vollständig; sie dringt in alle Spalten u. s. w. derselben ein. In ihr verlaufen die Hauptäste der Gehirngefässe und gehen von ihr aus als kleine Venen, Arterien und Capillarnetze zum Hirn und Rückenmark über.

2) Peripherisches Nervensystem.

Man theilt die peripherischen Nerven in Spinalnerven, welche vom Rückenmark ausgehen, und in Hirnnerven ein. Beim Amphioxus ist eine solche Eintheilung nicht durchführbar, weil derselbe einen bestimmten Schädeltheil entbehrt.

a) Spinalnerven (*Nn. spinales*).

Je einem Wirbel des Rückgrats entspricht ein Spinalnervenpaar, welches seitlich zwischen zwei auf einander folgenden Wirbeln durchgeht.

Ein jederseitiger Spinalnerv entspringt mit zwei Wurzeln vom Rückenmark. Eine obere Wurzel, welche nur sensitive Fasern enthält, bildet kurz nach ihrem Austritt aus dem oberen Rückenmarkstheile ein Ganglion, die aus diesem heraustretenden Fasern vereinigen sich dann bald mit den Fasern der unteren Wurzel, welche nur aus motorischen bestehen, zum Stamm eines Spinalnerven. — Jeder Spinalnerv theilt sich darauf in zwei Hauptäste: einen oberen (*Ramus dorsalis*), welcher die äussere Haut und die Musculatur des Rückens versorgt — und einen unteren (*Ramus ventralis*), der an die Seiten- und Bauchfläche tritt und einen weiteren Ast zum sympathischen Nervensystem entsendet, den *Ramus intestinalis* s. *visceralis*.

Bei den Fischen treten die Spinalnerven oft mit getrennten Wurzeln zwischen den Wirbeln hindurch (Haie) und an die Ligamenta intermuscularia heran. Werden jedoch die Extremitäten stark ausgebildet, so erfahren auch die Spinalnerven, welche sie versorgen, eine bedeutendere Entwicklung, sie treten zu mehreren in ein Geflecht zusammen, aus dem sich dann die Extremitätennerven lösen. Ein vorderes besteht aus den Rami ventrales der hinteren Halsnerven, bildet den *Plexus brachialis* und versorgt von diesem aus die Musculatur der vorderen Extremität. Ein gleicher Plexus wird vor oder im Becken gebildet, *Plexus lumbalis* s. *sacralis*, und innervirt die Hinterextremitäten. Bei Amphibien bilden drei bis vier Spinalnerven den Plexus brachialis. Bei Reptilien bildet ihn der 6.—9. oder 7.—10. Cervicalnerv, zu dem beim Alligator noch der 1. Thoracalnerv hinzutritt. Bei den Vögeln sind es die letzten Cervical- und ersten Thoracalnerven, welche diesen Plexus in verschiedener Weise bilden, ebenso bei den Säugern. Im Plexus der Hinterextremität sind 3 bis 40 Spinalnerven vereinigt. Beim Frosch z. B. 3. Ein vorderer, aus dem Plexus hervortretender Nerv wird zum *N. cruralis* (Schenkelnerv), während die übrigen den starken *N. ischiadicus* (Hüftnerv) bilden. Bei den Reptilien und Vögeln ist der Plexus cruralis vom Plexus sacralis getrennt. Die Säuger bilden meist auch zwei solcher Plexus, in die je bis fünf Spinalnerven eingehen können.

b) Gehirnnerven (*Nn. cerebrales*).

Man zählt zu ihnen zwölf Paare von Nerven, welche sich in zwei Gruppen trennen lassen. Die eine besteht aus dem Riech- und Sehnerven (*N. olfactorii* und *optici*), welche nicht von Spinalnerven ableitbar sind, — die andere enthält 10 Spinalnervenpaare, welche oft noch obere und untere Wurzeln erkennen lassen (Fig. 440).

I. Der *Nervus olfactorius* entspringt stets vom Vorderhirn, und zwar aus dem Lobus olfactorius. Die Olfactorii bilden jederseits meist einen Stamm, mit dem sie die Schädelkapsel vorn verlassen, um sich auf der Nasenschleimhaut auszubreiten. Bei den Säugern und Haien treten sie in mehreren Aesten aus

der Schädelhöhle durch die Siebplatte (*Lamina cribrosa*) nach der Nasenhöhle.

II. Der *N. opticus* entstammt dem Zwischen- und Mittelhirn, und zwar geht der linke Sehnerv aus der rechten Gehirnseite, der rechte aus der linken hervor, infolge dessen kreuzen sich die Nerven, und zwar bald nach ihrem Austritt. Die Kreuzungsstrecke wird als *Chiasma* (nervorum optico-rum) bezeichnet. Nur bei den Cyclostomen geht der jederseitige Opticus zum Auge der gleichen Seite. Die austretenden Stränge verlaufen einfach über einander bei Knochenfischen, wo in seltenen Fällen auch der eine durch eine Spalte des anderen hindurch gehen kann (Hering). Bei den höheren Vertebraten verlaufen mehrere Faserzüge getrennt zwischen einander durch.

III. Dem dritten Paare gehört der *N. oculomotorius* an, welcher die Augenbewegung grösstentheils besorgt. Er entspringt vom Vorderrande des Nachhirns und tritt zu den meisten Augen bewegenden Muskeln heran. Bei den Amphibien und einigen Fischen ist er noch eng mit dem Trigeminus verbunden.

IV. *N. trochlearis*. Er geht als kleiner Nerv zum *Musc. obliquus oculi superior* und ist auch bei vielen Fischen und Amphibien oft nur als Theil des Trigeminus zu betrachten.

V. *N. trigeminus*. Der dreigetheilte Nerv ist sehr stark entwickelt. Er entsendet einen oberen Ast (*Ramus ophthalmicus*), welcher die Augenhöhlen und die Ethmoidalregion versorgt; einen mittleren Ast, der als *N. maxillaris superior* zu dem Oberkiefer tritt und Aeste an die Zähne, an die Nasenseite und gegen die unteren Theile der Augenhöhlen entsendet; und einen unteren Ast, den *N. maxillaris inferior*, welcher die Kau- und Backenmuskulatur, sowie die Zähne des Unterkiefers innervirt. Die beiden Kiefernnerven entsprechen einem *Ramus ventralis* der Spinalnerven. Als *Ramus intestinalis* wird ein Zweig des Unterkiefernnervs betrachtet, der bei Fischen direct zum Gaumen tritt, bei den

Fig. 110. Vordere Ansicht des verlängerten Marks vom Menschen, mit der Brücke und den angrenzenden Theilen der Hirnbasis. Links ist die Fortsetzung der Rückenmarksstränge durch die Brücke in die Hirnschenkel durch Zerschneidung dargestellt und die untere Fläche des Sehhügels blossgelegt. *p* Pyramide. *o* Olive. *s* Seitenstrang. *nd* Gezählter Kern der Olive. *br* Hirnbrücke. *f* Fuss des Hirnschenkels. *Ab* Haube des Hirnschenkels. Beide sind durch ein tiefes Querfaserbündel der Brücke, welches quer durchschnitten wurde, von einander getrennt. *cc* Weisses Hügeln (Corpora candidantia). *t* Grauer Hügel mit dem Hirntrichter. *h* Hirnanhang. *zh* Sehhügel. *pv* Polster (Pulvinar) des Sehhügels. *k* Kniehöcker. *sp* Vordere durchbrochene Substanz. *pp* Hintere durchbrochene Substanz. I—XI Erster bis elfter Hirnnerv. I Riechnerv. II Sehnerv. III Gemeinsamer Augenmuskelnerv (Oculomotorius). IV Oberer Augenmuskelnerv (Trochlearis). V Dreigetheilter Hirnnerv (Trigeminus). VI Aeusserer Augenmuskelnerv (Abducens). VII Antlitznerv (Facialis). VIII Hörnerv (Acusticus). IX Zungenschluckkopferv (Glossopharyngeus). X Lungenmagennerv (Vagus). XI Beinerv (Accessorius). (Nach WUNDT.)

anderen Wirbelthieren vorher noch eine Verbindung mit einem sympathischen Ganglion eingeht. Auch der Facialis, Acusticus und Abducens sind wie der Oculomotorius und Trochlearis mit dem Trigeminus in Verbindung zu bringen. Es werden daher die Nerven III—VIII als Trigeminusgruppe dem Olfactorius und Opticus, sowie der unten zu besprechenden Vagusgruppe gegenüber gestellt.

VI. Der *N. abducens* ist der motorische Nerv für den *Musc. oculi rectus externus* und versorgt bei *Petromyzon* auch noch den *M. rectus inferior* (siehe Auge im folgenden Abschnitt). Er entspringt neben dem Facialis im Nachhirn, bei höheren Säugern dicht unter dem Boden der *Medulla oblongata* und nahe der Medianebene des *Pons Varolii*.

VII. Der *N. facialis* ist der motorische Nerv der Kopf- und Gesichtsmusculatur und innervirt als *Ramus ventralis* eines Spinalnerven den Zungenbeinapparat, das Gaumensegel der höheren Säuger, sowie den *M. digastricus* und andere theilweise; weiterhin wirkt er anregend auf die Secretion der Speicheldrüsen. Bei Fischen und manchen Reptilien verbindet er sich mit dem Trigeminus.

VIII. Der *N. acusticus* wird von einigen Autoren als zum Gehirn gehörig, wie Olfactorius und Opticus, betrachtet, während andere, und wohl mit Recht, ihn als oberen Ast (*Ramus dorsalis*) eines Spinalnerven auffassen. Er entspringt auf dem Boden des vierten Ventrikels. Mit mehreren Aesten geht er in die verschiedenen Theile des Gehörorganes. Bemerkt sei, dass er häufig durch Querfäserchen mit dem siebenten Hirnnerven, dem *N. facialis*, zusammenhängt.

IX. *N. glossopharyngeus*, der Zungenschlundkopfnerv, ist der Geschmacksnerv und entspringt neben dem *N. vagus*, mit dem er bei Rochen, *Lepidosiren* und Amphibien noch verbunden erscheint. Er versorgt die Zunge, den weichen Gaumen und die oberhalb des Kehlkopfs gelegene Partie des *Pharynx*. Mit dem *Vagus* steht er auch bei höheren Säugern noch durch einen Zweig in Verbindung.

X. Der *N. vagus*, der herumschweifende Nerv, entsendet seine Fasern bei höheren Säugern zum Athmungs- und Verdauungsapparate. Er entspringt mit mehreren Wurzeln aus dem Gehirn und erscheint als aus einer Anzahl von grösseren (Spinalnerven gleichwerthigen) Nerven zusammengesetzt. An jeden Kiemenbogen der Fische und der durch Kiemen athmenden Amphibien tritt ein Ast des *Vagus* heran, welcher einem *Ramus ventralis* eines Spinalnerven entspricht. Mit Schwinden der hinteren Kiemenbögen verschwinden auch die betreffenden *Vagusäste* und es tritt eine *Complication* in dem Abschnitte unseres Nerven ein, welcher zunächst als Ast an die Schwimmblase herantrat; die sich aus der letzteren entwickelnden Lungen und Luftwege werden nun von zahlreichen *Vaguszweigen* versorgt. Der gesammte Verdauungscanal mit seinen Drüsen (Leber, Milz, Niere, *Pancreas*) wird vom *Vagus* innervirt, ebenso das Herz und die grösseren Gefässe.

XI. Der *N. accessorius* hängt mit dem *Vagus* zusammen, er versorgt einen Theil der Hals-, Kopf- und Schultergürtelmusculatur und entspringt mit mehreren Wurzeln aus dem hinteren Medullarabschnitte und dem Halstheile des Rückenmarks.

XII. Der *N. hypoglossus*, unterer Zungennerv, tritt mit mehreren Wurzeln aus dem unteren Theil der *Medulla* heraus und verlässt auch den Schädel mit

mehreren Wurzeln. Er versorgt die Zungenmuskulatur (in der Figur ist er nicht angegeben).

Die Hirnnerven IX, X, XI und XII werden nach ihrem Verhalten bei den niederen Vertebraten wohl mit Recht als die Vagusgruppe zusammengefasst.

c) Eingeweidenervensystem.

Die Rami viscerales der Cerebrospinalnerven stehen sämtlich jederseits durch eine Längscommissur, welche sich von der Schädelbasis längs der Wirbelsäule fortsetzt, in Verbindung. Diese Commissuren werden als Grenzstrang des sympathischen Nervensystems bezeichnet und liegen symmetrisch gegen die Wirbelsäule. Je an den Verbindungsstellen der Rami viscerales mit den Commissuren sind Ganglien entwickelt, aus denen dann die sympathischen Nervenfasern mit mehreren grösseren Stämmen an die Eingeweide herantreten und hier unter sich oder im Verein mit Aesten der Spinalnerven Plexus bilden, in denen zahlreiche grössere und kleinere Ganglien eingeschaltet sind: den *Plexus caroticus* im Halstheile, den *Plexus cardiacus* am Herzen und den *Plexus abdominalis*, welcher in verschiedene an dem Magen, der Leber, den Nieren, den Geschlechtsorganen u. s. w. liegende Plexus zerfällt.

Mit Ausnahme von Amphioxus und den Myxinoiden finden wir einen Sympathicus bei sämtlichen Wirbelthieren entwickelt.

K. Sinnesorgane.

Die höchste Ausbildungsweise thierischer Gewebe tritt uns in den Sinnesorganen entgegen, in jenen Organen, welche die Wächter für die gesammten anderen Organe sind. Sie ermöglichen die Erlangung einer geeigneten Nahrung, dienen als Führer bei der Bewegung und verkünden dem Körper eine nahende Gefahr — daher sind sie auch vornehmlich an den exponirtesten Stellen desselben entwickelt, also besonders am vorderen, in der Richtung der Bewegung liegenden Pole. Ihre Lage ist stets in der Nähe der äusseren Haut und entwicklungsgeschichtlich betrachtet erweisen sie sich als nichts anderes, denn als — modificirte Hautstellen.

Bei niederen Thieren dient die gesamte Körperoberfläche zur Perception von Licht-, Wärme- und anderen Eindrücken. Eine Hydra z. B. entbehrt der selbständigen Sinnesorgane vollkommen, und dennoch vermag sie Lichtempfindungen wahrzunehmen, was sich daraus ergibt, dass sie der Lichtquelle zuwandert. Die einzelligen Protozoen suchen oder fliehen das Licht, je nachdem es für ihre Existenz günstig erscheint. — Die Ausbildung besonderer Sinnesorgane ist jedoch an das Vorhandensein eines Nervengewebes geknüpft und finden wir solche wohl überall, wo das letztere ausgebildet ist. Nervenendigungen treten mit eigens modificirten Hautzellen in Verbindung und erhalten durch dieselben Molekularbewegungen übermittelt.

Die Qualität des Reizes wird entscheidend für die Ausbildung des Sinnesorganes sein. Molekularbewegungen können entweder durch Luft- oder Aether-

schwingungen (Ton- und Lichtwellen) und mechanische Eindrücke (Druck, Stoss, Verletzungen u. s. w.) oder durch chemische Processe hervorgerufen werden, und diesen Quellen entsprechend zeigen die Sinnesorgane verschiedenen Bau. Licht- und Tonwellen versetzen zarte elastische Gebilde, welche die Form von Haaren oder Stäbchen u. s. w. haben, in Schwingungen, und von diesen Endapparaten der Sinneszellen werden die Molekularbewegungen den Zellen und leitenden Nervenfasern selbst übermittelt. Mechanische äussere Eindrücke treffen auf ein elastisches Zellpolster, von dem aus sie in geeigneter Weise auf die in diesem Polster endigende Nervenfaser übertragen werden.

Zur Perception von Geruchs- und Geschmacksempfindungen ist es zunächst nöthig, dass die Stoffe, welche wahrgenommen werden sollen, in einen flüssigen Zustand versetzt werden, falls sie nicht schon in einem solchen sich befinden. Gase werden von der feuchten Oberfläche einer Schleimhaut gelöst und in dieser Form wirken sie auf die in der Schleimhaut vertheilten Sinnesepithelien ein. Nahrungsstoffe müssen, wenn sie fest sind, erst durch das Secret von Munddrüsen (Speichel) gelöst und so den meist becherförmig angeordneten Geschmackssinneszellen übermittelt werden.

Dass an die Sinnesepithelien noch eine Reihe von Hülfsgebewen herantreten, welche die Reizübertragung in zweckmässigster Weise vor sich gehen lassen, ist schon früher erwähnt worden. Hier wird das Körperepithel durch Verdickung zu einer lichtbrechenden hellen Linse, dort treten Theile des inneren Skeletes als Hammer und Ambos in den Dienst des Gehörorganes, ja selbst Fremdkörper werden herangezogen, um zur Uebertragung von Schwingungen nutzbar zu werden, wie z. B. die Sandkörner im Gehörorgane der Krebse u. s. w.

Coelenterata. Dort, wo sich ein Nervenring mit seinen Ganglienzellen entwickelt hat, treten auch Fasern desselben gegen die peripherischen Schichten des Körpers und gehen die Bildung eines Sinnesorganes ein. Dreierlei Formen der letzteren will man constatirt haben: Tastorgane, Hör- und Seh-

werkzeuge. Als Tastorgane functioniren, ausser der allgemeinen Körperoberfläche, wohl hauptsächlich die als Tentakel schon so oft erwähnten Fortsätze der Leibeswandungen. Vielleicht sind auch starre Borsten auf den Tentakeln und in der Nähe des Mundes als die Uebertrager mechanischer Reize anzusehen. Als Seh- und Hörorgane hat man die schon S. 483 erwähnten Randkörper zu betrachten. Bei den Medusen und Scheibenquallen (Fig. 144) liegen am Mantelsaume in den Radien und Interradien des Körpers kleine Bläschen oder Pigmentanhäufungen. Die ersteren dienen als Gehörorgane, sie sind in den Scheibenrand eingelagert oder springen aus demselben hervor. Sie zeigen in

Fig. 111. Randkörper von acraspeden Medusen. A von *Pelagia noctiluca*, B von *Charybdea marsupialis*. a der freie Theil des Randkörpers zwischen den Randanschnitten der Körperscheibe gelagert. b Stiel. c Canal in demselben. d Ampulle. e Krystallsäckchen. f Pigment. g Linsenartige Körper.
(Nach GEGENBAUR.)

Scheibenrand eingelagert oder springen aus demselben hervor. Sie zeigen in

einer homogenen Kapsel, an welche von den Ganglien aus seitlich Nervenfasern herantreten, geschichtete Concremente der Kapselwand aufgewachsen, oder die Kapsel enthält am freien Ende ein mit Krystallen angefülltes kleines Bläschen. Die Randkörper der Discophoren (Fig. 111) sind gestielt und liegen in einer Vertiefung des Scheibenrandes; im Innern findet sich ein Hohlraum (*Ampulla*), welcher durch einen feinen Canal im Stiele des Randkörpers mit dem Gastral-system in Verbindung steht. Bei Hydromedusen finden sich Pigmentflecke an der Basis der Tentakeln, welche hin und wieder mit lichtbrechenden Apparaten verbunden sind und als primitive Sehorgane (*Ocelli*) gedeutet werden. Solche Pigmentflecke treten auch an den oben beschriebenen Randkörpern der Discophoren auf (Fig. 111 B). — Bei den Ctenophoren gilt ein am aboralen Pole gelagertes Bläschen als Sinnesorgan. Diese Blase setzt sich aus vier Segmenten zusammen, an ihrem Boden befindet sich ein Wimperepithel; welches aus vier Platten in je zwei Reihen angeordnet ist. Die Enden dieser Platten stellen vier grosse gebogene Wimperhaare (Federcilien) dar, die zwischen ihren gegen einander gekrümmten Enden den aus zahlreichen Theilen bestehenden Otolithen-haufen in fortwährender Bewegung erhalten. Die Blase steht mit dem Seewasser in directer Communication. — Als Geruchsorgane beschreiben mehrere Forscher bei Hydromedusen eine Vertiefung in der Nähe des Randkörpers, deren Boden ein Sinnesepithel trägt.

Echinodermata. Als Tastorgane sind fuhlerartige Ambulacralgefässe anzusehen, welche bei Asteroiden und Ophiuriden an der Spitze der Arme stehen; ebenso sind die Tentakeln der Holothurien und pinselförmige Tastfüsschen der Spatangiden als gleiche Organe zu betrachten. — Gehörorgane stellen sich als fünf Paar Bläschen an dem Ursprunge der radialen Nerven von Synaptiden dar. — Augen finden sich vielleicht bei Seeigeln, sicher bei Asteroiden. Bei den letzteren liegen dieselben am vorderen Ende der ventral verlaufenden Ambulacralrinne, woselbst sie als rothe Pigmentflecke sichtbar werden. Die Epithelschicht, welche die Ambulacralrinne überkleidet, hat an den Augenstellen eine trichterförmige Anordnung der Zellen erfahren. Jede dieser nach einem Centrum zulaufenden Zellen stellt ein Einzelauge dar, welches durch rothe Pigmentablagerung und durch die Ausbildung eines lichtbrechenden Apparates charakterisirt ist. In das Innere des von diesen Zellen begrenzten Trichters springen stäbchenförmige Gebilde vor, welche wahrscheinlich mit Nervenendigungen in Verbindung treten. Ueberwölbt wird derselbe von einer convex ausgebildeten Cuticula (Linse).

Vermes. Als Tastorgan functioniren bei den Würmern modificirte Integumentzellen; nach innen zu stehen dieselben mit einer Nervenendigung, nach aussen mit einer starren Borste (Tastborste) in Verbindung. Letztere ragt aus dem Körper hervor und überträgt empfangene Eindrücke auf den leitenden Nerven. Solche Tastborsten oder Taststäbchen sind bald über den gesammten Körper oder nur an bestimmten Stellen desselben ausgebildet (Turbellarien und Nemertinen), bei Lumbricinen am Kopfsegmente, bei den Chaeto-

poden an den Fühlern, Tastern und Cirren des Körpers. Einige Hirudineen zeigen am Kopfe und an einigen Hinterleibssegmenten becherförmige Organe entwickelt, aus deren Grunde sich Tastaare erheben. — Eigenthümliche Sinnesorgane liegen am Kopfe der Nemertinen als sogenannte Kopfgrube. Seitliche Spalten führen in einen engen Canal, dessen Wandung Cilien trägt und der mit dem Gehirne oder Gehirnfasern in Verbindung tritt.

Sehorgane. Im einfachsten Falle sind die Augen vieler niederer Würmer (Turbellarien, Trematoden, Nemertinen, Rotatorien u. s. w.) nur durch Pigmentflecke vertreten (**Augenflecke**), welche dem Gehirne aufliegen oder in der Nähe desselben entwickelt sind. Das Sehorgan complicirt sich, wenn zu der Pigmentschicht eine als Krystall-Stäbchen oder -Kegel entwickelte Zellgruppe hinzutritt, welche sich dann mit dem Sinnesnerven verbindet (Plathelminthen und Turbellarien). Neben diesen Pigmentflecken kommen auch wahre Augen zur Entwicklung. In den verschiedensten Ausbildungsweisen treffen wir die Sehorgane bei den Anneliden. Sie liegen meist am Kopftheile dem Gehirne auf, können jedoch auch an das hintere Körperende (Fabricia) rücken, oder auf jedes Leibessegment paarig vertheilt sein (Polyopthalmus), oder auch als Pigmentflecke mit lichtbrechenden Körpern auf den Kiemenanhängen sitzen (Sabella-Arten). Am höchsten entwickelt sind sie bei der Gattung *Alciop*e (Fig. 112). Das Integument überzieht den vorderen Theil des Augenbulbus

und liegt unter ihm die kugelige Linse (*l*), hinter der sich ein rundlicher Glaskörper (*h*) als zweite lichtbrechende Schicht befindet. Im Grunde des Bulbus breitet sich der Sehnerv in feinen Fasern (*o'*) aus und treten diese Fasern mit einer Zellschicht in Verbindung, welche durch eine Pigmentlamelle (*p*) von den nach dem Glaskörper zu vorspringenden Stäbchen getrennt wird. Es sind diese Augentheile nichts als modificirte Hautepithelien, welche mit einer grossen Anzahl Nervenfasern in Verbindung treten. Die Stäbchen mit ihrer Pigmentschicht sind den Pigmentzellen des Seesternauges zu homologisiren, die Linse ist eine cuticuläre Bildung und wird das gesammte Organ vorne noch von einer Integumentschicht

Fig. 112. Auge einer Alciopide (*Neophanta calox*) nach GREFF. *i* Integument, das vordere Segment des Bulbus *c* überziehend. *l* Linse. *h* Glaskörper. *o* Sehnerv. *o'* Sehnervenausbreitung. *p* Pigmentschicht. *b* Stäbchenschicht.

überzogen. — Vielen parasitirenden Würmern, z. B. den Cestoden, fehlen ausgeprägte Sehorgane, höchstens kommen Rudimente derselben vor.

Hörorgane sind nicht allgemein bekannt; wo solche vorkommen, haben sie auch die bei den Coelenteraten geschilderte Bläschenform. Die Bläschen tragen wahrscheinlich einen inneren Wimperzellbelag und umschliessen mehrere Otolithen. Unpaar treten Gehörbläschen bei Turbellarien und Nemertinen, paarig bei vielen Anneliden auf.

Arthropoda. Tastwerkzeuge sind ziemlich verbreitet. Sie stellen sich als Ectodermzellen dar, welche nach innen mit einer Nervenendigung, nach aussen mit einer Borste oder einem Stäbchen in Verbindung stehen; letzteres übermittelt den Reiz der Zelle, diese dem Nerven. — Bei den Crustaceen sind solche Gebilde an fast allen Anhängen des Körpers entwickelt, bei Insecten besonders an den Antennen und den Fussgliedern.

An den Antennen der Kruster und Insecten treffen wir gleichzeitig noch den Tastorganen ähnliche Bildungen, welche jedoch in einer Vertiefung liegen, die von indifferenten Borsten überragt wird. Man deutet dieselben als Geruchswerkzeuge.

Sehorgane. Allgemein unterscheidet man bei den Arthropoden einfache (Fig. 113) und zusammengesetzte Augen, von denen die letzteren jedoch nur durch Modification und zahlreiche Ausbildung der ersteren entstanden sind. Die Cuticula überzieht das Auge stets als durchsichtige Hornhaut und verdickt sich häufig zu einer lichtbrechenden Linse (*l*), welche über dem Centrum des Auges liegt. Beim einfachen Auge gehen die Zellen (*h*), die sonst als Matrix für die Chitinhülle dienen, durch weitgehende Modification die Bildung der inneren Augentheile ein. Die betreffenden Zellen erfahren zunächst eine verlängerte Ausbildung und lagern sich gewissermaassen concentrisch übereinander.

Die äusserste Schicht (*p*) scheidet die Pigmente aus, die innere (*g*) wird durch Modification zum Glaskörper. Unter dem letzteren liegen die sogenannten Retinazellen, deren oberes Ende als Stäbchen abgesondert sein kann. An diese Stäbchenzellen treten die Enden des Sehnerven heran. Lagern sich mehrere Stäbchen aneinander, so entsteht ein neuer Körper, welcher in der Achse der Retinazellen liegt und als *Rhabdom* bezeichnet wird. Die Nervenzellen treten auch zusammen (zu 7, selten 4) und stellen eine *Retinula* dar. Aus den Zellen, welche den Glaskörper bilden, gehen mehrere (4) die Bildung eines Krystallkegels ein, welcher mit der Spitze gegen das Rhabdom zu gelagert ist.

Beim zusammengesetzten Auge (Fig. 114) haben wir es nur mit einer vermehrten Ausbildung und einer engen Zusammenlagerung der zuletzt geschilderten Körper zu thun. In der Regel lagern sich eine sehr grosse Anzahl Retinulae radiär, mit dem Sehnerv als Centrum, aneinander. Die Hornhaut (*Cornea*) überzieht alle diese Einzelaugen entweder glatt oder sie ist facettirt, d. h. sie lässt äusserlich einen aus polygonalen Feldchen zusammengesetzten Bau erkennen. Jedes Feldchen entspricht

Fig. 113. Durchschnitt durch das einfache Auge einer jungen Dytiscus-Larve.
(Nach GRENACHER.)

Fig. 114. A Schematischer Durchschnitt durch ein zusammengesetztes Arthropodenauge. n Sehnerv. g Ganglienanschwellung desselben. r Retinulae. c Facettirte Cuticularschicht, wobei jede Facette als Corneallinse erscheint. B Einige Hornhautfacetten von der Fläche gesehen. C Zwei Retinulae r mit ihren Corneallinsen c. (Nach GEGENBAUR.)

einem Einzelaug und kann sich über einem solchen zu einer Linse (c) verdicken. Unter der Linse resp. der Facette liegt dann die Retinula, welche von den nebenliegenden durch eine Pigmentschicht getrennt ist.

Crustacea. Bei den Entomostraken werden die Augen vielfach nur durch einen Krystallkegel dargestellt, welcher in eine Pigmentmasse eingebettet ist. Meist liegen diese einfachen Augen unpaar auf dem Scheitel des Thieres. Neben ihnen oder meist allein treten paarige, zusammengesetzte Augen auf, die häufig auf Fortsätzen des Vorderkopfes, den Stielen, sitzen. Die Augen der Malacostraken sind in der Regel einpaarig, seltener zweipaarig oder unpaar entwickelt. Eine unpaare Entwicklung tritt nur bei Larven auf. Die paarigen Augen sind zusammengesetzt: die sie überziehende Hornhaut ist glatt oder facettirt entwickelt, bei Asseln häufig als Linse ausgebildet. Meist sind die grossen paarigen Augen auf bewegliche Stielen aufgesetzt. Unpaare, einfache Augen finden sich bei Thoracostraken häufig an den Brustgliedmaassen oder den Afterfüssen vor. — Vielen niederen, die Tiefsee oder Höhlen bewohnenden und schmarotzenden Krustern fehlen die Augen vollständig.

Arachnoidea. Die Augen bleiben unbewegliche Punktaugen, welche zu 2—12 symmetrisch auf dem Scheitel des Cephalothorax sitzen. Bei den Scorpionen liegen neben 2 grösseren 2—5 kleinere. Die Spinnen zeigen 8, selten 6 Augen entwickelt. Einige Milben entbehren jeglicher Augen oder besitzen nur äusserst einfache Pigmentaugen. — Die Hornhaut ist niemals facettirt, sondern bildet meist über dem Augencentrum eine Linse, hinter welcher ein aus Zellen zusammengesetzter Glaskörper und unter diesem die Retina liegt.

Myriapoda. In der Regel sind gehäufte Punktaugen, seltener Facettenaugen zur Entwicklung gelangt.

Insecta. Das einfache Auge ist der Larvenform eigen: beim ausgebildeten Insect finden sich solche sogenannte Punktaugen (*Ocelli*) meist als Nebenaugen in dreifacher Anzahl auf dem Scheitel vor. Die Hauptaugen sind stets zusammengesetzte Facettenaugen (Netzaugen). Bei einzelnen Facettenaugen können die Krystallkegel fehlen (acone Augen) oder durch flüssige Ausscheidung der 4 Mutterzellen vertreten sein (pseudacone Augen).

Gehörorgane. Sie sind nicht bekannt bei Spinnen und Myriapoden und wenig bekannt bei Crustaceen und Insecten.

Bei den Crustaceen liegen die Gehörblasen meist am Basalgliede der Antennen, können aber auch an anderen Körperstellen vorkommen, bei Mysis z. B. am Schwanze. Mit dem Wasser stehen sie häufig in directer Communication und werden aus demselben Sandkörner in das Innere der Blase aufgenommen, um hier als Otolithen zu fungiren. Ist die Blase geschlossen, so werden die Otolithen vom Gehörorgane selbst ausgeschieden. Diese Gehörsteinchen werden nun innerhalb der Blase durch feine Gehörhaare festgehalten, welche je auf einer kleinen Membran aufgewachsen sind, an die der Gehörnerv seine Endigungen entsendet. Die eindringenden Schallwellen setzen die Otolithen und diese die Gehörhaare in Schwingungen.

Bei den Insecten sind Gehörorgane besonders bei den tonerzeugenden bekannt. Die Acridier besitzen solche am Metathorax über der Basis des letzten Fusspaares: bei Locustiden und Achetiden liegen sie an der Schiene des Hinterfusses. Hier stellt sich das betreffende Organ als ein äusserlich gelegenes, in

einen Chitinring eingespanntes Häutchen dar, an dessen Innenfläche mehrere zapfenartige Vorsprünge herantreten, die in einer Tracheenblase liegen und mit Nervenendigungen in Verbindung stehen. Die unter der paukenfellartigen Membran liegende Tracheenblase ermöglicht die ungehemmte Schwingung der keulenartigen Ansätze der Nervenendigungen und dient gleichzeitig als tonverstärkender Apparat. Bei einem Nachtfalter (*Sphinx atropos*) sind ähnliche Bildungen an den Vorderbeinen bekannt geworden. An der Basis der Hinterflügel vieler Käfer und der Schwingkölbchen der Dipteren sind Nervenendigungen mit Stäbchenfortsätzen innerhalb feiner, an die Oberfläche tretender Röhrchen als Gehörorgane (?) bestimmt worden.

Mollusca. Der Gefühlssinn ist über die gesamte weiche äussere Körperfläche verbreitet; als Tastorgane functioniren meist die Tentakel. Bei Lamellibranchiaten sind es die Tentakel am Mantelsaume, die Mundlappen und Segel, welche besonders der Sitz des Tastvermögens sind. Die Gastropoden fühlen durch feine Borsten und Haarbündel, die über die Cuticula des Epithels hervorstehen. Vielfach sind zwei oder vier, häufig einstülpbare Fühler entwickelt, die als Tastorgane functioniren.

Weitere Sinnesorgane von noch unerklärter Function sind wimpertragende Epithelschichten an verschiedenen Stellen des Integumentes, zu welchen Nervenendigungen treten. Bei Gastropoden liegen sie in der Nähe der Athmungsorgane. — Bei Opisthobranchiaten ist das hintere Tentakelpaar zu einem Geruchsorgane umgewandelt. Letztere Organe finden sich bei Cephalopoden in Gestalt zweier hinter den Augen liegender Grübchen oder flach stehender Papillen, welche mit Wimpern bekleidet sind. Zwischen den Wimperzellen treten die Riechzellen auf.

Sehorgane finden sich ziemlich verbreitet bei frei beweglichen, rudimentär ausgebildet bei festsitzenden Formen. Die Lamellibranchiaten zeigen Augen theils als einfache Pigmentflecke, theils als hoch entwickelte Organe am Mantelrande (Pecten, Cardium u. a.). Bei Pecten z. B. liegen die smaragdgrün schimmernden Augen auf musculösen Stielchen zwischen den Tentakeln. Stiel und Augenbulbus sind von pigmentirtem Epithel bekleidet, nur im vorderen Abschnitt fehlt das Pigment. Der Bulbus besteht aus einer halbkugelförmigen Linse, unter der das Sinnesepithel in fünf Schichten liegt, welche auf die Linse also folgen: spindelförmige Nervenzellen, cylindrische Nervenzellen, Stäbchenschicht, Tapetum und Pigmentschicht. Der Sehnerv theilt sich in zwei Theile, der vordere tritt in seinen Endigungen zu der ersten Nervenschicht, der hintere zu der zweiten heran. — Das Auge der Gastropoden, welches paarig auf der Spitze von Stielen und Fühlern oder an der Basis der letzteren liegt, besteht aus einem weichen Bulbus, dessen Grund von der Ausbreitung des Sehnerven eingenommen wird, über demselben liegt häufig ein Glaskörper und auf diesem nach vorn zu eine Linse. Die Retina lässt eine innere Stäbchen-, eine mittlere Pigment- und eine äussere Nervenfaserschicht erkennen. Neben diesen Augen finden sich bei *Onchidium* noch dorsal gelegene Augen, welche nach vorn zu eine aus Zellen gebildete Linse, darunter die Nervenfaserschicht und nach aussen die Zellen- und Stäbchenschicht besitzen. — Hoch entwickelt sind die

Augen der Cephalopoden. Die Augen liegen als grosse, paarig vorhandene Organe zu Seiten des Kopfes. Der Bulbus eines jeden wird von Knorpellamellen in seinem Grunde gestützt und ist von einer festen Kapsel umschlossen, welche sich nach vorne zu entweder als dünne, durchsichtige Cornea über das Auge hinzieht, oder an der vorderen Stelle durchbrochen ist, so dass das Innere des Bulbus mit dem Wasser communicirt (Nautilus). In diesem Falle fehlt auch die Linse und die Projection eines Bildes auf die im Bulbusgrunde liegende Netzhaut geschieht nach dem Princip des kleinsten Loches. Bei den

Dibranchiaten (Fig. 115)

ist der Bulbus geschlossen und eine Linse als lichtbrechender Körper unter der Cornea ausgebildet. Die Bulbuswand setzt sich aus einer inneren Knorpelschicht und zwei äusseren, silberglänzenden Schichten (*Argentea externa* und *interna*) zusammen. Vorn spaltet sich die Bulbuswand; ein vorderer ringförmiger Theil wird zur Iris und bildet eine längliche oder runde Pupille; ein hinterer Ring tritt an die kuglige Linse heran, welche aus zwei Theilen, einem vorderen flacheren und einem hinteren, stark gewölbten besteht. Die Linse schliesst die Augenkammer, welche mit einem durchsichtigen

Fig. 115. Horizontalschnitt durch das Auge von Sepia (Schema). KK Kopfknochen. C Cornea. L Linse. ci Ciliarkörper der Linse. R Innere Schicht der Retina. Re Äussere Schicht. P Pigmentschicht. o Sehnerv. go Ganglion. k Augapfelknorpel. ik Irisknorpel. w Weisser Körper. ae Argentea externa. (Nach HENSEN.)

Glaskörper angefüllt ist und in deren Grunde die Retina liegt. Diese setzt sich aus sieben Schichten zusammen, die äusseren derselben werden durch Ganglienzellen und Nervenfasern gebildet, und sind von den inneren durch eine Pigmentschicht getrennt; die letztere bildet die Stäbchenschicht. Der von hinten herantretende Sehnerv bildet vor der Bulbuswand ein grosses Ganglion, welches dann mehrere Fasern zur Bildung der Retina in den Bulbus entsendet.

Hörorgane. Diese Organe stellen sich wieder als Bläschen (*Otocyste*) dar, welche im Innern mit Wimperhaaren ausgekleidet sind und einen oder mehrere Otolithen umschliessen. Innervirt werden sie vom Gehirn aus, brauchen jedoch nicht in der Nähe desselben zu liegen, bei den Lamellibranchiaten und Gastropoden liegen sie z. B. dem Pedalganglion an. Bei den Cephalopoden treffen wir die Hörbläschen am Kopfknochen, oft, wie bei den Dibranchiaten, in besondere Vertiefungen des Knorpels eingelagert. Da sich die Gehörbläschen der Kopffüssler vom Ectoderm aus ins Innere des Kopfes einstülpen,

sich die Schichten des letzteren aber nicht über ihnen schliessen, so tritt von aussen her je ein feiner Wimpercanal an das Bläschen heran.

Molluscoidea. Bei den Bryozoen sind keine besonderen Sinnesorgane bekannt und auch den Brachiopoden kann man solche nicht mit Bestimmtheit zuschreiben; höchstens dienen bei den letzteren zwei Fadenreihen, welche längs der Arme verlaufen, als Tastorgane.

Tunicata. Die frei schwimmenden Tunicaten besitzen vielleicht ein Riechorgan, welches in dem Kiemenkorbe als seichtes, durch einen Nerven sich mit dem Ganglion verbindendes Grübchen dargestellt ist. — Als Taster sind Fädchen und Lappen, welche um die Körperöffnungen gelagert sind, anzunehmen. — Die Augen werden bei Ascidien meist durch Pigmenthäufchen an den Lippen der Körperöffnungen repräsentirt; grösser und entwickelter sind sie bei den Larven derselben, bilden sich dann aber meist zurück. Nur bei Pyrosomen erhält sich auch beim ausgebildeten Individuum das von einem linsenartigen Körper überlagerte Auge, welches im übrigen durch eine grössere Pigmentmasse ausgezeichnet ist. Bei den Salpen sitzt das Auge einem Stiele über dem Ganglion auf und besteht aus einem Pigmentbogen, in welchem Stäbchen ausgebildet sind. — Gehörorgane in Form von Bläschen, welche sich dem Ganglion anlagern, hat man bei Copelaten und Cyclomyarien gefunden; auch den Larven der Ascidien kommen dieselben zu.

Vertebrata. Von Gehirnnerven aus werden die Geruchsorgane (I. Nervenpaar), die Augen (II. Nervenpaar), die Gehörorgane (VIII. Nervenpaar) und das Geschmackorgan (IX. Nervenpaar) versorgt, während das Gefühl in den Endigungen sensibler Spinalnerven seinen Sitz hat. Zu den sogenannten fünf Sinnen gesellt sich bei Fischen noch ein sechster, der sein Organ in der Seitenlinie derselben besitzt.

Tastorgane. Zum Zwecke der Empfindung äusserer, mechanischer Eindrücke sind am Körper der Wirbelthiere die Nervenendigungen in sehr verschiedener Weise mit Hilfsapparaten ausgestattet und als VATER'sche, HERBST'sche, MEISSNER'sche, PACCINI'sche Körperchen, Endkolben u. s. w. unterschieden. Im allgemeinen lässt sich nur sagen, dass die Substanz des Achseneylinders (vergl. Fig. 22, 40en) sich in Kapseln fortsetzt oder um solche herumlagert, welche mit einer flüssigen Masse erfüllt sind und den Reiz auf die Nervenendigung übertragen; um diese centrale Kapsel kann dann ein Gewebepolster in verschiedenen Schichten gelagert sein. Solche Tastkörperchen sind nicht allein auf die äussere Haut beschränkt, sondern finden sich auch hin und wieder in inneren Geweben, wie z. B. im Mesenterium der Katze, im Schnabel- und Zungenrande vieler Vögel (besonders Wasservögel). Bei den Säugern sind dann weiterhin noch äussere Borsten mit Nervenendigungen in ähnlicher Ausbildung zusammengetreten und functioniren als Tastorgane bei der Bewegung im Dunkeln, finden sich daher auch stets im Vordertheile des Kopfes um Mund und Augen

entwickelt. Bei den Fischen kommen Nervenendigungen der Haut in becherförmigen Organen (auch bei Amphibien und einzelnen Reptilien entwickelt), Seitenlinien und Gallertröhren vor. Die becherförmigen Organe sind ähnlich gebaut wie die unten zu besprechenden Geschmacksknospen. Lange, mondsichelförmige Zellen haben sich mit den Seiten zu einem becherförmigen Gebilde zusammengelegt. Das Innere der Becher steht durch eine äussere Oeffnung mit dem Wasser in directer Verbindung. Die Nervenendigungen treten unten an die Zelle heran. — Die Seitenlinien stellen sich als Gänge in der Haut dar, welche sich durch Porenreihen nach aussen öffnen und vom Kopfe bis zum Schwanze verlaufen. Die Gänge sind selten sackartig, meist als verzweigte Gebilde ausgebildet. Unter dem Epithel dieser Gänge liegen knopfartige Anschwellungen, deren Epithelbelag sich durch central gelegene, birnförmige Zellen auszeichnet, von denen aus sich haarförmige Fortsätze in das Ganginnere erheben. Nervenendigungen treten an die Canäle heran und vielleicht zu den eben geschilderten Epithelzellen. — Gallertröhren sind röhrenartige Apparate, die bei Rochen und Haien vorkommen. Die feinen Röhren münden mit einer Oeffnung nach aussen, sind mit Gallerte gefüllt und nehmen am innern, erweiterten Ende die Nervenendigungen auf.

Als Geschmacksgorgane sind becherförmige Gebilde anzusehen, welche sich in der Gaumenschleimhaut vieler Fische, an der Zunge der Amphibien und Säuger finden. Bei den Fischen und Amphibien sind es Analoga der oben geschilderten Becherzellen, denn die Schleimhaut des Mundes ist aus dem Ectoderm hervorgegangen. Bei den Säugern, wo sie besonders an den hinteren Seiten der Zunge in den *Papillae circumvallatae* liegen, kann man sie mit Integumentbildungen nicht vergleichen. Lange, sichelförmig gebogene, an beiden Seiten zugespitzte Zellen (Fig. 446) legen sich der Länge nach neben einander und bilden einen Geschmacksbecher. Im Innern wird ein solcher Becher von Zellen ausgekleidet, welche langgestreckt sind und sich am peripherischen Theile stäbchen- oder haarförmig ausgebildet zeigen, wohingegen das andere Ende spitz oder mit kleinen Anschwellungen versehen oder getheilt ausläuft. Die innerste Schicht des Bechers bildet dann ein plattes Epithel. Die Nerven endigen in mehreren Fasern innerhalb des Bechers, ihre Endigungen sind in sogenannten Endkolben, welche sich den Seiten anlegen, oder sie vertheilen sich in der Becherachse pinselförmig und trägt ein jedes Fäserchen dann an seinem Ende ein kleines Kügelchen Nervensubstanz, die Geschmackskörnchen.

Riechorgane. Als Riechorgane functioniren Vertiefungen am vorderen Kopfe, in deren Epithelschicht sich die Geruchsnerven mit eigenartig gebauten Endzellen vertheilen. Als unpaares Grübchen tritt das Geruchsorgan

Fig. 116. 1 »Geschmacksknospe« des Kaninchens. 2a Deckzellen; 2b Stäbchenzellen; 2c eine Stäbchenzelle mit feinen Endfäden.
(Nach FREY.)

beim *Amphioxus* auf. Unpaar und blindsackartig ist es bei *Petromyzon*; unpaar, aber mit einem gegen die Mundhöhle zu führenden Canale ausgestattet erscheint es bei den *Myxinoideen*, wo um den Canal eine Anzahl Knorpelringe gelagert sind; es kann durch eine Klappenvorrichtung geschlossen werden. Alle übrigen Fische, die *Dipnoer* ausgenommen, besitzen blinde, paarige Nasengruben, deren Fläche durch Faltenbildung vergrößert wird. Die Falten werden von Flimmerepithel überkleidet, sie sind radiär oder parallel neben einander gestellt und werden im Innern durch Knorpelleisten gestützt. Die Oeffnungen der Riechgruben liegen weit vorn und werden bei Haien durch Hautklappen überdeckt, unter welchen eine Rinne zum Mundrande führt. Die Riechgruben der Amphibien reihen sich denen der Haie an, nur ist die Rinne, welche bei den letzteren Nase und Mund verband, bei ihnen nach aussen geschlossen, so dass aus der Nase eine Röhre entweder zu dem Lippenrande oder, wie bei *Batrachiern*, in die Mundhöhle führt und zwischen Oberkiefer und Gaumenbein ausmündet. Durch die Ausbildung eines Gaumens bei den höheren Vertebraten wird die Nasenhöhle von der Mundhöhle geschieden. In der oberen und hinteren Region der ersteren endigen die Olfactoriusfasern in einer Epithelschicht, welche durch vorspringende Lamellen, die im Innern verknöchern, die Muscheln (vergl. S. 163), in ihrer Oberfläche vergrößert wird. Eine Muschel kommt bei Reptilien und Vögeln, drei solcher bei den Säugern vor. Die Muschel kann oft in complicirter Weise aufgerollt sein, so dass, z. B. bei den Robben, ein labyrinthförmiges System von Lamellen und zwischen diesen liegenden Spalten sich ausbildet, wodurch theils der Riechlufte eine grosse Fläche geboten wird, theils aber auch eine Anwärmung und Anfeuchtung derselben geschieht. Bei den Walen führen zwei einfache Canäle von der Schädelloberfläche herunter gegen die Rachenhöhle hin, woselbst ihre Oeffnungen durch einen Ringmuskel geschlossen werden können. Von der Nasenhöhle gehen Luftsinus oft weit in die anliegenden Schädelknochen hinein, beim Elephanten bis zum Hinterhauptsbeine. Im Boden der Nasenhöhle mündet das röhrenförmige, sogenannte *Jacobson'sche Organ*, welches sich bei Wiederkäuern und Nagern durch den *Stenson'schen Gang* in die *Canales incisivi*, fortsetzt; diese durchbohren die Zwischenkieferknochen und öffnen sich so am Gaumen. In der Nasenschleimhaut liegen zahlreiche drüsige Gebilde, deren Secret ihr den nöthigen Feuchtigkeitsgrad er-

Fig. 117. A Epithelzelle und zwei Riechzellen von *Proteus*, nach BABUCHIN. a Epithelzelle, mit grossem ovalem Kern, das hintere Ende (bei b') mit feinen faserigen Fortsätzen versehen. e Riechzelle. B Epithel- und Riechzellen vom Menschen (nach M. SCHULTZE).

theilt. Daneben kommen noch weit verbreitet grössere Drüsen vor. — Die Nerven führen zu lang gestreckten Riechzellen (Fig. 147), welche zwischen langen Epithelzellen der Nasenschleimhaut liegen. Der Zellkörper (*e*) ist gross und zeigt vorn einem haarförmigen Fortsatz, dessen Ende noch mit einem Büschel feiner Cilien besetzt ist; von hinten tritt eine Nervenendigung an ihn heran.

Sehorgane. Nur beim *Amphioxus* ist ein unpaares Auge als Pigmentfleck dem vorderen Abschnitte des Rückenmarkes aufgelagert. Bei den Myxinoideen sind die Augen rudimentär und von der Haut und Musculatur umgeben, sonst aber treten sie bei Fischen als grosse paarige Apparate zu Seiten des Kopfes auf (die Entwicklung des Auges der Wirbelthiere ist im entwicklungsgeschichtlichen Theile nachzusehen). Der Bulbus des Auges ist gross; der vordere Theil desselben, die durchsichtige Hornhaut (*Cornea*), stark und flach entwickelt; die nach hinten folgende *Sclerotica* (Fig. 148 *h*) ist meist stark im

Fig. 148. Hinterer Abschnitt des Auges von *Leuciscus* (vertical geführter Querschnitt). *h* Sclerotica. *h'* bindegewebiger Theil derselben. *c* Chorioidea. *m* Musc. chorioidealis. *s* Sehnerv. *r* Retina.

vorderen Theile, wo sie aus knorpeligem Gewebe oder selbst auch aus Knochenplatten und Knochenringen bestehen kann. Der hintere Theil (*h'*) ist in der Regel bindegewebig und enthält selten kleinere Knorpelstücke. Die *Chorioidea* (*c*), welche die Gefässe des Auges einschliesst, setzt sich aus mehreren Schichten zusammen. Auf derselben liegt gewöhnlich ein sogenanntes *Tapetum*, dessen Färbung das Leuchten des Auges bewirkt (die Färbung wird durch Guaninkrystalle bedingt). In der Chorioidea liegt bei den Fischen ein als Glandula chorioidealis bekanntes Gebilde, welches als

Wundernetz aufgefasst wurde, jedoch zahlreiche glatte Muskelfasern enthält, die der Accommodation dienen, indem sie den hinteren Augentheil der Linse bei ihrer Contraction nähern; das hufeisenförmige Gebilde ist daher wohl besser als *Musc. chorioidealis* zu bezeichnen. Von ihm verlaufen Muskelfasern zu dem vorderen Rande der Chorioidea und zu der sich an diese anschliessenden Regenbogenhaut (*Iris*), welche unter der Cornea gelegen ist und einen ringförmigen, die sogenannte Pupille umschliessenden Blendapparat bildet. Die Linse ist rund und wird durch die vorderen Theile der Chorioidea in ihrer Lage gehalten. Die der Chorioidea auflagernde Retina besteht aus der Stäbchenschicht, auf welche noch weitere Schichten folgen, deren innerste die Faserschicht des Sehnerven ist. Die Stäbchen sind, wie bei allen Vertebraten, vom Centrum des Bulbus abgekehrt und lagern sich der äusseren Pigmentschicht der Chorioidea an. Der Sehnerv kommt von hinten und oben an den Bulbus heran, tritt aber nicht in das Centrum desselben ein. An seiner Eintrittsstelle fehlen selbstredend die Stäbchen und ist dieselbe für Lichtperception untauglich (blinder oder *MARIOTTE'scher Fleck*). Von seiner Uebergangsstelle erstreckt sich gegen die Linse zu ein gefässhaltiger, dunkler Fortsatz, der *Processus fal-ciformis*, derselbe endet mit einem muskulösen Knötchen (*Campanula Halleri*) an der Linse. Vielleicht spielt er ebenfalls bei der Accommodation eine Rolle.

Die Augen der höheren Wirbelthiere schliessen sich in ihrem Baue denen der Fische an. — Die Cornea ist meist mehr nach vorne gewölbt, sehr stark

bei den Vögeln. — Die Sclerotica stellt eine in der Regel vollkommen knorpelige Augenhülle dar, welche bei Vögeln in zwei Abschnitte getrennt wird, deren vorderer, der Cornea anliegender, häufig durch eingelagerte Knochenplatten ausgezeichnet ist. — Die Chorioidea entbehrt des *M. chorioidealis*, enthält aber zahlreiche Muskelfasern. Glatt sind diese bei Fischen, Amphibien und Säugern, quergestreift bei Reptilien und Vögeln. Das Tapetum ist besonders bei Raubthieren und Wiederkäuern entwickelt, es besteht aus einer Schicht eigenthümlich modificirten Bindegewebes, in welches Krystalle eines eiweissartigen Körpers eingeschaltet sein können. — Die Retina ist gleich gelagert wie die der Fische; dem Centrum der Linse gegenüber, also in der Augenachse, liegt eine Stelle des sogenannten deutlichsten Sehens, oft ausgezeichnet durch eine gelbliche Färbung (*Macula lutea*) und eine Vertiefung (*Fovea centralis*) im Centrum. Vom Eintritt des Sehnerven erhebt sich bei Reptilien und Vögeln ein einfacher oder fächerartiger *Processus falciformis*, der jedoch selten bis an die Linse heranragt. — Die Linse ist rund bei Wasserbewohnern, mehr abgeflacht bei Landbewohnern, und wird durch das *Corpus ciliare*, welches sich als Fortsetzung der Chorioidea erweist, in ihrer Lage erhalten. In

Fig. 119. Das menschliche Auge im Querschnitt. *a* Schutzhaut (Sclerotica). *b* Hornhaut (Cornea). *c* Oberhaut (Conjunctiva). *d* Ringveue der Iris. *e* Aderhaut (Chorioidea). *f* Ciliarmuskel, *g* Faltenkranz (Corona ciliaris). *h* Regenbogenhaut (Iris). *i* Sehnerv (Nervus opticus). *k* Vorderer Grenzrand der Netzhaut. *l* Krystalllinse (Lens crystallina). *m* Innerer Ueberzug der Hornhaut (Wasserhaut): Membrana Descemeti). *n* Pigmenthaut (Pigmentosa). *o* Netzhaut (Retina). *p* Petit's-Canal. *q* gelber Fleck der Netzhaut. (Nach HELMHOLTZ.)

demselben liegt der *Musculus ciliaris*, der aus Meridional- und Ringfasern besteht; durch seine Contraction wird eine Bindegewebshaut, die *Zonula Zinnii* s. *ciliaris*, welche für gewöhnlich gespannt auf der Linse liegt und diese in ihrer Achse zusammendrückt, gelockert, und die Linse wird vermöge der Elasticität ihrer Fasern dicker, wodurch ein Sehen in der Nähe ermöglicht ist. Vor der Linse liegt die mit Ring- und Radiärmuskelfasern ausgestattete Iris; die Contraction der Ringfasern bewirkt Verengung der Pupille, durch die der Radiär-

fasern wird eine Erweiterung derselben erzielt. Durch die Ciliarkörper wird der Bulbus in einen vorderen und einen hinteren Raum getheilt. Der vordere Raum, zwischen Cornea und Linse, wird von einer wässerigen Augenflüssigkeit, dem *Humor aqueus*, erfüllt; der hinter der Linse gelegene grosse Raum jedoch vom Glaskörper (*Corpus vitreum*) ausgefüllt. — Die Linse, welche von der durchsichtigen Linsen kapsel umgeben wird, setzt sich aus verschiedenen angeordneten primitiven Stäbchen zusammen. — Die Nervenendigungen in der Retina treten an eigenthümliche, als Stäbchen und Zapfen unterschiedene Endapparate (Fig. 120) heran.

Fig. 120. Querschnitt durch die menschliche Retina (halbschematisch). i Innere Nervenfasern. h Ganglienzelle. b Stäbchen. c Zapfen. d Membrana fenestrata. f innere Körner. b'c' äussere Körner. (Nach M. SCHULTZE.)

Fig. 121. Die Muskeln des linken menschlichen Auges, von oben gesehen. rs Rectus superior. re Rectus externus. rit Rectus internus. os Obliquus superior. t Sehne dieses Muskels. u Knorpelrolle an der innern Wand der Augenhöhle, um welche die Sehne des Obliquus sup. geschlungen ist. (Nach WUNDT.)

Als Schutzorgan für das Auge sind Hautfalten entwickelt, welche als obere und untere Lider, die schon bei den Fischen angedeutet sind, das Auge mehr oder minder nach vorne zu umhüllen können. Die Innenwand der Falte verbindet sich mit dem Bulbus als *Conjunctiva*. Eine dritte Duplicatur kann von innen her vor dem Auge hergezogen werden, es ist die Nickhaut.

(*Membrana nictitans*). Sie wird durch zwei an der hinteren Oberfläche des Bulbus entspringende Muskeln nach vorne gezogen. Entwickelt ist sie bei den Haien, vielen Amphibien und Reptilien, den Vögeln, und im Rudiment als *Plica semilunaris conjunctivae* auch bei den Säugern. Bei einigen Sauriern und den Schlangen überwächst das Integument die Cornea als feste, durchsichtige, geschlossene Membran. — Unter der Nickhaut mündet eine Drüse, die HARDER'sche Drüse aus (Reptilien, Vögel und Säuger); weiter bilden sich Thränendrüsen, welche bei vielen Reptilien und den Vögeln nur schwach entwickelt sind, sich aber bei Säugern weiter entfalten. Ihr Secret dient als Schmiere bei den Augenbewegungen und fliesst der Ueberschuss durch den Thränennasengang gegen die Choanen zu. Dieser feine Canal legt sich schon bei den Amphibien an und ist bei Reptilien u. s. w. wohl entwickelt. — Als augenähnliche Organe finden sich bei einzelnen Fischen am Kopf und Bauch in Reihen gestellte, kleine Sinneswerkzeuge ausgebildet.

Hörorgane. Nur den Acraniern fehlt ein eigentliches Hörorgan (die Entwicklung vergl. im entwicklungsgeschichtlichen Theile). Bei den Cyclostomen wird dasselbe von einem Bläschen (Vorhof, *Vestibulum*) gebildet, von dem ein oder zwei bogenförmige Canäle ausgehen. Zwei finden sich bei Petromyzonten und gehen je mit einer Anschwellung (Ampulle) vom häutigen Vorhof ab, vereinigen sich dann und treten nach Bildung einer dritten Ampulle wieder zum Vorhofe zurück. Bei den Plagiostomen und den höheren Fischen entsteht neben diesen beiden Bogengängen noch ein dritter. Am Vestibulum entwickelt sich noch ein häutiges Säckchen (*Sacculus*) mit der Anlage der Schnecke (*Cochlea*), sowie ein röhrenförmiger Fortsatz, der *Recessus labyrinthi*. Vorhof und Bogengänge liegen bei Sela-
chiern und Dipnoern in der Schädelkapsel, bei den übrigen Fischen ragt der mediale Theil frei in die Schädelhöhle. Alle Theile münden in den als *Utriculus* bezeichneten Vorhofsabschnitt ein; ihre Auskleidung heisst das häutige

Labyrinth. Im Vorhofe sind die Otolithen entwickelt, zuweilen findet sich auch in seinem vorderen Abschnitt ein größerer Stein (*Lapillus*). Im Sacculus liegen zwei Ge-

hörsteine. An die äussere Körperfläche tritt das Gehörorgan mit keinem Theile heran, wohl aber verbindet es sich bei vielen Teleostiern mit der Schwimmblase. Die Schwimmblase lagert sich entweder mit dem Vorhof an membranöse durchbrochene Theile des Schädels an, oder die Sacculi treten

Fig. 122. Schemata zur Erläuterung des Labyrinthes. I Fisch. II Vogel. III Säugethier. U Utriculus. S Sacculus. US Utriculus und Sacculus. Cr Canalis reuniens. R Recessus labyrinthi. UC Anfangstheil der Schnecke. C Schnecke. L Lagena. K Kuppelblindsack. V Vorhofsblindsack des Schneckenkanals (Nach WALDEYER).

median zusammen und entsenden paarige Fortsätze nach hinten, an welche sich mehrere zur Schwimmblase tretende Knochenstücke anlegen.

Bei den Amphibien entsendet das Labyrinth auch drei halbkreisförmige Canäle, welche mit vier Ampullen in das Vestibulum münden, und ist vom Felsenbein umschlossen. Bei den Batrachiern entwickelt sich noch eine Paukenhöhle, die mit dem Rachen durch einen feinen Canal, die *Tuba Eustachii*, communicirt; nach aussen wird diese Paukenhöhle entweder von einer zarten Membran, dem Trommelfell, oder von der äusseren Haut überzogen. Vom Trommelfell setzt sich ein Knorpelplättchen (*Operculum*) mit einem Knorpelstäbchen (*Columella*) gegen das ovale Fenster (vergl. Seite 162) hin fort. Bei Mangel einer Paukenhöhle überzieht die Kopfmusculatur und die äussere Haut das ovale Fenster. Die Paukenhöhle, welche mit dem Labyrinth in Verbindung tritt, ist ein Rest der ersten Kiemenspalte.

Reptilia. Schon bei den Amphibien setzt sich vom Vestibulum aus eine schwache Aussackung fort, welche der Anfang eines neuen Theiles des Gehörorganes, der Schnecke (*Cochlea*), ist; bei den Reptilien ist dieselbe nur durch einen Blindsack repräsentirt. Die drei halbzirkelförmigen Canäle münden mit vier Ampullen in das Vestibulum. Die Schnecke, welche sich am Vestibulum nach hinten und aussen entwickelt, stellt einen kleinen Sack dar, dessen unteres etwas erweitertes Ende als *Lagena* bezeichnet wird. Durch eine in der Achse verlaufende Membran wird sie in zwei Abschnitte zerlegt, in die *Scalae tympani et vestibuli*, die letztere geht mit dem runden Fenster gegen den Vorhof hin. Das ovale Fenster wird von einem Gehörknöchelchen bedeckt, welches als *Columella* bei den Ophidiern in der Schläfenmusculatur liegt und sich gegen das Os quadratum hin erstreckt; bei diesen Reptilien fehlt die Paukenhöhle, das Trommelfell und die *Tuba Eustachii*. Paukenhöhle und Trommelfell fehlen einzelnen Sauriern, das letztere allein den Chamäleonten. Sonst liegt das Trommelfell frei oder unter der Musculatur. Die *Columella* legt sich durch ein knorpeliges oder knöchernes neues Stück dem Trommelfell an; durch das *Operculum* verbindet sie sich mit dem ovalen Fenster. Bei Krokodilen vereinigen sich die Tuben zu einem Canale, der in die Rachenhöhle mündet.

Aves. Im Allgemeinen reiht sich das Gehörorgan der Vögel dem der Reptilien an. Das Labyrinth ist im Felsenbein eingeschlossen. Die Schnecke mündet mit einer Oeffnung in den Vorhof, mit einer zweiten in die Paukenhöhle. Eine *Lagena* ist ähnlich wie bei den Reptilien entwickelt. Die Paukenhöhle zeigt sich aussen durch ein Trommelfell geschlossen, von dem aus die *Columella* zum Schneckenfenster verläuft. Die *Tuba Eustachii* geht wie bei den Krokodilen zur Rachenhöhle. (Weiteres s. Entwicklung des Gehörorganes.)

Mammalia (Fig. 123). *Sacculus* und Schnecke schnüren sich vom *Utriculus* mit den Canälen und dem *Recessus labyrinthi* ab; die Schnecke hat sich zu einem gewundenen Canale ausgezogen (derselbe macht $4\frac{1}{2}$, 2 bis 5 Windungen), welcher durch die in seiner Achse verlaufende Membran in die *Scalae vestibuli* und *tympani* zerlegt wird. Von der *Scala vestibuli* wird aber noch durch eine schräg von der Membran nach aussen verlaufende Lamelle (die *Membrana vestibularis*) ein *Ductus cochlearis* abgetrennt. Im Boden desselben liegen die Endapparate des N. acusticus, das Corti'sche Organ. Die *Scalae* sind mit Lymphe (*Perilymphe*) gefüllt. Der *Ductus cochlearis* steht mit dem

Vorhofslabyrinth in Verbindung. In der Paukenhöhle, die nach aussen durch das Trommelfell abgeschlossen ist und mit der Rachenhöhle durch den Eustachischen Canal communicirt, liegen die drei Gehörknöchelchen. An das Trommelfell legt sich der Hammer (*Malleus*) mit einem stielförmigen Fortsatz an, auf ihn stösst der Ambos (*Incus*), welcher ungefähr die Gestalt eines zweiwurzigen Backzahnes hat, die eine Wurzel ist an der Wand der Paukenhöhle, die andere an dem steigbügelförmigen dritten Gehörknöchelchen (*Stapes*) angelenkt. Der dem Tritt des Steigbügels entsprechende Theil des letzteren liegt im ovalen Fenster des Vorhofes. Der Steigbügel entspricht der Columella der Vögel u. s. w. — Die Paukenhöhle, ihre Eustachische Röhre, die Gehörknöchelchen und das Trommelfell sind also secundäre Bildungen, welche zur Ueberleitung der Tonwellen auf die inneren Gehörorgantheile bestimmt sind. Dazu tritt noch eine äussere Hervorstülpung der embryonalen Kiemenspaltenränder, welche als äusseres Ohr bezeichnet wird. Zuerst

treten diese Gebilde bei den Krokodilen auf, wo sie als Hautfalten vorstehen, aber erst die Säuger zeigen dieselben voll als verschieden gestaltete Ohrmuscheln entwickelt, von deren Grunde aus der äussere Gehörgang zu dem Trommelfelle geht. Ein eigener Muskelapparat bewegt die Muscheln, welche nur den Monotremen fehlen und bei vielen Wasserbewohnern sehr rudimentär werden.

Die Nervenendigungen liegen zum Theil in dem Ductus cochlearis (Fig. 424). Die untere Membran trägt das CORTI-

Fig. 123. Gehörorgan des Menschen (linkes Ohr, von vorne gesehen, in natürlicher Grösse). *a* Ohrmuschel. *b* Aeusserer Gehörgang. *c* Trommelfell. *d* Trommelhöhle. *e* Ohrtrompete. *fgh* Die drei Gehörknöchelchen (*f* Hammer, *g* Ambos, *h* Steigbügel). *i* Gehörschlauch. *k* Die drei Bogengänge. *l* Gehörsäckchen. *m* Schnecke. *n* Gehörnerv. (Nach HAECKEL.)

Fig. 124. Senkrechter Durchschnitt der zweiten Schneckenwindung von *Vesperugo*. (Vergr. 100) (n. WALDEYER.) *SV* Scala Vestibuli (Vorhofstreppe); *ST* Scala tympani (Paukentreppe); *DC* Häutiger Schneckenkanal (Ductus cochlearis); *l-f* Corti'sches Organ, welches der Grundlamelle (*Lsp-f*) aufgelagert ist; *h* äussere Haarzellen; *g* Region der inneren Haarzellen; *N* Schnekenerv, welcher rechts mit Ganglienkugeln zusammenhängt; *RR'* die punkirt angegebene REISSNER'sche Membran, welche die Scala vestibuli vom Ductus cochlearis trennt.

sche Organ ($p-f$), zwischen dessen langen Epithelzellen die Nervenepithelzellen liegen; das freie Ende derselben ist mit feinen Härchen besetzt. Der in das Gehörorgan eintretende Acusticus entsendet aber auch Fasern in die Ampullen, wo dieselben ihre Endigungen in bauchigen Zellen haben, die aus der Epithelschicht mit feinen Haaren hervorsehen; die Haare ragen in das Labyrinthwasser hinein. Im Inneren der Ampullen ist ein feiner Otolithenstaub angehäuft, welcher vielleicht zur Dämpfung der erzeugten Schwingungen dient. Die Tonunterscheidung liegt bei den Säugern wohl in den Nervenepithelzellen des Corti'schen Organes. Das ganze innere Ohr ist mit dem Labyrinthwasser angefüllt, durch welches sich die Schwingungen den Nervenepithelanhängen mittheilen. Diese Zellen sind durch besondere Bogenapparate, welche von den Seiten der Grundmembran vorspringen, befestigt.

Elektrische Organe.

An das Nervensystem der Vertebraten sind Organe anzureihen, die sich bei einzelnen Fischen, dem Zitterrochen, Zitteraal, Zitterwels u. s. w., ausgebildet finden. Entweder liegen dieselben als flächenartige Gebilde im vorderen Körpertheil (Rochen), oder im Schwanz (Zitteraal) oder unter der gesamten Körperfläche (Zitterwels). — Vom Vagus aus treten grössere Nervenstämmen an dieselben heran. Zunächst lösen sich die Stämme in ein feines Nervengeflecht auf, von dem dann einzelne Fasern mit eigenen, sogenannten elektrischen Endplatten an kleine Kästchen übertreten, welche prismatisch ausgebildet sind und sich mosaikartig an einander lagern. Jedes Kästchen ist mit einer gallertigen Substanz gefüllt und wird von den nebenliegenden durch eine Bindegewebshülle geschieden. — Uebrigens ist die Wirkung der verschiedenen Apparate eine unaufgeklärte, umsomehr als bei Raja sogenannte pseudo-elektrische Apparate vorkommen, welche sich histologisch ungefähr gleichgebaut zeigen, wie die oben geschilderten, physiologisch jedoch von denselben abweichend functioniren.

V. Entwicklungsgeschichte.

Jene Forschungen, welche den werdenden Körper des Thieres zu ihrem Gegenstande haben, werden als entwicklungsgeschichtliche bezeichnet. Je nachdem nun die Frage entweder nach der Entwicklung des Individuums aus dem Ei oder nach seiner Entwicklung aus niederen Thierformen ist, theilt man die Entwicklungsgeschichte ein in:

Keimgeschichte (Embryologie und Ontogenie) und
Stammesgeschichte (Phylogenie, Descendenzlehre).

Wir haben das Ei schon als Zelle (vergl. Seite 40) und als das höchste

Product des organischen Körpers kennen gelernt, im Folgenden ist daher noch seine Entwicklung und speciellere Morphologie, sowie endlich seine Theilung und die Ausbildung zu einem neuen Individuum zu betrachten.

Dem weiblichen Ei wird der männliche Samen, das *Sperma*, gegenübergestellt — häufig vielleicht allzuschroff, denn physiologisch und entwicklungsgeschichtlich betrachtet ist das Sperma dem Ei näher verwandt, als es vielleicht auf den ersten Blick und bei einer nur morphologischen Vergleichung beider der Fall zu sein scheint.

A. Das Sperma.

Bei den Protozoen ist von einer Spermiabildung durchaus nicht zu sprechen. Jedes Individuum dieser Gruppe von Lebewesen hat die Befähigung, sich durch einfache Theilung seiner selbst fortzupflanzen oder durch Verschmelzung mit einem gleichartigen einen beschleunigten Theilungsact zu Wege bringen.

Unter den Coelenteraten ist die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Sprossung weit verbreitet, daneben findet dann die geschlechtliche durch Samen und Ei statt. — Bei den niederen Coelenteraten, den Schwämmen und unserer Süsswasserhydra ist die Verwandtschaft von Samen und Ei am leichtesten nachzuweisen. Die Spermatozoen der Schwämme entstammen den Entoderm- oder Mesodermzellen; eine Zelle theilt sich wiederholt, so dass aus ihr schliesslich ein Ball von Zellen hervorgeht, die sich dann in je eine Samenzelle umwandeln. Die ursprünglichen Keimzellen werden als *Spermosporen*, die aus ihnen hervorgehenden kleineren Zellen als *Spermoblasten* bezeichnet, deren letztere je eine Samenzelle, *Spermatozoon*, entwickeln.

Es braucht sich die Spermospore nicht immer erst in eine Anzahl selbständiger Spermoblasten zu theilen, sondern es kann sich die Theilung allein auf den Kern der ersteren beschränken, dann liefern die Theilstücke des Kernes den Kopf und das übrige Plasma der Spermospore den Schwanztheil der Spermatozoen. Weiterhin theilt sich nicht immer der Gesamttinhalt einer Spermospore zu Spermoblasten, sondern ein Theil desselben schliesst sich, mit einem Kern versehen, von dieser Bildung aus und trägt später die Spermoblasten, weshalb man ihn als *Spermoblastophor* bezeichnet hat (z. B. bei Frosch, Schnecke, Regenwurm und vielen anderen).

Dass sich bei höher organisirten Thieren die Bildungsstätten des Samens, ebenso wie die der Eier, mehr und mehr localisiren und endlich die Entwicklung besonderer Organe eingehen, ist aus der eintretenden Arbeitstheilung in den Geweben des Körpers leicht erklärbar. Das Sperma bildet sich in den Hoden (selten aus Zellen der Leibeshöhlenwandung (Gephyreen), welche in der Regel aus einer mehr oder weniger grossen Anzahl feiner Canälchen, den Samencanälchen, gebildet werden. Die Zellen des Epithels, welches diese Canäle auskleidet, sind als die Spermosporen anzusehen. Aus ihnen entwickelt sich je eine grössere Anzahl von Spermoblasten, die nach ihrer Loslösung als geschwänzte Spermatozoen zur Eibefruchtung befähigt sind.

Die Gestalt der Spermatozoen ist verschieden, meist treten sie in ge-

schwänzter Form auf (vergl. Fig. 40). Der Kopf, welcher der Hauptsache nach aus dem Zellkern besteht, der in eine nur zarte Plasmanschicht eingehüllt ist, zeigt rundliche, elliptische, löffelförmige, hakenartige oder spiralförmige Formen. Der Schwanz ist mehr oder minder lang und dient der Samenzelle als Propulsionsorgan, indem er ziemlich energische pendelnde Schwingungen ausführt. Selten fehlt dieser letzte Theil und treten dann amöboide Bewegungen der Spermatozoen ein (Nematoden, Crustaceen); im letzteren Falle sind dieselben von einfach rundlicher Gestalt und können vom Kerne sternförmig feine Plasmafortsätze ausstrahlen (Crustaceen, Flusskrebs z. B.), oder die Samenzellen sind cylindrisch, birnen- oder dornförmig gestaltet (Nematoden). — Zwei verschiedenartige Formen von Samenzellen treffen wir bei ein und demselben Individuum einzelner Mollusken (Paludina z. B.).

B. Das Ei.

»Ein jedes Leben entstammt dem Ei, und ein jedes primitive Ei ist eine einfache Zelle«, so lautet der erste Grundsatz der modernen Entwicklungsgeschichte. — Schon oben ist erwähnt worden, dass Ei und Samenzelle in enger Verwandtschaft ständen, correct ausgedrückt muss es heissen: Die primitive Eizelle ist der Sporengamete gleich zu setzen. Die erstere nimmt noch Stoffe von aussen auf und wird zum reifen, entwicklungsfähigen Ei, dem nicht immer der Charakter einer einfachen Zelle zuzuschreiben ist, indem noch Stoffe in und um die primitive Zelle abgelagert werden, welche zum Aufbau und Schutze des sich entwickelnden Embryos dienen — die Sporengamete andererseits bleibt keine einfache Zelle, sondern theilt sich in viele Spermatoblasten.

Entwicklung des Eies. Stets entwickelt sich das Ei aus einer Zelle des mütterlichen Organismus, diese Zelle kann entweder

a) einem Haufen oder einer Schicht gleichartiger Zellen angehören (Keimzelle), oder

b) sich mit einer Anzahl ähnlicher Zellen aus einem nicht zu gesonderten Zellen differenzirten, kernhaltigen Protoplasmakörper (Keimkörper) entwickeln. In diesem letzteren Falle entwickelt sich die Eizelle auf Kosten der umliegenden, ursprünglich ähnlichen Zellen weiter aus.

Auf dreierlei Weise geht die erste Entwicklung der Eizelle im mütterlichen Körper vor sich,

1) innerhalb einer Röhre oder eines Sackes; wobei die eibildende Schicht entweder in der Form eines Epithels oder als Zellhaufen auftritt;

2) aus einem localisirten Theile des die Leibeshöhle auskleidenden Epithels;

3) aus Ectoderm- (Hydra), Entoderm- (bei den meisten Coelenteraten) oder Mesodermzellen (Spongien), mit Durchbruch der Eier entweder direct nach aussen (Hydra) oder in das Gastrovascularsystem (übrige Coelenteraten).

Weiter ausgeführt mag hier nur die Entwicklung des Säugethiereies werden (vergl. Fig. 42, S. 40).

Aus dem Epithel, welches die Bauchhöhle auskleidet, geht auch dasjenige

hervor, welches sich später im Ovarium zu Eizellen, im Hoden zu Samenzellen ausbildet. Beim Embryo markirt sich die erste Anlage des Eierstockes (wie des Hodens) als vorspringende Leiste auf dem WOLFF'schen Körper, Geschlechtsleiste, welche sich nach und nach abhebt und zum Theil zum Hoden, zum Theil zum Eierstocke zu werden scheint. Von dem Epithelüberzuge, welchen der embryonale Eierstock besitzt, stülpen sich dann Zellen schlauch- oder drüsenartig in das Innere des Ovariums ein, das aus einem bindegewebigen Gerüste besteht, welches zahlreiche Blutgefässe einschliesst. Die eingedrunge-
nen Epithelschläuche schnüren sich darauf vollkommen ab. Einige Zellen eines solchen secundär auftretenden Zellstranges erscheinen grösser und central gelegen, es sind die späteren Eizellen, wohingegen die randständigen Zellen die Gestalt eines kleinzelligen Epithels angenommen haben. Nach und nach wuchert das Bindegewebe in die Schläuche hinein und trennt dieselben wieder in kleinere Zellcomplexe (Fig. 125), welche eine, zwei, vier und mehr primitive

Fig. 125. Aus dem Ovarium einer jungen Hündin, nach WALDEYER. *a* Keimepithel; *b* Ovarialschlauch; *c* derselbe in schrägen und queren Schnitten; *c* eine traubige Gruppe junger Follikel.

Eizellen umfassen, die von einer Epithelhülle, gleich der der ursprünglichen Schläuche, eingeschlossen sind. Die Theilungen gehen immer weiter und weiter, sodass schliesslich jede primitive Eizelle, nur von dem Epithel¹⁾ umhüllt, isolirt im Stroma des Ovariums liegt. Ist dies Stadium erreicht, so haben wir einen primitiven Eifollikel vor uns, der nach seinem Entdecker als GRAAF'scher Follikel bezeichnet wird. An einer Stelle fängt nun das Epithel an, stärker zu wuchern, es bildet mehrere Schichten, welche sich schliesslich von einander trennen und nun eine Höhle entstehen lassen, die sich mit dem Follikelserum füllt (*Liquor Graafianus*). Ein solcher Follikel rückt bald mehr und mehr gegen

1) Neuere Untersuchungen lassen es immerhin fraglich erscheinen, ob das Epithel der primitiven Eifollikel stets direct vom Ovarialepithel abstammt. KÖLLIKER nimmt an, dass dies Epithel durch Einwanderung von Zellen zu Stande kommt, die strangförmig vom WOLFF'schen Körper aus in die Marksubstanz des Ovariums eingewuchert sind. Einzelne dieser eingewanderten Zellen lagern sich um die Eischläuche herum und liefern schliesslich um ein jedes Ei jene Epithelschicht, die *Membrana granulosa*, welche die Ernährung der Eizelle übernimmt, indem auf osmotischem Wege der Eizelle durch das Epithel eine Nahrungsflüssigkeit zugeführt wird.

die Oberfläche des Ovariums, platzt dann und entlässt das reife Ei, welches von den Tuben der Ovarien aufgefangen wird, im Uterus mit einem Spermatozoon zusammentritt und sich darauf zu einem neuen Individuum entwickelt.

Verschiedene Eiformen. Da die Entwicklung des neuen Individuums aus dem Ei entweder innerhalb des mütterlichen Organismus und auf Kosten desselben oder ausserhalb der Mutter vor sich gehen kann, so ist es sofort klar, dass auch die Eier schon in ihren äusseren und inneren Charakteren von einander abweichen werden. Diese Unterschiede werden noch complicirter, wenn wir weiterhin in Betracht ziehen, dass auch die abgelegten Eier verschieden sein müssen, insofern die sich aus ihnen entwickelnden Embryonen einen oft sehr verschiedenen Grad der Ausbildung erlangt haben: eine Raupe, die dem Ei entschlüpft, ist vom ausgebildeten Schmetterling durchaus verschieden; ein junges Hühnchen hingegen gleicht in Form und innerem Bau schon bedeutend der Mutter.

Jene Eier, welche nach Austritt aus ihren Keimstätten und nach erfolgter Befruchtung den mütterlichen Organismus nicht verlassen, sondern sich in und durch denselben ernähren, haben den Charakter einer einfachen Zelle. Aeusserlich sind sie von einer feinen, porösen Eihaut, der *Membrana pellucida*, umschlossen, im Innern mit dem Zellplasma (Dotter), dem Kerne (Keimbläschen) und dem Kernkörperchen (Keimfleck) ausgestattet. Nachdem ein solches Ei die ersten, später zu besprechenden Furchungen durchgemacht hat, ernährt es sich aus dem Blute der Mutter und entwickelt sich nach und nach zu einem dieser ähnlichen Embryo.

Die Eier, welche sich nach erlangter Reife selbständig weiter entwickeln, sei es nun innerhalb mütterlicher Organe oder ausserhalb derselben, unterscheiden sich von oben genannten hauptsächlich dadurch, dass ihnen Stoffe hinzugefügt worden sind, welche ermöglichen, dass sich der Embryo bis zur Stufe einer gewissen Selbständigkeit ausbildet, sie haben einen Ueberschuss an Dottermaterial (Nahrungsdotter), Wasser und Salzen erhalten. Weiterhin müssen die oft frei liegenden Eier gegen äussere Einflüsse geschützt werden, was durch Umhüllung mit einer mehr oder minder festen, chitinenen oder kalkigen Schale erstrebt wird, während sich der Dotter vieler im Wasser oder an feuchten Orten abgelegter Eier von einer stark quellenden, gallertigen Eiweiss-hülle umgeben zeigt, die dem Embryo zunächst als Schutz und dann als erste Nahrung dient.

Je nachdem nun das thierische Ei ohne Nahrungsdotter oder mit solchem ausgestattet ist, unterscheidet man neuerdings:

- 1) adeutale Eier, die den Nahrungsdotter vollständig entbehren (Säugethiere);
- 2) telodeutale Eier, mit Nahrungsdotter, der jedoch endständig gelegen ist (Frösche, Knochenfische);
- 3) centrodeutale Eier, mit central gelegenen Nahrungsdotter (Arthropoden) ¹⁾.

Andere Autoren unterscheiden die Eier als holoblastische, wenn kein

¹⁾ BALFOUR theilt die Eier ein in alecithale, telolecithale und centrolecithale, welche Eintheilung von RAUBER in oben genannter Weise modificirt wird.

Nahrungsdotter vorhanden ist, und als meroblastische, solche mit Nahrungsdotter.

Die Eihüllen sind besonders bei den im Trocknen abgelegten Eiern ausgebildet, bei den im Wasser befindlichen sind sie vielfach durch Gallerthüllen vertreten oder fehlen auch vollkommen, in welchem letzterem Falle sich die Eizelle nach Art der Amöben fortzubewegen vermag (Kalkschwämme, Hydra) (vergl. Fig. 11 S. 40). — Die festen Hüllen werden entweder nach erfolgter Eibefruchtung oder vor derselben abgeschieden.

Nach Eindringen der Spermatozoen in die Eizelle umhüllen sich z. B. die Eier vieler Würmer, der Reptilien und Vögel mit einer festen Schale, welche in Folge dessen eine meist gleichmässige, wenn auch immer poröse, chitinige oder kalkige Beschaffenheit besitzt; das Vogelei (Fig. 126), dessen Entwicklung wir näher zu besprechen haben, besteht aus dem grossen gelben Dotter mit dem Keime und dem sogenannten Eiweiss, welches in einer äusseren und einer inneren Schale den Dotter umgibt und in dem derselbe durch zwei festere gedrehte Eiweissstränge, die Hagelschnüre oder *Chalazen*, aufgehängt ist. Das Eiweiss wird dann von den äusseren Hüllen umgeben, die in dreifacher Zahl vorhanden sind. Dem Eiweiss liegt direct die innere Schalenhaut auf, welche sich beim Erkalten des Eies mit dem Einhalte vom stumpfen Eipole zurückzieht, wodurch an demselben ein lufthaltender Hohlraum entsteht; als zweite Schalenhaut bemerken wir unter der festen Schale eine stärkere Membran, die sich wie die eben genannte aus verfilzten Fäserchen zusammengesetzt zeigt; nach aussen zu liegt dann die starke kalkreiche Schale, welche im Querschnitt eine krystallinische, oft prismatische Structur besitzt und nach aussen von einem feinen, kalkarmen Häutchen (Oberhäutchen) überzogen wird, welches die Lagerstätte des oft vorhandenen Farbstoffes ist.

Werden die Eier, wie bei den Insekten und Knochenfischen z. B., nach ihrer Umhüllung erst befruchtet, so müssen sich selbstredend in der festen Hülle Oeffnungen finden, welche den Durchtritt von Spermatozoen gestatten — es kommt zur Bildung des Mikropylapparates. Derselbe befindet sich an einem Pole des Eies und besteht aus einem bis mehreren feinen, geraden oder schwach gewundenen Canälchen, welche die chitinige Eischale durchsetzen und ausser den

Fig. 126. Ein Ei, etwa 24 Stunden bebrütet, doch so, dass die Schale und die Schalenhaut nur im Durchschnitte erscheinen. Nach v. BAER. aa Area opaca oder Gefässhof, die Area pellucida mit der Embryonalanlage umgebend; av Area vitellina, Dotterhof, mit einem dunkleren inneren und einem helleren äusseren Theile, die Grenze des Blastoderms bildend; e Dotter; c Hagelschnüre, Chalazae; a Schale, b Schalenhäute; b' Luftraum zwischen beiden Schalenhäuten, e Grenze zwischen dem äusseren und mittleren Eiweiss; d Grenze zwischen dem mittleren und inneren Eiweiss.

Fig. 127. A Ei mit Mikropyle; e äussere Eihaut mit der Mikropyle m; d innere Eihaut (Chorion); p Dotter; k Keimbläschen mit Keimfleck. B Obere Ansicht des Mikropylapparates am Ei vom Pappelschwärmer (*Sphinx populi*). C sehr stark vergrösserter Durchschnitt durch diesen Mikropylapparat; m die feinen Canäle desselben.

Spermatozoen auch anderen Stoffen (wie Athemgasen, Wasser u. s. w.) den bequemen Durchtritt gestatten. Zierlich rosettenförmig ist der Mikropylapparat bei vielen Insecteneiern, wo die Eischale noch deutlich die Umrisse der Zellen zeigt, aus denen sie hervorging; diese Linien verlaufen ziemlich medianartig von einem Eipol zum andern und erleichtern dadurch jedenfalls den Spermatozoen die Auffindung der Mikropyle.

Der Eihalt. Jene Substanz des Eies, welche die Bildung der ersten Zellen, aus denen sich der Thierkörper weiter entwickelt, bedingt, wird als Eidotter bezeichnet. Die schon oft erwähnten Gebilde: Keimbläschen mit Keimfleck und Dotter im engeren Sinne — setzen ihn zusammen.

Keimbläschen (*Vesicula germinativa*) und Keimfleck (*Macula germinativa*). Es müssen diese Gebilde, welche dem Kern und den Kernkörpern einfacher Zellen zu identificiren sind, von einer hohen Bedeutung für die Entwicklung des Eies sein, nur sind wir leider noch nicht im Stande, ihr Wesen, ihre chemischen und physikalischen Eigenthümlichkeiten genau aus einander zu setzen. Chemisch ist die Substanz des Kernes verschieden von der des Eiweisses, sie ist reich an Nuclein¹⁾; physikalische Unterschiede beider Substanzen beruhen besonders in dem verschiedenen Brechungsvermögen; physiologisch betrachtet ist der Kern endlich als das Ernährungscentrum für die Zelle anzusehen und dann in der Eizelle als der Bestandtheil, an welchen sich die Vorgänge der Zellfurchung und Zelltheilung zunächst anknüpfen, von dem aus sie gewissermaassen eingeleitet werden. — Keimflecke sind einer bis viele im Keimbläschen suspendirt und heben sie sich leicht durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen von dem Inhalt des Keimbläschens ab. Von den Keimflecken aus verläuft vielfach ein feines Netz- oder Balkengerüst gegen die äussere Umhüllungsschicht des Keimbläschens hin, dasselbe besteht seiner Substanz nach ebenso wie die Keimkörper und die Hüllschicht aus Nuclein. Der sonstige Inhalt des Keimbläschens zeigt sich als eine helle oder mit feinen Plasmakörnchen angefüllte Flüssigkeit.

Der Dotter (*Vitellus*) ist, wie schon erwähnt, das Hauptbildungsmaterial des neuen Körpers und als solches in den verschiedenen Eiern äusserst verschieden zusammengesetzt. Am einfachsten ist er beim Säugethierei. Hier besteht er aus einem hellen, körnigen Protoplasma und wird als Bildungsdotter bezeichnet; ein jedes Plus, das der Embryo gebraucht, wird der Mutter direct entzogen. Complicirt zusammengesetzt ist der Dotter des abzulegenden Eies, indem hier zu diesem Bildungsdotter der schon früher erwähnte Nahrungsdotter hinzukommen muss. Durch den letzteren müssen dem Ei eine ganze Anzahl von Stoffen hinzugefügt werden, die zur Bildung des Embryos nöthig sind, vornehmlich Eiweisskörper, Wasser, Fett und Salze (kohlen- und phosphorsaure Kalksalze, Kochsalz u. a.). Der Nahrungsdotter selbst wird nun entweder von der Eizelle durch osmotische Vorgänge aus den umliegenden Geweben aufgenommen, oder die Eizelle erhält einen Zuschuss an Nahrungsdotter aus besonderen Organen oder anderen Zellen des Eierstocks, ja hin und wieder nimmt sie ganz mechanisch Zellen aus der Nachbarschaft, nach Art fressender Amöben

¹⁾ Nach MIESCHER besitzt das Nuclein die Formel $C_{29}H_{49}N_9P_3O_{22}$, welche jedoch noch keineswegs feststehend ist.

in sich auf (Insecten) oder lagert dieselben als Reservematerial um sich herum (Cestoden); man bezeichnet die zuletzt angeführten Arten von Eiern daher als zusammengesetzte Eier, vielleicht jedoch nicht ganz mit Recht, denn auf welche Weise sich eine Zelle ernährt und vergrössert — ob durch Diffusion oder durch directe Zufuhr fester oder flüssiger Stoffe — ist für das Wesen der Zelle ziemlich einerlei. Der Nahrungsdotter kann verschieden gelagert sein. In der Mehrzahl der Fälle ist er an einem Pole des Eies angesammelt (telodeutal), sodass z. B. beim Hühnchen der geringere Bildungsdotter mit dem Keimbläschen ganz auf ihm zu schwimmen scheint; seiner Weiterentwicklung gemäss ist dieser von Nahrungsdotter begrenzte Eipol als der vegetative zu bezeichnen. Seltener sammelt sich der Nahrungsdotter im Centrum des Eies an (centrodeutal) und liegt der Bildungsdotter, wie bei den Arthropodeneiern, als Hülle um ihn herum. Vielfach ist das Plasma des Eies netzartig ausgezogen und nimmt die Dottersubstanz zwischen die Maschen auf.

Der Eidotter der Wirbelthiere, deren Entwicklung im Folgenden fast ausschliesslich zu besprechen ist, zeigt sich sehr verschieden zusammengesetzt. Bei den Säugethieren enthält er nur äusserst wenig, vielleicht gar keinen Nahrungsdotter. Der Dotterinhalt des Säugereies besteht aus einer hellen Flüssigkeit, in welcher zahlreiche grössere und kleinere dunkle Kügelchen herumswimmen, deren Natur noch gar wenig erforscht ist. Wenig Nahrungsdotter haben auch die Eier der Cyclostomen, Knochenfische, Amphibien; bedeutende Mengen desselben finden sich bei den Eiern der Selachier, Reptilien und Vögel. — Der Nahrungsdotter wird in stark lichtbrechenden Körperchen aus dem Eiinhalt nahe der Oberfläche ausgeschieden. Meist tritt der Dotter in grösseren oder kleineren Bläschen auf, welche andere Körperchen umschliessen. Im Ei vieler Knochenfische z. B. ist der Nahrungsdotter zu einer grossen Blase vereinigt, dieselbe zeigt im Innern Fettkugeln und wird äusserlich von einer Plasmaschicht und der Keimscheibe umlagert; noch nach Verlassen des Eies trägt der Embryo einen grossen Theil dieser Dottermasse als grosse, nach aussen vorspringende und von der Darmwandung umschlossene Blase mit sich herum. Beim Vogelei haben wir endlich zwischen zwei Arten des Dotters zu unterscheiden, zwischen dem weissen und dem gelben. Der weisse umgiebt als zarte Hülle den Dotter und senkt sich unter der Keimscheibe mit einem stärkeren Strang in denselben, um unterhalb des Eimittelpunktes eine Höhle, die *PURKINJE'sche Latebra*, zu erfüllen (der weisse Dotter ist jedoch keineswegs mit dem sogenannten Eiweiss des Vogeleies in Beziehung zu bringen). Der gelbe Dotter bildet die Hauptmasse des eigentlichen Eies und scheint in concentrische Schichten gelagert zu sein. Weissner und gelber Dotter werden von der feinen, aber widerstandsfähigen Dotterhaut umschlossen.

Der weisse Dotter besteht aus einer hellen Flüssigkeit, in welcher kugelige Gebilde von verschiedener Grösse und verschiedenem Inhalt suspendirt sind. Die kleineren derselben haben das Aussehen einfacher Fetttropfchen, während die grösseren als helle Bläschen auftreten, welche von einer zarten Membran umhüllt erscheinen und in denen eine oder mehrere bis viele Fettkugeln schwimmen.

Der gelbe Dotter setzt sich aus wieder grösseren, rundlichen Bläschen zusammen, die einen Durchmesser von $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{10}$ mm besitzen, nach aussen zu eine dichtere Rindenschicht und im Innern einen feinkörnigen, gelben Inhalt

zeigen. Zwischen gelben und weissen Dotterkugeln giebt es zahlreiche Uebergänge.

Ueber dem inneren, weissen Dotterstrang liegt beim Vogelei der Bildungsdotter mit dem Keimbläschen und Keimfleck. Beim abgelegten Ei hat derselbe schon eine grosse Reihe von Umwandlungen erfahren und erscheint als ovales Gebilde (vergl. Fig. 429 F), als Keim. Im reifen Eierstocksei ist der Bildungsdotter deutlich wahrzunehmen und repräsentirt die sogenannte Keimscheibe (*Discus proligerus*). Ihre Grundsubstanz ist ein feinkörniges Plasma, in welchem, central und oberflächlich gelegen, ein linsenförmiges Keimbläschen zu bemerken ist (von ungefähr $\frac{1}{2}$ mm Durchmesser), in dessen Innerem ein rundlicher Keimfleck liegt.

Nachdem das so beschaffene reife Eierstocksei des Vogels sein Ovarium verlassen hat, wird es vom Eileiter aufgenommen und im oberen Theile desselben befruchtet, dann umgiebt es sich in diesem weiten Theile des Eileiters mit der Eiweisshülle, welche sich vermöge der peristaltischen Bewegungen des Eileiters stärker dreht, als der Dotter, und dadurch die Bildung der Hagelschnüre bewirkt. Im unteren engeren Theile des Oviducts werden die beiden Schalenhäute um das Ei gebildet, und im sogenannten Uterus erhält es seine feste Kalkschale; die Eifärbung wird vielleicht (?) in der Cloake besorgt.

C. Die Eibefruchtung und Eifurchung.

Die Processe im Ei, welche in den folgenden Abschnitten eingehender behandelt werden und die man als Eifurchung zu bezeichnen pflegt, gehen meist erst vor sich, wenn ein Spermatozoon in die Dottermasse eingedrungen ist, d. h. nach vollzogener Befruchtung. Aber es muss hier gleich hervorgehoben werden, dass nicht alle Eier zu ihrer Entwicklung der Befruchtung durch Samenfäden bedürfen, um einen wohl entwickelten Embryo aus sich hervorgehen zu lassen, ja dass in einzelnen Fällen nur aus unbefruchteten Eiern bestimmte Individuen hervorgehen (z. B. die Drohnen der Bienen); es wird eine solche Eientwicklung als parthenogenetische bezeichnet (Jungferzeugung). Die Parthenogenese ist bei den höheren Thieren und besonders den Wirbelthieren vollkommen ausgeschlossen, und dennoch besitzen die Eier derselben die Fähigkeit, auch unbefruchtet eine grössere Reihe von Veränderungen zu durchlaufen, die sonst die Bildung eines Keimes einleiten.

Umwandlung des Keimbläschens, Bildung der Polkörper und des weiblichen Vorkerns. — Nöch ehe ein Spermatozoon in das Ei eingedrungen ist, beginnt das Keimbläschen sich nach Form und Inhalt zu verändern. Es rückt zunächst langsam gegen den einen Eipol vor und tritt an die Peripherie des Dotters. Dann verliert es seine scharfe Umhüllung und erscheint vollkommen unregelmässig; gleichzeitig löst sich auch die bis dahin feste Gestalt des Keimflecks auf, und schliesslich bleibt von all diesen Gebilden nur ein heller Fleck zurück. Auf Zusatz von Reagentien bemerkt man, wie das Plasma des Eies an dieser Stelle sich zu zwei nebeneinander liegenden, allseitig strahligen Gebilden an-

gelagert hat, welche nach und nach etwas auseinander rücken und zwischen sich eine Brücke aus feinen Plasmastrahlen (Spindel) zeigen. Der eine Pol dieser Spindel dreht sich (vielleicht) nach oben und der peripherisch gelegene Theil derselben schnürt sich ab und stellt nun ein auf dem Ei schwimmendes Körperchen, das erste Polkörperchen oder Richtungsbläschen, dar. Der zurückbleibende Theil der Spindel verlängert seine Form und bildet eine zweite Spindel, die den oben geschilderten Vorgang wiederholt und die zweite Polzelle ausstösst. Was nun von der Spindel noch vorhanden ist, nimmt schliesslich die Gestalt eines einfachen Bläschens an, welches nach und nach wieder ins Eicentrum hineinrückt und einen neuen Kern, den weiblichen Vorkern, darstellt¹⁾.

Welche Bedeutung die Ausstossung der Polkörper für die Entwicklung des Eies hat, darüber vermag noch nichts mit Gewissheit angegeben zu werden; dass sie jedoch ein höchst wichtiger Vorgang für das Ei ist, scheint nach ihrem allgemeinen Vorkommen ziemlich sicher zu sein. Die Ausstossung des zweiten Polkörpers kann vor oder auch nach der Befruchtung stattfinden, ist also von dieser unabhängig.

Die Befruchtung. Nachdem die eben beschriebenen Vorgänge im Ei stattgefunden haben, erfolgt gewöhnlich der Eintritt des Samens in dasselbe. Es scheint die Embryonalentwicklung am günstigsten zu verlaufen, wenn nur ein Spermatozoon in die Dottermasse des Eies gelangt; neuerdings will man jedoch auch beobachtet haben, dass hin und wieder mehrere Spermatozoen in den Dotter aufgenommen wurden und an der Befruchtung participirten. Sobald nun ein Samenfaden mit seinem Kopftheil in den Eidotter eingedrungen ist, verwandelt sich der Kern der Samenzelle in einen zweiten Kern der Eizelle, in den männlichen Vorkern. Derselbe rückt nun dem weiblichen Vorkern, scheinbar angezogen von demselben, immer näher und unterscheidet sich von ihm sofort dadurch, dass sich die Dotterelemente seiner Umgebung strahlig um ihn gruppieren und er gewöhnlich von geringerem Umfange ist, als der weibliche Vorkern. Endlich berühren sich beide Kerne und verschmelzen bald darauf zu einem einzigen Kern, dem Furchungskern des Eies, um welchen sich nun das Plasma strahlig angeordnet zeigt, und zwar in einem bedeutenderen Maasse als je vorher. Sind mehrere Spermatozoen in den Dotter eingedrungen, so sollen sie je einen männlichen Vorkern bilden können (?), welche dann zu mehreren mit dem weiblichen verschmelzen, sich untereinander jedoch abstossen und eine Missbildung des Embryos und Verlangsamung seiner Entwicklung zur Folge haben. Nach Bildung des ersten Furchungskernes gehen dann gewaltige Veränderungen im Bau der bisher ziemlich gleichförmigen Zelle vor sich; die ersten dieser Erscheinungen bezeichnen wir als

Furchung der Eizelle. Der Ausdruck Furchung bezieht sich auf Vorgänge, welche sich äusserlich am Dotter des Eies abspielen, dabei aber von

1) Nach einigen Forschern ist dieser weibliche Vorkern der Rest des Keimbläschens, nach anderen der zurückgebliebene Keimfleck. Seine Bildung und die Ausstossung der Polkörper scheint bei allen Eiern ziemlich gleich zu sein, ist jedoch noch nicht überall beobachtet worden.

einer grossen Anzahl innerer Vorgänge begleitet werden, welche zunächst betrachtet werden müssen. Im allgemeinen wird die Furchung durch folgende innere Vorgänge eingeleitet:

1) Der Kern umgiebt sich mit einer hellen Plasmaschicht, von der aus sich der Dotter strahlenförmig gegen die Peripherie hin lagert.

2) Der Kern zieht sich etwas in die Länge und die Plasmaschicht gruppirt sich als scheibenförmiger Ring um ihn herum.

3) Der Kern hat sich weiter verlängert, und das ihn umgebende Plasma sich an die Pole des Kernes vertheilt, wo es einen hellen, feinkörnigen Körper darstellt, von dem je zahlreiche Strahlen durch den Dotter verlaufen.

4) Der Kern hat sich vollständig als Spindel ausgezogen; an den Enden der letzteren sind die Polsterne des Plasmas sehr deutlich. Die Spindel besteht aus einem Bündel feiner, körniger Streifen, welche von den Polen gegen einander etwas divergirend ausgehen, in der Mitte sich vereinigen und je eine Verdickung bilden, wodurch an dieser Stelle eine Platte aufzutreten scheint (Kernplatte). Die Spindel geht wahrscheinlich aus dem schon früher besprochenen Netzwerk des Kernes hervor.

5) Die Kernplatte theilt sich in zwei Platten, welche von einander fort-rücken und zwar gegen die hellen Plasmasterne zu, deren innerer Körper sich vergrössert. Das Zellplasma zeigt in diesem Stadium häufig lebhafte amöboide Bewegungen.

6) Die Platten liegen den hellen Polmassen an. Der Zusammenhang der Spindel hat aufgehört und ihre Hälften ziehen sich mit den Polmassen etwas nach der Peripherie einer jeden Eihälfte hin. Die Verdickung der Spindelfasern bilden kleine, blasenförmige Körperchen, die sich mit den Polmassen vereinigen. Aeusserlich tritt in diesem Stadium die erste Einschnürung des Dotters auf. Die Ebene der Einschnürung steht senkrecht auf der Achse der Spindel.

7) Die hellen Polmassen verlängern sich senkrecht gegen die Achse, die Bläschen vereinigen sich mit den Körnern der Polmasse und dann untereinander und bilden je einen neuen Kern, der die Substanz der hellen Polmassen mit einschliesst. Die zunächst kugeligen, neuen Segmente legen sich aneinander und platten sich ab, worauf aus ihnen nach gleichen inneren und äusseren Vorgängen mehr und mehr neue Segmente hervorgehen.

Schon lange hatte man die Frage aufgeworfen, als was diese Vorgänge der Zelltheilung und -Furchung aufzufassen seien und welches die Ursachen sein möchten, die sie veranlassen. Es scheint höchst wahrscheinlich, dass all die zuletzt geschilderten Processe mit der Ernährung des Eies in Zusammenhang stehen. Der Kern scheint das Centrum zu sein, von dem aus der Stoffumsatz in der Zelle veranlasst wird, und man könnte geneigt sein, jene Polsterne als rhizopodenähnliche Gebilde aufzufassen, deren Strahlen nur eine grosse Berührungsfläche mit den Dotterelementen bewerkstelligen, denn sie treten um so klarer hervor, je energischer die innere Arbeit der Zelle sich vollzieht. Die äussere Furchung ist wohl aus dem Bedürfniss einer vergrösserten Oberfläche hervorgegangen (vergl. S. 20), denn das Ei athmet ebenso gut, wie ein ausgebildeter Organismus, und es ist schon a priori zu vermuthen, dass die inneren energischen Plasmabewegungen auch eine vermehrte Sauerstoffzufuhr

und Kohlensäureausscheidung zur Folge haben werden; beides kann jedoch nur durch eine vergrösserte Athmungsfläche (hier Aussenfläche des Dotters) ermöglicht werden, diese Vergrösserung entsteht dadurch, dass sich die Dottermasse an einzelnen Stellen ringförmig zusammenzieht und sich einschnürt, wodurch dann die charakteristische äussere Furchungsfigur ∞ gebildet wird.

Verschiedene Arten der Furchung. Nur in sehr wenig Fällen entstehen bei den ersten und den fortgesetzten Furchungsprocessen unter sich gleiche Furchungskugeln, in den meisten Fällen bedingt der vorhandene Nahrungsdotter eine ungleiche Ausbildung der Furchungskugeln und gehen mit diesen äusseren Unterschieden dann auch weitere physiologische Differenzirungen der einzelnen Zellen Hand in Hand. Nach der äusseren Form, welche die Furchungstheile zueinander annehmen, pflegt man zu unterscheiden zwischen: regulärer, inaequaler, partieller und superficieller Furchung.

a) Eier mit regulärer Furchung. Zunächst sind es besonders die adeutalen Eier (welche des Nahrungsdotters ermangeln), an denen die reguläre Furchung am klarsten zu beobachten ist. Die gesammte Dottermasse theilt sich zunächst in zwei gleiche Partien, diese je wieder in zwei, dann entstehen 8, 16, 32 u. s. f. Furchungskugeln, welche zunächst noch zusammenhängen, bald aber im Innern einen Hohlraum, die Furchungshöhle, erkennen lassen (vergl. Fig. 30, A—D). Man bezeichnet diese Furchung eines holoblastischen Eies auch als totale Furchung. Das oben geschilderte Endstadium, welches als Hohlkugel auftritt, wird *Blastosphäre* genannt; ist der Furchungsprocess soweit regulär verlaufen, sind jedoch die Furchungskugeln noch überall im Zusammenhang geblieben (so dass wir eine Vollkugel vor uns haben), so bezeichnet man dies Stadium als *Morula*-Stadium (Fig. 128) (Schwämme, viele Coelenteraten und Säugethiere zeigen dasselbe). Eine ganz vollkommen reguläre Furchung ist wohl ausgeschlossen, weil schon von vorne herein den verschiedenen Furchungskugeln eines Morulastadiums z. B. verschiedene Werthigkeit zukommt, ein Theil derselben wird Ectoderm, ein anderer Entoderm des künftigen Embryo.

Fig. 128. Maulbeerkeim oder Morula. (Nach HAECKEL.)

Eine reguläre Furchung kommt zweitens bei den centrodeutalen Eiern vor (solchen, welche eine grössere Menge Nahrungsdotter im Centrum aufgespeichert haben). Es sind, äusserlich betrachtet, die Furchungskugeln genau so gelagert, wie bei der regulären Furchung der adeutalen Eier, ein Durchschnitt durch das Ei zeigt jedoch, dass die Unterseiten der äusseren Furchungskugeln nicht geschlossen sind, sondern dass der Inhalt sämtlicher mit der centralen Dottermasse in Verbindung steht; eine Eigenthümlichkeit, die ihre Erklärung findet, wenn wir bedenken, dass das vorwiegend helle Plasma der Furchungskugeln sich zunächst noch ganz direct von dem vorhandenen Nahrungsdotter ernähren muss, und dass die äussere Hervorwölbung der Furchungskugeln nur geschieht, um eine möglichst grosse Respirationsfläche zu gewinnen (eine reguläre Furchung centrodeutaler Eier ist von einigen Crustaceen bekannt).

b) Eier mit inaequaler Furchung. Diese Art der Furchung trifft die Eier mit Nahrungsdotter und ist in allen Typen des Thierreiches zu finden; ein

bestimmtes Beispiel mag hier ihr Wesen klar machen. Beim Froschei bemerkt man am Dotter einen dunkeln und einen hellen Pol, der dunkle ist der obere, der helle der untere. Die erste Furchung des Eies geht in einem Meridian vom oberen zum unteren Pole vor sich, die zweite in einem ebensolchen Meridian, dessen Ebene jedoch auf der des ersten senkrecht steht. Die dritte Furchungsebene trennt den oberen Pol (etwa wie der nördliche Wendekreis auf einem Globus) als kleineres Stück von dem unteren grösseren. Dann finden abwechselnd noch zwei Furchungen der ersten und zweiten Furchung statt, so dass das Ei durch 8 Meridiane, die von Pol zu Pol gehen, und zwei Parallelkreise, die beide auf der oberen Eihälfte (etwa dem Aequator parallel) liegen, in 24 Zellen zerlegt ist, davon sind die 16 oberen die kleineren und theilen sich fortan sehr energisch, die 8 unteren sind die grösseren und theilen sich langsamer. Der Schluss der Furchung ist, dass der obere dunkle Pol endlich aus einer sehr grossen Anzahl kleiner, der untere helle (aber grössere) Poltheil aus einer geringeren Anzahl grösserer Zellen besteht. Die Zellen des oberen Poles liefern das Ectoderm, die des unteren das Entoderm; beide sind in mehreren Schichten gegen das Eiinnere über einander gelagert, lassen jedoch einen Hohlraum, die Furchungshöhle, zwischen sich. (Die Entodermzellen haben im Zusammenhang ungefähr die Form einer Kugel, welche am oberen Pole etwas abgeschält und eingedrückt ist, über diese Einsenkung stülpt sich hauben-

Fig. 129. Discoidale Furchung des Vogel-Eies (schematisch, ungefähr 10mal vergrössert). Nur der Bildungsdotter (der Hahnentritt oder die Narbe) ist an diesen 6 Figuren (A–F) dargestellt, weil an ihm allein sich die Furchung vollzieht. Der viel grössere Nahrungsdotter, welcher bei der Furchung sich nicht theilhaftig, ist weggelassen und nur durch den äusseren dunkeln Ring angedeutet. A Durch die erste Furche zerfällt die Stammzelle in zwei Zellen. B Diese beiden ersten »Furchungsstücke« zerfallen durch eine zweite (auf der ersten senkrechten) Furche in vier Zellen. C Aus diesen vier »Furchungsstücken« sind 16 Zellen geworden, indem zwischen den beiden ersten Kreuzfurchen zwei andere radiale Furchen entstanden und indem die inneren Enden dieser strahligen Segmente durch eine centrale Ringfurche abgeschnitten sind. D Ein Stadium mit 16 peripherischen Radialfurchen und etwa 4 concentrischen Ringfurchen. E Ein Stadium mit 64 peripherischen Radialfurchen und etwa 6 Ringfurchen. F Durch fortgesetzte Bildung von Strahlfurchen und Ringfurchen ist die ganze Narbe in einen Haufen kleiner Zellen zerfallen und bildet nunmehr den linsenförmigen Maulbeerkeim (Morula). Immer geht der Furchenbildung die Theilung der Kerne vorher. (Nach HAECKEL.)

artig das Ectoderm.) Ähnlich wie das Froschei furchen sich auch die sonstigen Eier dieser Gruppe, nur können die entstehenden Furchungskugeln beider

Pole unter einander mehr und mehr morphologische Verschiedenheiten zeigen, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann.

c) Eier mit partieller Furchung (Fig. 429). Auf dem Nahrungsdotter schwimmt der Bildungsdotter als Scheibe obenauf und geht allein eine Furchung ein. Zunächst theilt sich das Keimbläschen in zwei Furchungskerne (vergl. Seite 227), dann zeigt sich durch die Mitte der Keimscheibe, und senkrecht zur Achse der beiden Kerne, die erste Furche, die sich nach und nach bis zum Rande der Keimscheibe fortsetzt; darauf theilt sich jede Hälfte wieder in zwei ungefähr gleiche Zellen, eine jede dieser endlich wieder in zwei und die zuletzt gebildeten dann durch Furchung, die parallel dem Rande der Keimscheibe verläuft, in kleinere central gelegene und grössere randständige Theile; die centralen theilen sich darauf sehr energisch, die peripherischen langsamer. Endlich schwimmt auf dem Dotter eine kleine vielzellige Scheibe, die Keimhaut (*Blastoderma*) (Fig. 429 F). Während und nach diesen Furchungsvorgängen treten auch in dem der Keimscheibe anliegenden Dotter Kerne auf, die Zellen um sich herum entstehen lassen.

d) Eier mit superficieller Furchung. Diese Furchungsform ist neuerdings bei centrodeutalen Eiern unterschieden und dadurch charakterisirt, dass sich der Zellkern in eine Anzahl neuer Kerne theilt, welche zunächst unregelmässig in dem Dotter vertheilt liegen, darauf gegen die Peripherie des Dotters hinrücken, worauf dieselbe sich äusserlich furcht und nun ungefähr die gleichen Verhältnisse zeigt, wie bei der regulären Furchung. Eine äussere Zellhaut hüllt den centralen Dotterkern ein, in dem sich darauf weitere Furchungen bilden können, welche eine Folge der ersten Kerntheilung sind.

Wir sehen, dass das Resultat aller Furchungsvorgänge die Bildung einer ein- oder mehrschichtigen Zellhaut ist, die das ursprüngliche reife Ei ganz umhüllt oder ihm an einer Stelle aufliegt, je nachdem geringere oder grössere Mengen Nahrungsdotter demselben hinzugefügt sind.

D. Bildung der Keimblätter.

Schon im vergleichend-anatomischen Theile ist einleitend bemerkt worden, dass sich die verschiedenen Gewebe und Organe des Körpers aus den sogenannten Keimblättern entwickeln. Correet ausgedrückt müsste es heissen: ein jedes Organ des Körpers geht aus primitiven Geweben hervor, welche sich nach den Furchungsvorgängen der Eizelle aus der entstandenen Keimschicht oder Keimscheibe entwickeln und zunächst in Form ein- oder wenig-schichtiger Gebilde auftreten. Die Ausbildung dieser Primitivgewebe und -Organe kann flächenartig, blattförmig oder in Form eines umfangreichen Zellencomplexes erfolgen; da sie jedoch zuerst in flächenhafter Entwicklung beim Vogelei beobachtet wurden, hatte man ihnen allgemein die Bezeichnung »Keimblätter« oder »Keimhäute« gegeben, und spricht von einer äusseren, mittleren und inneren Haut (*Ectoderm, Mesoderm, Entoderm*). Neuerdings sind dafür häufig die Synonymen: *Epiblast, Mesoblast* und *Hypoblast* einzuführen gesucht.

Das Ectoderm ist meist mit einem Entoderm verbunden und können diese

beiden Keimhäute auch allein den Körper eines Thieres bilden. Nur bei sehr wenigen, frei lebenden Larven, sowie bei Labyrinthuleen und Planaeaden (HAECKEL) ist für längere Zeit eine einschichtige Zellkugel, deren Zellen also nur dem Ectoderm entsprechen, beobachtet worden. Aber wir haben es in diesen Fällen entweder mit einem Anfangs- oder einem Endstadium zu thun. Eine normal functionirende, einschichtige Zellkugel ist kaum denkbar, weil sich dann in einer jeden Zelle zwei Plasmaschichten mit verschiedenen physiologischen Functionen über einander befinden müssten, eine äussere, der die Athmung und Empfindung zukäme, und eine innere, welche die Assimilation der organischen Nahrung auszuüben hätte. Wir müssten damit auch zwei Zellcentren, d. h. zwei Kerne annehmen und erhielten dann sofort zwei primitive Zellschichten. Es ist wohl anzunehmen, dass in der That eine solche Arbeitstheilung in der Zelle auch zu einer Theilung derselben und damit zu einer Scheidung in Ectoderm- und Entodermzellen geführt hat. — Viele Furchungsvorgänge in der Eizelle lassen sich erklären, wenn man annimmt, dass sich der Inhalt des Eies in zwei Theile scheidet, einen lebenden, d. h. athmenden, sich bewegenden und verdauenden einerseits, und einen als Nahrung dienenden andererseits. Das lebende Plasma wird sich dann wieder in Partien sondern, von denen die athmende mehr peripherisch gelagert ist und eine energische Theilung der äusseren Eitheile, d. h. zahlreiche Ectodermzellenbildung veranlasst, wodurch die respirirende Oberfläche bedeutend vergrössert wird — die verdauende Partie der Zelle wird sich im Centrum oder an einem Pole anlagern und durch rhizopoide Vertheilung der Plasmatheile eine verdauende Fläche schaffen; sie wird weiterhin Entodermzellen bilden, welche nach und nach von den Ectodermzellen umlagert werden und mit diesen in Wechselbeziehung treten, d. h. die ersteren tauschen mit den letzteren Plasma, welches einen Ueberschuss an assimilirter Nahrung enthält, gegen solches, welches ein Plus von Sauerstoff gelöst hat, aus. — Das Nahrungsplasma wird sich innerhalb der Entodermzellen einlagern oder diesen angelagert sein. Im letzteren Falle kann seine Aufnahme, wie es vielfach beobachtet ist, durch amöboide Bewegungen des unteren Entodermzelltheiles erfolgen, also eine rein mechanische sein.

Fig. 130. Schematischer Durchschnit (untere Figur) und Querschnitt (obere Figur) durch den Körper einer Hydra. cc Ectoderm, en Entoderm. Zwischen den beiden abstehenden Tentakeln liegt der Mund; das untere Leibesende, der Fuss, ist einem Fremdkörper angeheftet.

Eine derartige doppelte Ausbildung der Keimhäute bleibt nur bei wenigen Thieren zeitlebens bestehen; als Beispiel für dieselbe mag hier nochmals die Süßwasser-Hydra (Fig. 130) angeführt werden. Das Ectoderm hat sich allerdings schon zum Theil in Nesselzellen modificirt und functionirt zum anderen Theil als Respirationsorgan, das Entoderm stellt aber einzig und allein die verdauende Schicht dar; durch den Reiz, welchen die eingeführte Nahrung auf seine Zellen ausübt, findet aus diesen die Abscheidung eines Secretes statt, welches die Nahrung löst, worauf sie auf osmotischem Wege aufgesogen wird. — Bei allen höheren Thieren ist ein solch einfaches Verhalten nur im Larven- oder Embryonalleben nachzuweisen; es treten noch Zellschichten zwischen diese primären

Blätter, und die einzelnen Abschnitte derselben erfahren durch eine eintretende Arbeitstheilung verschiedene Ausbildung.

Bildung der Gastrula. Die hohl- und vollkugel- oder scheibenförmigen Endstadien des im vorigen Abschnitte betrachteten Furchungsprocesses erleiden nun weitere Modificationen durch Ausbildung der zwei primitiven Eihäute, des Ectoderms und Entoderms. Die Form, welche dieselben nach vollendeter Bildung aufweisen, hat man nach HAECKEL's Vorgang als *Gastrula* bezeichnet. Ihre Entwicklung ist bei den verschiedenen Eiformen eine abweichende. Aus der bei regulärer Eifurchung entstehenden Zellkugel (*Morula*) bildet sich zunächst eine Hohlkugel, die Keimblase oder der Blasenkeim (*Blastula*) genannt (Fig. 30, D). Das Innere der Kugel ist mit einer hellen, oft gallertigen Flüssigkeit gefüllt und bildet die Furchungs- oder Keimböhle. An dieser Hohlkugel differenzieren sich die Zellen in zwei Abschnitte, von denen der eine sich nach innen einstülpt und dadurch zunächst ein napfförmiges, später ein schlauchartiges Gebilde hervorbringt, dessen einzelne Zellen sich in zwei Schichten übereinander gelagert haben und einen Hohlraum umschliessen, zu dem von aussen eine Oeffnung führt, ähnlich dem Munde unserer Hydra. Die beiden primären Keimblätter, welche die Kugelwandung bilden, unterscheiden sich auch histologisch, indem das äussere (Ectoderm) aus festeren und zahlreicheren Zellen besteht, welche mit einem hellen Plasma erfüllt sind, während die des Entoderms grösser und weicher sind und einen körnigen, fettreichen Plasmainhalt besitzen. Die so gebildete Gastrula¹⁾ wird als Glockengastrula (*Archigastrula*) bezeichnet. Sie findet sich bei der Entwicklung vieler Coelenteraten, Würmer, Mollusken, Tunicaten und dem Amphioxus. — Sind dem Ei grössere Mengen Nahrungsdotter beigefügt, so wird selbstredend auch die Ausbildung der primitiven Keimblätter eine von der oben geschilderten verschiedene sein. Es werden sich die Dotterelemente, welche als Nahrungsdotter bezeichnet wurden, den Entodermzellen anlagern. Beim Froschei — welches wir (Seite 230) bis zu dem Stadium verfolgt haben, in welchem sich das Ectoderm haubenartig über das Entoderm stülpte und zwischen beiden eine Höhle, die Furchungshöhle (Fig. 131, F), bestehen blieb, — umwachsen die Ectodermschichten mehr und mehr das Entoderm, so dass im unteren Eipole nur ein kleines, helles Feld sichtbar bleibt (P). Gleichzeitig stülpt sich von diesem Felde eine schmale Höhle, die Urdarmhöhle (N), ins Innere, wo sie sich mehr und mehr ausdehnt und schliesslich die Furchungshöhle zum grössten Theil (Fig. 131, D) verdrängt. Von derselben wird sie durch eine Zwischenwand (h) geschieden. Dem Ectoderm legt sich das nach innen wuchernde Entoderm eng an und bildet so mit der eingestülpten Urdarmhöhle eine Gastrula, welche von der oben geschilderten verschieden ist und von HAECKEL als Haubengastrula (*Amphigastrula*) bezeichnet wird. Der Gastrulamund (P) wird durch einen Dotterpfropf angefüllt und führt nach

4) Der Hohlraum, den die Keimblätter umschliessen, wird als Urdarm (*Prologaster*), seine Oeffnung als Urmund (*Protostoma*), die gesammte Gastrula als primäre oder palingenetische bezeichnet (HAECKEL).

seinem Entdecker die Bezeichnung des »Rusconi'schen Afters«. Der Rand dieses Urmundes wulstet sich ringsum lippenartig auf (k, k'). Der entstehenden

Fig. 131. Vier Stadien der Gastrulabildung beim Krötenei, in Medianschnitten (n. STRICKER).

den Urdarmhöhle entsprechend lagert sich das Ei anders als zu Anfang, es dreht sich um 90° , so dass der Urmund mehr nach oben zu liegen kommt. — Beim Säugethierei (Fig. 132) geht die Gastrulabildung dadurch vor sich,

Fig. 132. Gastrula des Säugethiereies (Amphigastrula vom Kaninchen), im Längsschnitt durch die Axe. e Exodermzellen (64, heller und kleiner). i Entodermzellen (32, dunkler und grösser). d Centrale Entodermzelle, die Urdarmhöhle ausfüllend. o Periphere Entodermzelle, die Urmundöffnung verstopfend (Dotterpfropf im Rusconi'schen After). (Nach HAECKEL).

dass schon bei der ersten Furchung eine Zelle als respiratorisch-sensitive, die zweite als nutritorische zu betrachten ist. Die Zellen theilen sich weiter und die aus der ersten hervorgegangenen Ectodermzellen umlagern schliesslich die aus der zweiten sich bildenden Entodermzellen; durch diesen Ueberwucherungsprocess entsteht eine Amphigastrula, bei welcher die Ectodermzellen in doppelter Anzahl und geringerer Grösse als einschichtige Keimhaut die zusammengelagerten Entodermzellen umgeben. — Das Vogelei zeigt eine scheibenförmige, vielzellige Keimschicht, welche dem grossen Dotter aufgelagert ist (Fig. 129 F) und sich aus nicht vollkommen regelmässig neben- und übereinander gelagerten Zellen zusammensetzt. Innerhalb der

ersten Stunden der Bebrütung dehnt sich das scheibenförmige Blastoderm mehr aus (beim Hühnchen bis 4—5 mm Durchmesser) und lässt eine centrale, dünne und eine am Rande gelegene, dicke Schicht unterscheiden. Die äusseren Zellen bilden ein zusammenhängendes, aus hellen, länglichen Zellen bestehendes Ectoderm, unter welches sich vom Rande her die mehrschichtig angelegten Entodermzellen durch Verschiebung und Vermehrung anlagern. Am Keimscheibenrande liegen die letzteren in mehreren Schichten übereinander und bilden den sogenannten Keimwulst; nach der Mitte der Scheibe zu sind sie stellenweise nur einschichtig, stellenweise auch in kleineren Haufen angelagert. — Auch bei den Eiern der Knochenfische und Reptilien tritt eine ähnliche primäre Keimblattbildung auf. HAECKEL bezeichnet die Bildungen sehr treffend als Scheibengastrula (*Discogastrula*). — Bei den Arthropodeneiern mit superficieller Furchung bildet sich von der einschichtigen, oberflächlichen Keimhaut aus eine Einstülpung und Zellwucherung (Entoderm) in die central gelagerte Dottermasse. Die Zellen sind cylindrisch und umschliessen die Urdarmhöhle in einer Schicht. Die entstehende Gastrula ist die Blasen- oder *Perigastrula*.

Bildung des mittleren Keimblattes. Während das Ectoderm die äussere Haut, das Nervensystem und die Sinnesorgane, das Entoderm die Auskleidungen des Verdauungsapparates bildet, entwickeln sich die Muskeln und inneren Skelettheile aus einem dritten primären Keimblatte, welches sich zwischen Ectoderm und Entoderm einschiebt, aus dem Mesoderm. — Seine Entwicklung geht wohl sicher aus einem der beiden primitiven Blätter vor sich, ist jedoch noch keineswegs für alle Fälle klar gelegt worden. Beim Ei des Vogels, welches entwicklungsgeschichtlich am eingehendsten untersucht ist, stammt das Mesoderm aus dem Ectoderm. Seine Bildung beginnt schon wenige Stunden nach der Bebrütung, indem sich von der Mittellinie der ovalen Keimscheibe aus das Ectoderm gegen das Entoderm zu stark vermehrt und so eine Zellwucherung zeigt, welche sich bald keilförmig von der Mitte nach beiden Seiten zwischen die beiden primären Keimblätter schiebt und zwischen diesen als mittleres Keimblatt weiter wuchert. Der Keim, der sich senkrecht zur Längsachse des Eies oval ausgezogen hat, zeigt in der Mittellinie eine seichte Längsfurche, welche von wulstartig hervortretenden Ectodermzellen umrandet und gebildet wird; es ist dies die sogenannte Primitivrinne (Urrinne). In Fig. 126 ist dieselbe als dunkle Linie innerhalb des centralen, hellen, länglichen Keimschildes angegeben. Der Embryo besteht nach circa 24stündiger Bebrütung aus dem centralen, schuhsohlenförmigen, hellen Keimschild, der *Area pellucida*, in deren Mitte die Primitivrinne verläuft; das Keimschild wird von einem dunklen Hofe, der *Area opaca*, umgeben, dessen äussere Grenze als Gefässhof, *Area vasculosa*, bezeichnet wird; auf die *Area opaca* folgt endlich eine helle Zone, die *Area vitellina* (Dotterhof). Das Mesoderm erstreckt sich auf diesen Stadien bis zur Grenze der *Area opaca*. — Später theilt sich das Mesoderm vielfach in ein oberes und ein unteres Blatt, so dass dann 4 primäre Keimblätter unterschieden werden können; das obere führt die Bezeichnung Hautfaserplatte, das untere die der Darmfaserplatte.

Verfolgen wir nun auch die weiteren Schicksale der Haubengastrula eines

Säugers bis zu diesen Entwicklungsstadien, so bemerken wir zunächst, dass sich die Ectodermzellen schnell theilen und sich von den Entodermzellen, die eine nur sehr geringe Vermehrung erfahren, blasenförmig abheben (Fig. 133). Schliesslich bildet sich eine, aus mehreren Hundert aneinander liegender Zellen

Fig. 133. Kaninchenei aus dem Uterus, von circa 0,011 Par. Zoll Grösse, das innerhalb der Zona pellucida *a* die einschichtige Keimblase *b* und im Innern derselben einen Rest nicht verbrauchter Furchungskugeln zeigt. Die in diesem Stadium noch ziemlich mächtige Eiweisschicht ist nicht dargestellt. (Nach BISCHOFF.)

bestehende, einschichtige Blase, in welcher an einer Stelle ein Häufchen von ca. 60 Zellen liegt, die Abkömmlinge des primitiven Entoderms. Die letzteren vermehren sich und schieben sich seitlich unter den Ectodermzellen her, so dass nach einigen Tagen eine Blase entsteht, die von einer zur Hälfte einschichtigen, zur anderen Hälfte zweischichtigen Keimblatthaut umschlossen wird. Als äussere Hülle tritt noch die Dotterhaut (Zona pellucida) des Eies (s. Fig. 12) als helles, dünnes Häutchen hinzu. Während sich die Entodermzellen einschichtig dem Ectoderm unterschieben, geht an der Ausgangsstelle der ersteren eine Veränderung mit dem Ectoderm vor sich, seine Zellen wachsen in die Länge und stellen so eine helle, rundliche Verdickung dar, welche sich nach und nach mehr in die Länge ausdehnt und schliesslich auch einen

hellen, rundlichen Fruchthof bildet. Von der Mitte desselben (Fig. 134) wuchern

Fig. 134. Querschnitt durch den dickeren Theil der ersten Anlage des Primitivstreifens eines Kanincheneies von 7 Tagen. 105mal vergr. *pr* Primitivstreifen; *bl* Keimblase; *ect* Ectoderm; *ent* Entoderm. (Nach KÖLLIKER.)

die Ectodermzellen nach innen und bilden so die erste Anlage eines Mesoderms.

Fig. 135. Embryonalfleck (Fruchthof) eines Kanincheneies von 8 Tagen. Grösse des Embryonalflecks 1,73 mm. *arg* Area embryonalis; *pr* Primitivstreifen mit Rinne. Vergr. etwa 22mal. (Nach KÖLLIKER.)

In der Medianlinie des Fruchthofs tritt dann auch die Bildung einer zunächst seichten Längsfurche, des Primitivstreifens, ein. Seine erste Anlage erfolgt vom hinteren Ende des Fruchthofes gegen die Mitte des Fruchthofes resp. die vordere Area embryonalis zu. In der Mitte des Primitivstreifens verläuft eine Furche, die Primitivrinne. Der Primitivstreifen ist der Ausdruck einer gegen das Entoderm zu stattfindenden Ectodermwucherung (siehe Fig. 133 *pr*). Die äussere, dunklere Grenze der Fig. 135 ist die Anlage der Area vasculosa. Vor dem Primitivstreifen bildet sich dann ebenfalls eine Furche, welche tiefer wird und deren Ränder sich wulstförmig emporheben; es ist die erste Anlage des Nervencentrums, die Rückenfurche oder Me-

dullarrinne, die hervortretenden Ränder derselben werden als Rückenwülste bezeichnet.¹⁾

E. Bildung der Eihüllen.

Während bei den Fischen und Amphibien den Embryo nur die primitiven Eihüllen umgeben, treten bei den höheren Vertebraten zu dieser primären Hülle noch weitere, welche durch Wucherung und Umwachsung von Ectoderm und Mesoderm gebildet werden. Eine dieser Hüllen legt sich der Dotterhaut ringsum an, die andere umgiebt den Embryo blasenartig und bildet das sogenannte Schafhäutchen, das *Amnion*. Man unterscheidet daher die Vertebraten auch als *Anamnia*, welche des Schafhäutchens entbehren (Fische, Dipnoer und Amphibien), und als *Amniata*, bei denen ein solches entwickelt ist (Reptilien, Vögel und Säuger).

Im Folgenden haben wir kurz die Entwicklung der Eihäute beim Vogel- und Säugerei zu betrachten, und vorher cursorisch die Bildung des Embryo aus den drei Keimbäuten bis zu einem gewissen Stadium zu verfolgen.

Entwicklung der äusseren Leibesform. Die Ausdehnung der Medullarrinne schreitet nach ihrer ersten Entwicklung schnell weiter fort, sie erstreckt sich bald über den grössten Theil der Längsachse des Keimschildes und lässt darauf einige Zonen erkennen, von denen die vordere als Kopf-, die mittlere als Stamm- und die letzte als Schwanzzone bezeichnet wird. Im Kopftheile schliessen sich die Ränder der Rinne zuerst und bilden damit den Anfang des Medullarrohres, von dessen Seiten sich das Gehirn mit seinen 3, resp. 5 primitiven Gehirnbläschen entwickelt. Da der Kopf energisch nach oben und vorne wächst, schnürt er sich von der Keimscheibe vorn und seitlich mehr und mehr ab, und gleichzeitig erhebt sich vor ihm eine Falte, die aus dem Ectoderm und einer oberen Platte des Mesoderms besteht, die vordere Amnionfalte. Das vordere erste Hirnbläschen stülpt sich seitlich in je eine primitive Augenblase aus, welche später Sehnerv und Retina entstehen lässt. Weiter nach rückwärts bilden sich zwei seitliche Gruben, die Ohrgrübchen. Im Stammtheile schliesst sich das Medullarrohr dann auch nach und nach und treten zu seinen Seiten zunächst ein-, dann zwei- u. s. w.-paarig die sogenannten Urwirbel hintereinander auf; es sind dieselben viereckige Plättchen, die ihren Ursprung aus dem Mesoderm nehmen und sich bis zu 19 Paaren hintereinander lagern. Im Schwanztheile bleibt die Medullarrinne noch am längsten offen und liegt ihr zu Seiten eine einfache Mesodermwucherung. Unter der Medullarrinne, und längs ihr verlaufend, liegt die Anlage der Wirbelsäule, die *Chorda dorsalis*. Der vordere Kopftheil ragt, wie erwähnt, frei über dem Keimschild vor. An seiner unteren Fläche springt nach innen zu die innere Mesodermplatte mit dem anlagernden Entoderm vor, wodurch eine Tasche unterhalb des Vorderhirnes ge-

1) Zu bemerken ist, dass beim Meerschweinchen die Furchungszellen, welche das Entoderm bilden, dem Ectoderm aufliegen und über dasselbe sich ausdehnen, so dass hier die Reihenfolge der Keimblätter eine umgekehrte ist.

bildet wird, welche die erste Anlage der Mund- und Rachenhöhle (*vd*) darstellt: nach rückwärts gerichtet, bilden dann die innere Mesoderm- und Entoderm- schicht das Herz, von dem vorn und hinten je ein Paar Gefässe ausgehen.

Nach vorn zieht sich das Ectoderm mit untergelagertem doppelten Mesoderm und Entoderm unter dem Kopfe hin, spaltet sich aber vor demselben und die obere Platte wölbt sich als Amnion über den Kopf hinweg, die untere Platte umschliesst als Dottersack den Dotter. — Auf einer folgenden Stufe hat sich der Kopf noch mehr vorgewölbt, die Hirnblasen haben sich gegen einander verschoben, die Mundhöhle ist ventral nach vorne zu durchgebrochen und wird seitlich von Fortsätzen des Kopfes, den Kiemenbögen, umgeben. Die Augenblasen haben sich von innen her weiter entwickelt, und von aussen hat sich gegen sie eine Blase aus dem Ectoderm eingestülpt, die zur Linse wird. Das Herz ist als geknickter Schlauch sichtbar und entsendet zwei Paar Gefässe (*Venae et Arteriae omphalo-mesentericae*), welche mit der Area vasculosa in Verbindung treten. In der letzteren sind zahlreiche Gefässe zur Entwicklung gelangt. Ein Ringgefäss wird als *Vena terminalis* bezeichnet und bildet die äussere Grenze des Gefässhofes, von ihr geht das Blut durch zahlreiche Venen, die *Venae vitellinae anteriores, laterales, posteriores*, die sich jederseits in einem vorderen, seitlichen und hinteren Dottervenenstamme sammeln, zum Herzen. Das hintere Leibesende des Embryo hebt sich nun auch ab, das Medullarrohr ist vollständig geschlossen, und ähnlich, wie sich in den Kopftheil die Vorderdarmbucht

Fig. 136. Längsschnitt durch den Kopftheil eines 38 Stunden alten Hühnerembryo neben der Mittellinie und 2. Th. in derselben. Vergr. 69mal. *un* erster Urwirbel; *un'* Urwirbelähnliches Segment hinter der Gehörgrube *g*; *un''* Urwirbelähnlicher Körper vor der Gehörgrube, der von einem Ganglion und zwei Nerven gebildet wird (G. GASSER?); *ch* Chorda; *mr* Medullarrohr; *vd* vorderes Ende des Vorderdarms (Schlund); *vd'* vordere Darmöffnung, Eingang in den eigentlichen Vorderdarm; *ent* Entoderm des Vorderdarms, übergehend in *ent'*; das Entoderm der Kopfkapsel *kk*, an der hier keine Lage des mittleren Keimblattes vorhanden ist; *ect* Ectoderm am Kopfe in *vaf*, die vordere Amnionfalte, übergehend, die nur aus dem Hornblatte besteht; *ph* Parietalhöhle (Halshöhle), die das Herz enthält; *ba* vordere und hintere Begrenzung des Bulbus aortae; *k* Herzkammer zweimal angeschnitten; *dfa* Darmfaserplatte des Vorderdarms; *dfp'* Darmfaserplatte der vorderen (unteren) Wand der Parietalhöhle. (Nach KÖLLIKER).

einschob, schiebt sich unter den Schwanztheil die Enddarmbucht, von der aus sich, wie noch zu erörtern ist, ein Bläschen, die *Allantois*, vorstülpt. Zu Seiten des sich nun mehr und mehr vom Dotter abhebenden Embryos treten dann die Extremitätenanlagen als ein vorderes und hinteres Stummelpaar hervor.

Entwicklung der Eihüllen. Beim Vogelei umwächst das Ectoderm

mitsammt dem Entoderm nach und nach die gesammte Dottermasse, und langsam schiebt sich zwischen beide das Mesoderm weiter und weiter, mit seinem Ende die Grenze der Area vasculosa bezeichnend, ein; es spaltet sich frühzeitig in ein oberes und ein unteres Blatt. Das obere Blatt hebt sich in der Nähe des Embryo mit dem Ectoderm in die Höhe, es bildet vor dem Kopf, zu Seiten und hinter dem Schwanztheil die schon erwähnten Amnionplatten, welche sich höher und höher hervorwölben und endlich in der Mediane über dem Embryo zusammenstossen, mit einander verwachsen und sich dann trennen, indem die Verwachsungsebene der Faltenränder durchbricht. Dadurch wird nach aussen zu eine selbständig erscheinende Hülle gegen die Dotterhaut gebildet und gleichzeitig der Embryo nach oben zu in einen geschlossenen Sack, das *Amnion*, eingebettet. Die äussere Hülle wird zur sogenannten serösen Hülle. Das Entoderm, dem sich das untere Blatt des Mesoderms aufgelagert hat, wölbt sich, der Bildung des Amnion folgend, zunächst auch faltenartig um den Embryo herum, lässt aber stets den Rückentheil desselben mit der, diesem auflagernden Amnionhaut frei; diese Hervorwölbungen werden als Kopf-, Seiten- und Schwanzkappen bezeichnet, sie verschwinden, sobald der Embryo grösser wird und den von dem Entoderm umschlossenen Dotter verzehrt. Die Höhle, welche sich um das Amnion, also zwischen der serösen Haut und dem Dottersacke, ausdehnt, wird die Höhle des Blastoderms genannt; sie ist mit einer eiweiss-haltigen Flüssigkeit angefüllt.

Am hinteren Leibesende, welches sich wie das vordere vom Dotter abgehoben hat, erfolgt dann die Bildung eines zweiten wichtigen Embryonalorganes, die der *Allantois*, des primitiven Harnbläschens. Der Schwanztheil hat sich hervorgewölbt und ragt in ihn eine mit dem Dottersack in Verbindung stehende Ausbuchtung, die Enddarmbucht, hinein. Nach oben zu wird diese Bucht von der Anlage des hinteren Rückenmarks und der Becken-Schwanzwirbelsäule, nebst den sich an diese seitlich ansetzenden Mesodermgebilden, überdeckt. Die untere Wand wird im äussersten Theile von den drei primären Keimblättern zusammengesetzt, jedoch erhebt sich das Ectoderm mit der oberen Mesodermplatte bald als hintere Amnionfalte um den Schwanztheil herum; das untere Mesodermblatt mit dem Entoderm verläuft zunächst etwas grade, als innere untere Wand der Enddarmbucht, und geht darauf die Bildung des Dottersackes ein. Von der Stelle an, wo sich der Dottersack vom Embryo abhebt, bis zu der Stelle, von der sich die hintere Amnionfalte erhebt, liegt eine aus einer innern Entoderm- und äusseren Mesodermschicht zusammengesetzte Platte, welche man als Allantoisplatte bezeichnen kann. Dieselbe stülpt sich, durch vermehrtes Wachsthum ihrer Zellen, nach und nach als Bläschen zwischen Amnion und Dottersack aus; es ist dies die *Allantois*, die in die Höhle des Blastoderms hineinragt und schliesslich als grosse Blase um den Embryo herumwächst und sich der Dotterhaut anlagert, jedoch nicht mit derselben verwächst.

Bei den Säugern erhalten die Eihüllen dadurch eine erhöhte Bedeutung, dass sie in den Dienst der Ernährung des Embryo hineingezogen werden. Aus den sehr kleinen Eiern dieser höchsten Lebewesen könnte unmöglich ein lebensfähiges Individuum sich entwickeln, wenn dieselben nicht noch längere Zeit in dem mütterlichen Organismus verweilen und nach ihrer Loslösung aus dem Eierstocke sich gleichsam parasitirend innerhalb gewisser Organe auf Kosten

der Mutter ernährten. Nachdem sich ein Ei aus den GRAAF'schen Follikeln gelöst hat, fällt es in die Bauchhöhle oder gelangt nur in die Tube und den Oviduct und wird hier ausnahmsweise befruchtet, was dann eine Weiterentwicklung des Embryo innerhalb der Bauchhöhle u. s. w. zur Folge hat. Diese Art der Schwangerschaft wird als *extrauterine* bezeichnet und ist dabei selbstredend eine normale Entwicklung und Geburt des Embryo ausgeschlossen. In der Regel wird jedoch das Ei von den Fimbrien der Abdominaltuben erfasst, durch das Ostium abdominale in die Oviducte und aus diesen in den Uterustheil übergeführt. Zur Zeit der Brunst (beim Weibe zur Zeit der Menstruation) erleidet

Fig. 137.

die Uterusschleimhaut einen Umwandlungsprocess, wodurch sie befähigt wird, das Ei leicht anhaften zu lassen. Ist die Anheftung und die Befruchtung durch

ein Spermatozoon erfolgt, so nimmt das Ei aus der Wandung des Uterus auf osmotischem Wege Nahrungsmaterial auf, und indem es die früher besprochenen Furchungen durchmacht, wächst es ganz allmählich. In dem Stadium, welches Seite 236 beschrieben wurde, stellt es sich als kleines Bläschen dar; nach aussen liegt die primitive Eihaut, die *Zona pellucida*, der inneren Ectodermblase auf — unter der Ectodermsschicht schiebt sich das Entoderm immer weiter vor, und zwischen beiden kommt das Mesoderm zur Entwicklung. Die *Zona pellucida* geht nach Bildung des Amnions zu Grunde, vorher aber legt sie sich als Dotterhaut (Fig. 137, 1, 2, 3 d) der Uteruswandung an und entwickelt nach aussen zu eine grössere oder geringere Anzahl kleiner Zöttchen (*d'*). Dies Stadium ist schematisch in Fig. 137, 4 dargestellt. Die Anlage des Embryo ist im Längsschnitt gegeben; *a* repräsentirt das verdickte Ectoderm (*a'*), *m* den zum Embryokörper gehörenden verdickten Theil des Mesoderms (*m'*); nach innen liegt das Entoderm (*z*), welches die Keimblasenhöhle (*kh*) umgiebt. Die letztere ist mit einer der Mutter entzogenen Nährflüssigkeit angefüllt und wird später zum Dottersack (*ds*), welcher relativ um so kleiner wird, je weiter sich das embryonale Gefässsystem entwickelt und mit dem der Mutter in Beziehung tritt. Die Zellen der Keimblätter, welche diese centralen Verdickungen bilden, theilen sich auch in der Folge bedeutend energischer, als die der als Hüllen auftretenden Keimblatttheile. Es gehen ja auch aus diesem Centraltheile des Keimes das Nervensystem und die Sinnesorgane, die Wirbelsäule, die Hauptkörpermusculatur, das Herz, die Nieren und die Geschlechtsorgane hervor, während die Eihüllen die Gefässe, den Darmcanal mit seinen Anhängen, die Blase und die Bauchdecken liefern. Als erster Ausdruck der eben erwähnten energischen Zelltheilung ist das Längen- und geringe Breitenwachsthum des Embryo anzusehen. Dies Längenwachsthum ist aber auch ein ungleiches, indem die oberen Schichten (besonders das Ectoderm) energische Zelltheilungen gegenüber den tiefer liegenden erfahren. Dadurch wird eine Krümmung des Embryokörpers veranlasst, welche bis zu einem gewissen Stadium immer mehr und mehr zunimmt. Fig. 137, 2 schematisirt den Durchschnitt eines älteren Embryo, bei dem sich schon der links liegende Kopftheil über den Dottersack hervorgewölbt hat. In diesen Kopftheil geht vom Dottersacke aus die Vorderdarmbucht hinein und ist die Anlage des Herzens und der vorderen Leibeswand, welche sich unter derselben befindet, durch eine Schlinge (*vl*) angedeutet worden. Die Enddarmbucht tritt noch wenig hervor. Während das Entoderm und das untere Mesodermblatt keine Complicationen zeigen, sehen wir, dass sich das Ectoderm mit dem oberen Mesodermblatt am vorderen und hinteren Theile des Embryo emporwölbt; *ks* ist die Kopfscheide, *ss* die Schwanzscheide des Amnions. Der Buchstabe *e* bezeichnet den Embryo, *dd* das Darmdrüsenblatt (hervorgegangen aus dem Entoderm), *dg* den Dottergang, durch welchen die vom Embryo umschlossene primitive Darmhöhle mit dem Dottersacke (*ds*) communicirt. Bei *st* ist der Querschnitt des *Sinus terminalis* zu denken, welcher das den Gefässhof umgebende Ringgefäss bildet. — Die folgende Figur zeigt uns den Zusammentritt der Amnionsfalten in der Mitte über dem Embryo. Die Berührung findet mit einer schmalen Fläche statt, welche in der Figur auf dem Durchschnitt als kleine Platte dargestellt ist. Gleichzeitig ist auf diesem Stadium die weitere Entwicklung der Schwanzbucht sichtbar und die erste Anlage der *Allantois*, die sich als

kleines Säckchen (*al*) vom Boden der Schwanzbucht ausstülpt. Der Sinus terminalis ist, der Weiterentwicklung des Mesoderms entsprechend, schon über die Hälfte des Eies herumgerückt. Durch die Bildung des Amnions (*am*) wird zunächst um den Embryo herum eine Blase gebildet, die Amnionsblase (*ah*), welche sich mit einer hellen Flüssigkeit, dem Amnionswasser, füllt. Der nicht zur Bildung von Embryo und Amnion verwandte Theil des Ectoderms wird als Hülle um den gesamten Embryo nebst Dottersack und Allantois abgeschnürt, und legt sich diese Hülle der Uteruswandung eng an, sie wird zur sogenannten serösen Haut (*sh*). — Das Amnion füllt sich nun immer mehr mit dem Amnionwasser (Fig. 137, 4) und stülpt sich die Allantois immer weiter nach aussen vor, während der Dottersack, den jetzt das Mesoderm ganz umwachsen hat, relativ kleiner wird. Die Höhle (Blastodermhöhle des Vogeleies) zwischen Amnion und der serösen Haut wird nach und nach grösser und füllt sich mit einer hellen Eiweisslösung an. Gegen die Amnionshöhle zu sind bei unserer Figur zwei Durchbrüche zu unterscheiden, ein vorderer, in der Vorderdarmwand, der Mund, und ein hinterer, zum Enddarm führender, der After. — Fig. 137, 5 zeigt endlich die letzte Ausbildung der Eihüllen. Der Embryo, dessen Kopf links und nach unten liegt, besitzt eine stark gekrümmte Form; der Kopf zeigt eine untere Hervorwölbung, das Grosshirn, dann darüber die Anlage des Auges und über resp. vor diesem eine Reihe von Spalten, die Kiemenspalten. Vor dem Gesicht liegt die Herzanlage und über dieser die der vorderen Extremität. Das hintere Körperende lässt den Schwanz und die über und vor diesem sich hervorwölbenden Hinterextremitäten erkennen. Das Amnion hat sich noch vergrößert und auch die Höhle des Blastoderms erscheint erweitert und einheitlicher. Der Dottersack bildet sich mehr und mehr zurück und hängt durch den langen, engen Dottergang mit der Darmhöhle zusammen. Die weitesten Umformungen hat jedoch die Wandung der Allantois erfahren. Das schnell wachsende Bläschen ist bis zur serösen Haut gelangt und hat nun dieselbe im Innern nach und nach vollkommen mit einer gefässreichen Schicht überzogen, dieselbe setzt sich auch in die Zotten, welche von der serösen Haut nach aussen angelegt worden waren, hinein fort. Schliesslich überzieht die letztere die Allantoiswucherung nur als Epithelschicht. Die sich an die seröse Haut anlagernde Schicht wird mit dieser zusammen als *Chorion verum* bezeichnet, die Zotten sind die bleibenden Chorionzotten. Das Bläschen der Allantois (*al*) ragt als kleines Gebilde in den Gefässtheil hinein, welcher Embryo und Chorion verbindet. Endlich verschwindet auch der Dottersack mehr und mehr und die Amnionhaut legt sich dem Chorion an; zwischen beiden Häuten bildet sich dann ein Gallertgewebe aus. Der Raum des Amnions hat sich beträchtlich erweitert und ist mit dem Amnion- oder Schafwasser angefüllt, in welchem der Embryo frei schwimmt. Der Gefässstrang, welcher Embryo und Eihäute verbindet, wird als Nabelschnur, *Funiculus umbilicalis* bezeichnet. Die Nabelschnur ist äusserlich von dem Endothel des Amnions überkleidet, im Innern zeigt sie eine mehr bindegewebige Beschaffenheit und verlaufen in ihr die *Vena umbilicalis* und die beiden *Arteriae umbilicales*. Im Innern findet sich oft noch ein aus Epithelzellen gebildeter Strang als Rest der Allantois. Das Bindegewebe zeigt eine gallertige Beschaffenheit und wird als WARTON'sche Sulze bezeichnet.

Bildung der Placenta. Alle diese complicirten Hautbildungen um den

Embryo herum haben, wie schon früher erwähnt wurde, nur den Zweck, eine möglichst vollkommene Ernährung des Embryo einzuleiten. Das Chorion legt sich der Uteruswandung zunächst eng an und entsendet seine Zotten in die Schleimhaut derselben. Diese Schleimhaut wird dann auch modificirt und verbindet sich mit den Häuten des Embryo zu einem äusserst gefässreichen Gebilde, welches als Mutterkuchen, *Placenta*, bezeichnet wird. Ehe wir auf die morphologischen Verhältnisse, welche dies Gebilde uns darbietet, eingehen, müssen wir uns über seine physiologische Bedeutung klar werden. Der Säugethierembryo erhält nicht wie der Vogelembryo Nahrungsdotter zur Bildung seines Leibes mit, sondern ist lediglich auf den Ueberschuss, den er aus dem mütterlichen Organismus erhalten kann, angewiesen. Er saugt aus den Geweben der Mutter schon assimilierte Nahrung auf und findet dieselbe vornehmlich im Blute vor. Die Blutflüssigkeit diffundirt durch die Eihäute hindurch, und mit ihr wird auch ein nöthiges Quantum gelösten Sauerstoffs den Embryonalgeweben zugeführt. Die in diesen Geweben entstehenden Spaltungsproducte, Harn und Kohlensäure, werden durch Exosmose an das Blut der Mutter abgegeben und in den Lungen und Nieren der letzteren ausgeschieden. Da nun das Wachsthum des Embryo ein immerhin sehr beträchtliches ist (das Gewichtsverhältniss der Embryonen zur Mutter ist ungefähr wie 1 : 40), muss auch der Stoffumsatz ein energischer sein und derselbe kann nur ungestört verlaufen, wenn er durch eine grosse Fläche stattfinden kann. Durch die Bildung der Eihüllen wird der Zweck verfolgt: eine den Bedingungen der Osmose möglichst günstige Fläche herzustellen. Das Chorion ist es, welches sich den Uteruswandungen anlegt und die Resorptionsfläche bietet, daher muss auch seine Ausbildung der Function, welche es zu erfüllen hat, entsprechend sein. Ist der Uterus lang und kommen in ihm nur wenige (1—2) Embryonen zur Entwicklung, so stellt sich das Chorion als ein sehr weitläufiges Gebilde dar und legt sich nur mit einer glatten und wenig Zotten bildenden Oberfläche der Uteruswand an (Wiederkäuer). Ein gleiches Verhalten zeigt es, wenn die Embryonen sehr frühzeitig geboren werden (Implacentalen) und also der Mutter keine grosse Menge von Nahrung entziehen müssen. Gelangen jedoch mehrere Embryonen im Uterus zur Entwicklung oder verweilen dieselben darin sehr lange, so kann sich das Chorion nicht durch einfache Ausdehnung zu einem flächenhaften Gebilde gestalten, es treten deshalb an ihm noch Hilfsapparate auf, welche sich uns in den Chorionzotten darstellen. Es sind dieselben ganz analog den Zotten im Darmcanale dazu bestimmt, die resorbirende Blutfläche möglichst zu vergrössern. Ihre Einwachsung und Ausbildung ist bei den Säugern verschieden und hat man die letzteren dem entsprechend in verschiedene Gruppen getheilt, jedoch ist eine solche Eintheilung ebenso zu verwerfen, wie etwa eine Eintheilung nach der Länge und Ausbildung des Darmcanales. Physiologisch ist es ganz gleichgültig, ob eine Resorptionsfläche durch Ausdehnung in die Länge und Breite oder durch Bildung zahlreicher cylindrischer Zotten hergestellt wird. Unterschiede in der Eihautbildung und in der Entwicklung einer Placenta bestehen ja allerdings, nur dürfen sie absolut nicht als integrierendes Moment bei der Aufstellung einer Systematik verwandt werden.

Bevor wir zur Untersuchung des Chorions bei den verschiedenen Säugern übergehen, wird es zweckmässig sein, das des Menschen und die Placentabil-

dung bei demselben zu betrachten. Das *Chorion verum*¹⁾ zeichnet sich durch die Bildung der Zotten aus, welche jedoch nicht überall in gleicher Anzahl und Entwicklung auftreten (Fig. 138). Am grössten und zahlreichsten sind sie am oberen Eipole, der sich gewöhnlich der Uteruswand anlegt. Diese Zotten, deren jede von einem embryonalen Gefässnetze durchzogen wird, senken sich in die Uterindrüsen (vergl. Seite 135) ein und bilden in ihrer Gesamtheit den kindlichen Fruchtkuchen, *Placenta foetalis* oder *Chorion frondosum*.

Fig. 138. Eihüllen des Menschen in situ, schematisch dargestellt. *m* Muscularis des Uterus, nicht ausgezeichnet; *d.v.* *Decidua vera*; *pl.u.* *Placenta uterina*, äussere Schicht; *pl.u.* innere Lage derselben mit Fortsätzen zwischen die Chorionzotten *ch.z.* hinein; *d.r.* *Decidua reflexa*; *ch.f.* *Chorion laeve*; *ch.f.* *Chorion frondosum*, mit den Zotten *ch.z.* die *Placenta foetalis* darstellend; *a.* *Amnion*; *a.h.* *Amnionhöhle*; *a.s.* *Amnionscheidewand* für den Nabelstrang; *d.g.* *Dottergang*; *d.s.* *Dottersack*; *t.* *Öffnung einer Tube*; *u.h.* *Höhle des Uterus*, zu geräumig dargestellt.
(Nach KÖLLIKER.)

Der übrige Theil des Chorions zeigt sich auch mit Zotten besetzt, nur bleiben dieselben klein und liegen weiter auseinander, er wird als glattes Chorion, *Chorion laeve*, bezeichnet; dasselbe stellt sich als dünne, helle, gefässlose Haut dar, die aus Bindegewebe zusammengesetzt ist und von einer Epithelschicht überkleidet wird, welche ein- bis mehrschichtig auftreten kann. Das Amnion legt sich dem Chorion nicht vollkommen an, indem zwischen beiden noch eine gallertige Flüssigkeit bleibt; zwischen dieselben schiebt sich auch noch von der Uebertrittsstelle des Nabelstranges aus der Dottersack als kleines gestieltes Bläschen ein (*ds*). Die Amnionhöhle ist mit dem Frucht- oder Schafwasser, *Liquor amnii*, erfüllt, in dem der Embryo schwimmt (in die Figur ist der Embryo nicht eingezeichnet). Das Fruchtwasser ist eine dem Blutserum ähnlich zusammengesetzte Flüssigkeit und

entstammt wohl zum grössten Theile dem Blute der Mutter, während ein kleinerer Theil desselben eventuell vom Embryo gebildet werden kann; bei Vögeln und Reptilien wird es selbstredend von den embryonalen Geweben aus dem Dottermaterial gebildet. Dass sich auch beim Menschen der Embryo zum Theil an seiner Bildung betheiligt, beweist der in dem Fruchtwasser vorhandene Harnstoff. Der Dottersack umschliesst einen noch unbekannten Inhalt, seine Wandungen weisen zahlreiche Gefässe (*Vasa omphalo-mesenterica*) auf, welche zum Nabelstrang treten, daselbst aber mit Zunahme der Reife des Embryo ebenso wie der Dottergang verschwinden.

An der Uteruswand geht nach Eindringen der Chorionzotten in dieselbe auch eine Umbildung gewisser Theile vor sich, die zur Bildung der mütterlichen Placenta führt. Die Schleimhaut des Uterus legt sich den Chorionzotten sehr eng an und verwächst endlich mit denselben. Dabei bildet sich um jede Zotte herum in der umlagernden Uteruswand gleichfalls ein enges Blutgefässnetz aus, welches jedoch niemals direct mit dem Gefässnetze der foetalen

1) Die Zona pellucida verschwindet beim Menschen gegen das Ende der zweiten Woche.

Placenta communicirt. Die zwischen den Zotten gelegenen Theile der Uteruswandung werden als *Decidua placentalis* benannt, sie bilden den innersten Theil der *Placenta uterina* und lösen sich bei der Geburt mit dem Chorion ab. Der grössere, äussere Theil der *Placenta uterina* bleibt mit der Uteruswandung stets in Zusammenhang. Den Abschnitt des Eies, welcher der Uteruswandung nicht anliegt, überzieht die von der letzteren sich hervorwölbende, umgeschlagene hinfallige Haut, *Decidua reflexa*; es ist dies dieselbe Haut, welche die gesammte Höhle des Uterus vom Os uteri an auskleidet, nur entbehrt sie später im Gegensatz zu den sonstigen Häuten des Uterus jeglicher Gefässe. Nur die Schleimhaut des Uterus nimmt allseitig an Dicke zu und bildet die wahre hinfallige Haut, *Decidua vera*. Dass die *Placenta uterina* nur eine modificirte *Decidua vera* ist, bedarf wohl keiner weiteren Erörterung. Mit zunehmender Schwangerschaft nimmt die Dicke und der Gefässreichthum der *Decidua vera* und *reflexa* ab; die Uterindrüsen erfahren auch Umwandlungen und verschwinden in der Zone der *Placenta uterina* fast vollständig, ebenso in der *Decidua reflexa*; in der *Decidua vera* werden sie in grubenförmige, nach innen sich gangartig verzweigende Höhlungen umgewandelt. — In die Chorionzotten treten Gefässe aus der *Arteria umbilicalis* ein, verzweigen sich und sammeln sich schliesslich wieder in der *Vena umbilicalis*. In der mütterlichen *Placenta* schaltet sich zwischen die Arterien und Venen derselben kein Capillarnetz ein, sondern dieselben stehen durch weitere, lacunäre Bluträume mit einander in Verbindung. Eigentliche Venen treten erst am Rande der *Placenta* in einem ringförmigen und verzweigten Venensinus auf. Die Arterie mündet mehr im Centrum der *Placenta* ein.

So weit die *Placenta* des Menschen — bei den übrigen Säugern zeigt die Anordnung der Zotten eine grosse Menge von Verschiedenheiten. Beim Schweine und den Wiederkäuern sind die Eihäute lang ausgezogen und erheben sich vom Chorion nur verhältnissmässig wenige Zotten, welche dann in Gruppen bei einander stehen. Nur die Enden der langgestreckten Eier sind meist vollkommen zottenfrei. Die Eihüllen des Rehes sind z. B. langgestreckt und zweizipfelig ausgezogen. Das Chorion ist nur hin und wieder mit Zotten besetzt, die sich in placentaartige Erhebungen der Uteruswandung einsenken. Die Allantois ist, der serösen Hülle entsprechend, ebenfalls zweizipfelig. Von der Uteruswandung werden um die Cotyledonen herum keine Lacunen gebildet. Die Eihüllen ziehen sich mit den Zotten leicht von derselben ab, ohne dass Theile der Uterusschleimhaut mit losgerissen würden. Man bezeichnet daher die betreffenden Säuger dieser Ausbildung der Eihaut und Uteruswandung entsprechend als *Mammalia non deciduata* (Schwein, Tapir, Einhufer, Wiederkäuer, einige Edentaten, sowie die Cetaceen)¹⁾.

1) Das Chorion der Monotremen und Marsupialen ist noch nicht genau untersucht worden; Cotyledonen scheinen zu fehlen oder doch nur ganz schwach angedeutet zu sein. Bei der Untersuchung eines aufgetriebenen Uterus von *Halmaturus Benetti* fand ich leider nur die Eihäute vor, der Embryo war, da die Mutter an Tuberculose zu Grunde gegangen, abgestorben und resorbirt. Auf den Ovarien war jederseits ein wohl charakterisirtes *Corpus luteum* erkennbar. Die äussere Eihaut zeigte nach aussen eine schwach höckerige Beschaffenheit und lag der Uteruswandung ringförmig an, liess sich auch von derselben nicht leicht trennen. Die innere Eihaut löste sich gut von der äusseren und

Der Gruppe der Nondeciduaten stellt man die Deciduaten, *Mammalia decíduata*, gegenüber. Die mütterliche und fötale Placenta sind innig mit einander verbunden und löst sich ein Theil der ersteren bei der Geburt mit ab. Die Placenta kann ringförmig sein, wie beim Hunde und vielen Raubthieren (*Placenta zonaria*), oder sie stellt sich scheibenförmig dar (*Placenta discoidea*), wie beim Menschen, den Affen, vielen Nagern und Edentaten. Von all den verschiedenen Modificationen derselben kann nicht mehr die Rede sein, sie sind alle leicht verständlich, wenn wir stets bedenken, dass die ganze Placentabildung nur in einer zweckmässigen Vergrösserung der animalen Fläche besteht und es dabei von der Innenfläche des Uterus, von der Anzahl der gleichzeitig ausgebildeten Embryonen und von der verschieden hohen Stufe ihrer intrauterinen Entwicklung abhängt, wie zahlreich und an welchen Stellen sich Cotyledonen entwickeln müssen, und ob es nöthig ist, dass ihre Capillarnetze mehr oder minder innig mit dem Blute der Mutter in Berührung treten.

F) Entwicklung der Organe.

1) Verdauungsapparat.

Die erste Anlage des Verdauungsapparates haben wir in der Entwicklung des Entoderms, dem, wie schon Seite 74 erwähnt wurde, die Epithelschicht des Darmrohres und der diesem anhängenden Drüsen entstammt. Wir haben gesehen, dass es sich beim Vogel vom Rande des primären Ectoderms, beim Säuger aber aus Furchungskugeln entwickelt, die dem blasenförmigen Ectoderm aufliegen. Dazu tritt dann noch die untere Lamelle des Mesoderms als sogenannte Darmfaserplatte. Dadurch, dass sich der Kopf nach vorne abhebt und das Entoderm mit dem Mesoderm und Ectoderm eine Doppelfalte nach rückwärts bildet, wovon die vordere zum Amnion wird (s. Fig. 136), bildet sich im Kopfteile die Vorderdarmbucht. Durch ähnliche Faltenbildung entsteht am hinteren Leibesende die Schwanzbucht, und da sich auch die Seitentheile des Embryo etwas zusammenlegen, so tritt unter der Anlage des Rückens zunächst eine muldenförmige Bucht auf, welche die Anlage des Darmrohres ist. Die Falten unter dem Kopfe und Schwanze stülpen sich weiter gegen einander vor und schliesslich bilden sie einen Canal, von dem nach aussen der Dottergang zur Dotterblase, der Allantoisgang zu der Allantois führt. Dieser primitive Darmcanal wird seitlich von der Höhle des Blastoderms (s. Seite 239) umgeben, welche Höhle durch die Seitentheile des Embryo in eine innere (Bauchhöhle) und eine äussere geschieden wird, die primitive Bauchhöhle umgiebt also den Darmcanal, welcher sich nun im mittleren Theile nach und nach von der

zeigte eine zarte bindegewebige Structur. Das Innere dieses ca 30 mm langen und 16 mm breiten Gebildes war mit einer serumartigen Flüssigkeit angefüllt. Die Anwesenheit derselben trotz des fehlenden Keimes beweist mir, dass die Eihäute aus den Geweben resp. dem Blute des Uterus auf endosmotischem Wege Flüssigkeit in das Ei-Innere und um den Embryo herum eintreten lassen. Erst wenn sich ihre Zellen pathologisch verändern, tritt eine Ausstossung aus dem Uterus ein. — Dass der Embryo resorbiert wurde, kann uns nicht auffallen, da ja Resorptionen von abgestorbenen Geweben vielfach vor sich gehen.

Rückenwand löst und nur durch ein Ligament mit der Bauchhöhlenwandung in Verbindung bleibt. Fig. 139 zeigt uns einen Querschnitt durch einen Hühnerembryo nach 5tägiger Bebrütung (Nabelgegend). Die Seitenfalten des Amnions sind noch nicht vollkommen zusammengetreten. Die Darmwandung (*df* und *d*) hebt sich gerade vom Rückentheile ab. Das Ectoderm (*h*) und die Hautfaserplatte des Mesoderms (*bh*) umgeben bogenförmig die primitive Bauchhöhle. Das Darmrohr ist an der Stelle des Dotterganges durchschnitten und ist der Dottersack nach unten zu nicht ausgezeichnet. — Auf diesem Stadium lassen sich also schon am Darmcanale die drei Abschnitte: Mund-, Mittel- und Afterdarm unterscheiden.

Munddarm. Dieser erste Darmabschnitt, der sich zunächst als Mundbucht darstellt, umfasst die Mundhöhle, der sich nach oben zu die Nasenhöhle anschliesst. —

Die Mundhöhle. Die zu derselben führende Oeffnung, der Mund, entsteht erst secundär (beim Hühnchen am vierten Tage, beim Kaninchen einige Tage später). Vom vorderen Kopftheile aus stülpt sich das Ectoderm als Mundbucht grubenförmig gegen das blinde Ende der Vorderdarmhöhle zu ein, welcher Vorgang endlich zum Zusammentritt von Ectoderm und Entoderm führt, welche nun eine dünne Lamelle bilden, die schliesslich reisst und dadurch eine vordere Communication des Darmrohres mit der Amnionhöhle hervorbringt. Dieser Riss führt in die Rachenhöhle hinein und bildet sich der Mundtheil um denselben durch Hervorwucherung der Kiemenbögen u. s. w. aus. Die Kiemenbögen wuchern von der Schlundwand aus nach vorn und es sind beim Kaninchen drei derselben unterscheidbar (Fig. 140, *k'*, *k''*, *k'''*). Der Vorderkopf ragt weit nach vorne vor, zur Seite liegt die Anlage des Auges (*a*), und von dem

Fig. 139. Querschnitt durch den Rumpf eines 5tägigen Embryo in der Nabelgegend. Nach REMAK. *sh* Scheide der Chorda; *h* Hornblatt; *am* Amnion, fast geschlossen; *sa* sekundäre Aorta; *vc* Venae cardinales; *mu* Muskelplatte; *g* Spinalganglion; *v* vordere Nervenwurzel; *hp* Hautplatte; *up* Fortsetzung der Urwirbel in die Bauchwand (Urwirbelplatte REMAK, Visceralplatte REICHERT); *bh* primitive Bauchwand aus der Hautplatte und dem Hornblatt bestehend; *df* Darmfaserplatte; *d* Darmdrüsenblatt, beide hier, wo der Darm im Verschlusse begriffen ist, verdickt. Die Masse um die Chorda ist der in Bildung begriffene Wirbelkörper, die vor den Gefässen enthält in den seitlichen Wülsten die Urnieren und setzt sich in der Mitte ins Gekröse fort.

Fig. 140. Kopf eines Kaninchenembryo, halb von der Seite. *v* Vorderkopf; *a* Auge; *s* Scheitelhöcker mit dem Mittelhirn; *k'*, *k''*, *k'''* erster, zweiter, dritter Kiemenbogen; *o* Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens; *v* Herzkammer; *m* Mundgegend; *u* Nasenhöcker. (Nach KÖLLIKER.)

Augen geht eine Spalte über den ersten Kiemenbogen hin, der in einen oberen (Oberkiefertheil *o*) und einen unteren (Unterkieferbogen *u*) Bogenabschnitt zerfällt. Durch die weitere Hervorwölbung dieser beiden Bogentheile wird die Gestalt des Gesichtes bedingt. Eine Spalte, die erste Kiemenspalte, trennt den ersten Bogen vom zweiten (*k''*), der mit dem folgenden (*k'''*) die Bildung des Zungenbeins u. s. w. veranlasst. Zwischen den Hälften des zweiten Kiemenbogens stülpt sich als Wucherung die Zunge nach und nach hervor. Die Mundöffnung wird hier als nach oben vom Vorderkopfe, zu Seiten von den Kieferbögen umgrenzt und zeigt eine ungefähr pentagonale Gestalt. Die Nasengänge bilden sich erst später und werden bei dem Geruchsorgane näher besprochen werden, erwähnt sei jedoch hier, dass sich der Gaumen aus zwei seitlichen Fortsätzen der Oberkieferbögen bildet, dieselben haben sich dabei auch nach vorne zu geschlossen, indem sie mit den vorderen Schädelfortsätzen verwachsen und sich an die Zwischenkiefertheile anlegen. Die Mundhöhle zeigt als hauptsächlich Organe die Zähne und Speicheldrüsen ausgebildet. Die Zähne sind Seite 175 besprochen worden, und mag hier noch erwähnt werden, dass sich dieselben beim Menschen ungefähr im zweiten Monat seines Embryonallebens anlegen, und zwar zunächst die acht Schneidezähne, die vier Eckzähne und die jenseitigen ersten beiden Backzähne. Die Bildung derselben erfolgt in

Fig. 141. Zahnsäckchen des ersten Backzahnes eines Fötus von 5 Monaten. *a* Zahnsäckchen; *b* Schmelzpulpa; *c* Schmelzmembran; *f* Elfenbeinzellen; *h* Zahnpapille; *l* Rand des Schmelzorganes; *ll* Spitzen des Keimes. (Nach KÖLLIKER.)

den sogenannten Zahnsäckchen, welche sich als bindegewebige Kapseln (Fig. 141, *a*) darstellen. Vom Boden des Säckchens erhebt sich nach aussen zu die Zahnpapille, *Pulpa* s. *Papilla dentis* (*h*). Auf derselben sitzen langgestreckte Zellen, die sogenannten Elfenbeinzellen; um den Zahn herum legt sich eine Epithelschicht, die Schmelzmembran (*Membrana adamantina*, *c*), von der aus der Schmelz auf dem Zahne ausgeschieden wird; zwischen Schmelzmembran und Zahnsäckchen liegt dann endlich noch ein gallertartiges Gewebe (*b*), welches zum Schmelzorgane gehört. In die Pulpa treten später Blutgefässe und Nerven herein, welche

das energische Wachsthum und die Ernährung des Zahnes vermitteln. Die Verknöcherung der Milchzähne geht erst 3—4 Monate später vor sich und beginnt dieselbe an der Spitze des Zahnes, worauf sie sich nach und nach um die Pulpa herum erstreckt. Sowie eine Lamelle Knochensubstanz gebildet ist, wird über ihr der Schmelz als zunächst zartes Häutchen vom Schmelzorgane abgeschieden. — Die Speicheldrüsen gehen aus dem Mundhöhlenepithel hervor, indem dasselbe sich stellenweise verdickt und zapfenförmig nach innen wuchert; das Ende eines solchen Epithelstranges gabelt und theilt sich dann astförmig, und schliesslich bildet sich von aussen her eine Einstülpung als innerer Drüsengang aus und setzt sich in die letzten Verzweigungen der Epithelstränge fort. Ebenso legen sich die Schleimdrüsen der Mundhöhle auch zunächst als Epithelwucherungen an, in welche später das Lumen der Drüse sich einstülpt. Die Tonsillen entwickeln sich als seitliche Spalten in der Schleimhaut des Mundhöhlengrundes und entstehen die in ihnen liegenden zahlreichen Balg- und sonstigen Drüsen erst spät durch Zellwucherungen. — An das Ge-

hirn tritt die schon S. 192 erwähnte Ausstülpung der oberen Mundschleimhaut, die *Hypophysis cerebri*, heran.

Mitteldarm. Man muss an demselben mehrere Abschnitte unterscheiden: Vorderdarm (Rachen und Speiseröhre), Mitteldarm (Magen, Dünndarm und Dickdarm) und Enddarm (Mastdarm). — Die Rachenhöhle setzt sich an die Mundhöhle an und wird seitlich von den Kiemenbögen und nach vorn zu vom Herzen begrenzt. Im oberen Theile legt sich das die Pharynxhöhle auskleidende Ectoderm direct der Chorda dorsalis an, und erst später schieben sich von den Seiten her Mesoderm lamellen um dies Keimblatt herum, wodurch die hintere Faserwand des Pharynx gebildet wird. — Auch der Oesophagus ist zunächst ein kurzes Rohr, welches der selbständigen Rückenwand vorerst entbehrt und sich erst mit der Streckung des Halses und der Entwicklung des Brustkorbes mehr und mehr selbständig macht und in die Länge ausdehnt.

Der Darmabschnitt, welcher am längsten mit dem Dotter in directer Verbindung bleibt und sich erst zuletzt vom Dottersacke abschnürt, ist der eigentliche Mitteldarm. Figur 39 zeigt einen Querschnitt durch diesen Abschnitt. Die unteren Wandungen des Darmrohres ziehen sich mehr und mehr zusammen,

Fig. 142. Embryo eines Hundes von 25 Tagen, 2mal vergrößert, von vorn und gestreckt. Die vordere Bauchwand ist theils entfernt, theils nicht dargestellt, so dass die Bauchhöhle viel weiter offen steht, als sie in dieser Zeit sich findet, und das Herz blosszuliegen scheint. *a* Nasengruben; *b* Augen; *c* Unterkiefer (erster Kiemenbogen); *d* zweiter Kiemenbogen; *e* rechtes, *f* linkes Herzhorn; *g* rechte, *h* linke Kammer; *i* Aorta; *k* Leberlappen mit dem Lumen der Vena omphalo-mesenterica dazwischen; *l* Magen; *m* Darm, durch einen kurzen engen Dottergang mit dem Dottersacke *n* verbunden, hier schon mit einem Gekröse versehen, das aber nicht dargestellt ist, und eine vortretende Schleife bildend; *o* Wolff'sche Körper; *pp* Allantois; *q* vordere, *r* hintere Extremitäten. (Nach Bischoff.)

wodurch der Dottersack allmählich abgeschnürt wird und nur noch durch den dünnen Dottergang mit dem Darminnern communicirt. Da nun gleichzeitig ein

Längenwachsthum des Embryo stattfindet, zieht sich das Darmrohr in einen langen Schlauch aus, an dem sich durch verschiedenartiges Wachsthum die einzelnen Abschnitte absetzen. Der Magen (Fig. 142) stellt sich zunächst als eine einfache Erweiterung des auf die Speiseröhre folgenden Darmtheiles dar; dadurch dass die Magenwandungen ungleich wachsen, tritt auf einer Seite eine Hervorwölbung desselben ein, und als weitere Folge dieses Wachstums ist eine allmähliche Querlagerung des gesammten Magens anzusehen. Während dieser Entwicklung hat sich aber auch der gesammte Magen um seine Längsachse gedreht, so dass sein ursprünglich hinterer Theil nach vorn und unten zu liegen kommt. Da nun der Magenabschnitt zuerst durch ein dorsal gelegenes Band, das *Mesogastricum*, am Rücken des Embryo befestigt war, muss dies letztere bei der Drehung des Magens nachfolgen und bildet um den Magen eine Tasche, welche sich durch eine Spalte in die Bauchhöhle öffnet, die *Bursa omentalis*. Das Mesogastricum lässt später das grosse Netz des Darmgekröses aus sich hervorgehen. — Das Duodenum bleibt in der Nähe des Rückens liegen und stellt sich, der Magendrehung entsprechend, nur quer. Auf dasselbe folgt der Dünndarm, welcher meist den längsten Darmabschnitt darstellt und sich in Folge dessen sehr schmal entwickelt. Vom Duodenum aus geht zunächst eine Schlinge nach rechts und unten ab (Fig. 143); der mittlere Theil derselben wird zum Dünndarm, indem er später sehr energisch wächst und sich dann in

Fig. 143. Drei halbschematische Abbildungen zur Darstellung der Drehung des Dickdarms um den Dünndarm. v Magen; d Duodenum; t Dünndarm; c Dickdarm. (Nach KÖLLIKER.)

eine Anzahl neuer Schlingen legt; der obere und Endtheil der Schlinge wandelt sich in den Dickdarm um. Diese Schleife liegt zum grössten Theil im Nabelstrange. Nicht weit vom Scheitel der Schleife und im hinteren Schenkel derselben stülpt sich eine Bucht aus, die den spätern Blinddarm (*Coecum*) bildet und von der aus sich beim Menschen ein Anhang fortsetzt, der *Processus vermiformis* (in der Figur ist derselbe als kleiner, in die Schleife einspringender

Strich dargestellt). Der Dickdarm mit seinen Unterabtheilungen bildet nach und nach einen grossen Bogen und legt sich beim Menschen schliesslich mit einer Schleife ans Duodenum, verläuft von hier längs des unteren Magenrandes, biegt dann nach unten und geht in den Enddarm über; der Dünndarm lagert gewissermaassen innerhalb dieser Darmschlinge. — Das Bauchfell bildet sich direct an den Bauch- und Eingeweidewandungen.

Der Enddarm legt sich als Schwanzbucht an, welche sich noch in den Schwanztheil unter der Chordaanlage hinzieht; an seiner unteren Wand stülpt sich, wie Seite 239 geschildert, die *Allantois* aus. Hinter der Abgangsstelle der Amnionfalte bricht dann der After durch, und zwar auch gegen die Amnionhöhle zu. Dorsal liegt also der Enddarm und ventral münden in ihm beim Embryo auch die Ausführungsgänge der Harn- und Geschlechtsorgane. Der dadurch entstehende gemeinsame Hohlraum des Enddarmes wird als Cloake bezeichnet, gegen welche zu sich dann der After bildet. Der Schwanztheil des Enddarmes verschwindet nach und nach, beim Kaninchen ungefähr gegen das Ende der zweiten Woche.

Die Wandungen des Darmrohres werden, wie schon öfter erwähnt wurde,

aus dem Entoderm und der unteren Lamelle des Mesoderms gebildet, weshalb die letztere auch als Darmfaserplatte bezeichnet wird. Das Entoderm ist das Darmdrüsenblatt genannt und entstammen demselben die verschiedenartigen Darmepithelien und die Darmdrüsenepithelien. Im Vorder- und Enddarme bilden sich Cylinderepithelien aus, jedoch sind die Schichten derselben verschieden dick und können sich später stellenweise zu mehrschichtigen Epithelien entwickeln. Der Mund- und Pharynxtheil zeigt schliesslich ein mehrschichtiges, der Enddarm ein einschichtiges Pflasterepithel. Im Mitteldarme bilden sich ein- und mehrschichtige Pflaster- und Cylinderepithelien, sowie mehrschichtiges Flimmerepithel aus. Beim Menschen ist die innere Structur und Ausbildung der embryonalen Darmabschnitte kurz folgende: Der Oesophagus ist von einem anfänglich einfachen Cylinderepithel ausgekleidet, in welchem nach der Mitte der Schwangerschaft stellenweise Flimmerepithelien auftreten; dabei wird der Oesophagus der Länge nach von vier Längsleisten durchzogen, die äussere Wandung wird vom Mesoderm gebildet, das sich in Muskelfasern, Bindegewebe und Gefässen ausgebildet zeigt, und zwar hier sowohl, wie an allen Darmabschnitten. — Der Magen besitzt zunächst eine geschichtete Epithelauskleidung. Dann bilden sich von der Faserhaut aus Längsfalten und Papillen gegen das Magenlumen zu und werden dieselben gleichfalls vom Epithel überzogen. Von diesem Epithel gehen die Magendrüsen aus, deren Wandungen durch papillöse Erhebungen der Faserhaut entstehen und zwischen die das Epithel hohle Drüsenschläuche entsendet; dabei wird dasselbe einschichtig.

Das *Duodenum* zeigt drüsige Bildungen als sogenannte BRUNNER'sche Drüsen, welche vom Epithel aus als Wucherungen in die Schleimhaut dieses Darmabschnittes gehen und sich hier traubenförmig verästeln.

Im *Dünndarm* finden wir zunächst auch eine glatte Innenfläche, die jedoch bald durch Zottenbildung vom Darmfaserblatte aus complicirt wird. Die LIEBERKÜHN'schen Drüsen entwickeln sich ebenfalls aus Epithelwucherungen, welche sich zwischen die von der Faserhaut hervorgebrachten Papillen und Zotten einstülpen.

Auf dem Querschnitt zeigt ein Mitteldarmabschnitt ungefähr folgende Schichten: zu äusserst die sogenannte *Serosa*, welche nichts anderes darstellt, als die Fortsetzung der Auskleidung der Bauchhöhle. Unter der *Serosa* liegt die *Muscularis*, die Muskelschicht, welche sich aus Längs- und Ringmuskelfasern zusammensetzt, unter denen sich nach innen noch eine schräg verlaufende Muskelfaserschicht entwickeln kann (Magen); die Muskelfasern sind glatt. Zwischen den Muskelfasern liegen elastische Fasernetze. Auf die Muskelschicht folgt die *Submucosa*, welche ein lockeres, faseriges Bindegewebe darstellt. Als innere, der Epithelschicht angrenzende und die Drüsen umschliessende Schicht ist die *Mucosa* oder Schleimhaut ausgebildet, welche aus einem lockeren, weichen und elastischen Gewebe besteht und auf der sich die Zotten, Leisten und Papillen entwickeln. Die innerste oder Epithel- und Drüsenschicht ist oben besprochen. In die äusseren Häute dringen Blut- und Lymphgefässe resp. Chylusgefässe ein, welche sich besonders in den Zotten als enges Netz ausbreiten und die Aufsaugung der Nahrung bewirken. Die Epithelschicht er-

hält keine Gefässe. Die äusseren Darmschichten und ihre Gefässe entstammen dem unteren Blatte des Mesoderms.

Als Anhangsorgane des Darmes stellen sich bei höheren Thieren die Respirationsorgane und der grosse Drüsenapparat dar. Von dem Vorderdarme sind die Lungen, die Schilddrüse, die Thymus und noch eine Anzahl weniger bemerkenswerther Drüsen gebildet worden; der Dünndarm entwickelt Leber, Pankreas und Milz.

Die Lungen entwickeln sich vom Grunde des Schlundes aus und fällt ihre erste Anlage ungefähr in den dritten Bebrütungstag beim Hühnchen und in den 15.—20. Tag des Embryonallebens beim Menschen. Zunächst drückt sich beim Kaninchen, zu dem wir gleich übergehen wollen, der Vorderdarm in dem hinter den Kiemenbögen liegenden Abschnitte seitlich zusammen und wird durch zwei in der Mitte (parallel zur Wirbelsäule) hervortretende Leisten in einen vorderen und einen hinteren Abschnitt zerlegt. Der vordere bildet die Tracheaanlage, der hintere die des Oesophagus. Von der Luftröhrenanlage stülpt sich nach unten zu jederseits ein Bläschen aus, welche als Anlage der Bronchi zu gelten haben. Die Trachea, die noch durch einen längeren Spalt mit dem Oesophagus communicirt, bildet sich durch Verschmelzung der Leistenränder endlich mehr und mehr als eine sich vom Oesophagus trennende Röhre aus. Die Bronchi und die Trachea sind im Innern mit einem dem Entoderm entstammenden Epithel ausgekleidet, um welches sich Mesodermbildungen anlagern. Die jederseitige Bronchusanlage bildet nun nach und nach die gesammten Luftwege dadurch, dass sie sich am Ende mehrfach gabelt und schliesslich jeder der Bronchienzweige sich wieder verästelt. An ihren Enden erweitern sich die Endverästelungen zu kleinen, der Lungenrinde eingelagerten Bläschen (Fig. 144, *b b*). Diese feinen Verästelungen gehen weiter, und schliesslich treten an jedem feinsten Bronchienästchen eine Reihe oft unter einander communicirender Bläschen auf, die primitiven *Alveoli*. Die Epithelauskleidung der Luftwege trennt sich bald von der der Alveolen, die erstere stellt sich als Flimmerepithel, die letztere als Plattenepithel dar (beim Menschen vor Ende des vierten Monats). Die *Infundibula* entstehen dadurch, dass sich vom Ende eines Bronchienzweiges seitliche Ausbuchtungen erheben, die sich jedoch nicht wieder abschnüren, sondern in ihrer Gesamtheit das in Figur 50 gegebene Bild darbieten. Die Lunge legt sich also ganz nach Art einer acinösen Drüse an. — Der Kehlkopf bildet sich als Anschwellung des Vordertheiles der Luftröhre, und entwickeln sich beim Menschen ungefähr in der achten Woche die Kehlkopfknorpel, welche vielleicht als modificirte Trachealknorpel zu deuten sind. Die *Epiglottis* bildet sich als zunächst kleine Falte über der Spaltöffnung des primitiven Kehlkopfes.

Fig. 144. Endverzweigung eines Bronchialastes aus der Lunge eines dreimonatlichen menschlichen Fötus. Es ist nur das Epithelrohr dargestellt und die Faserhülle weggelassen. *a* hohle Sprossen der feinsten Bronchialästchen; *b* primitive Drüsenbläschen an den Enden derselben; *c* sich theilende Drüsenbläschen. Vergr. 50. (Nach KÖLLIKER.)

Die *Thyreoidea* (Schilddrüse) legt sich als eine mediane Rinne in der vorderen und unteren Schlundwandung an und entspricht diese Rinne der Seite 84 erwähnten Hyperbranchialrinne des Amphioxus und der niederen Cyclostomen.

Die *Thyreoidea* (Schilddrüse) legt sich als eine mediane Rinne in der vorderen und unteren Schlundwandung an und entspricht diese Rinne der Seite 84 erwähnten Hyperbranchialrinne des Amphioxus und der niederen Cyclostomen.

Sie entwickelt sich zur Zeit des Entstehens der Respirationsorgananlagen als median gelegenes Gewebe in der vorderen Schlundwand; beim Kaninchen verdickt sich dann das Epithel des Grübchens warzenförmig. Bei ihrer Weiterbildung nimmt sie zunächst eine strangförmige Gestalt an, der Epithelstrang formt sich zu einem cylindrischen Schlauche um, und von demselben stülpen sich die seitlichen Hauptlappen aus, die aus verästelten Drüsenschläuchen bestehen und sich um die Vorderwand des Kehlkopfs und der oberen Trachea herumziehen. Ihre Function ist unaufgeklärt.

Die *Thymus*, die als Lymphdrüse besonders beim Neugeborenen stark entwickelt ist, später aber mehr und mehr zurücktritt und beim Menschen im Greisenalter ganz verschwindet, entsteht auch aus einer epithelialen Vertiefung einer Schlundspalte. Nach KÖLLIKER bildet sie sich aus einer schlauchförmig umgewandelten Kiemenspalte. Von dem primär entstehenden Schlauche aus bilden sich dann seitliche Wucherungen und Knospen, welche sich zu Schläuchen ausziehen, die endlich die Bildung der Thymuslappen einleiten. Durch Einwachsung von zahlreichen Gefässen und Bindegewebelementen erhält die Thymus nach und nach ihre endliche Beschaffenheit. Ihre ursprünglichen Epithelzellen wandeln sich schliesslich um, indem die Zwischensubstanz um die kleinen zahlreichen runden Kerne grösstentheils verschwindet. Die Höhlungen der Thymus bilden sich durch Zerfall der inneren Zellen der Epithelbalken.

Ueber die erste Leberanlage beim Menschen ist noch nichts bekannt geworden, sonst entwickelt sie sich bei den Säugern frühzeitig vom Mitteldarm, unterhalb des Magens aus. Sie besteht zunächst aus einem kurzen Blindsack, der sich auf der Grenze von Magen und Duodenum ventral von der Darmwand befindet; später tritt zu diesem ersten Lebergange ein zweiter hinzu, der mehr unterhalb gelegen ist. Unter dem Herzen wölbt sich das Mesoderm der Darmwand wulstartig bis auf den Dottergang vor und entwickelt sich aus diesem sogenannten Leberwulst das nicht drüsige Lebergewebe, gegen das Darmbein- und Dotterganginnere springen an gleicher Stelle zahlreiche Zotten vor. Nachdem sich unter dem ersten Lebergang ein zweiter entwickelt hat, schreitet die Weiterbildung dieses Organes schnell vor, von den Gängen aus erstrecken sich Epithelschläuche in den Wulst hinein, in dem gleichzeitig zahlreiche Gefässe auftreten. Die Leber wächst nun mit zwei Lappen um die Darmwand herum und stellt sich bald als das relativ voluminöseste, innere Embryonalorgan dar. Im Innern wird sie von grossen Venen durchzogen. Von den Lebergängen aus wuchern dann Epithelsprossen, die sich vielfach verästeln, in die Mesodermalschichten hinein, die sogenannten Lebercylinder, um die herum sich die Faserschicht und die Gefässe ausbilden.

Die Gallenblase stülpt sich als Bläschen vom rechten Lebergange aus, die Gallengänge treten als capillares Netz zwischen die Leberläppchen, welche aus den Leberepithelzellen und den diese umspinnenden Blutgefässescapillaren gebildet werden. Die Gallengänge entwickeln sich von den primitiven Lebergängen als Ausstülpungen in die Lebercylinder. Die Venen der Leber entstammen vielleicht den *Venae omphalo-mesentericae*. — Ausser der Gallensecretion scheint die Leber beim Embryo noch weitere Functionen zu besitzen, indem sie das Blut chemisch und morphologisch umwandelt.

Das *Pankreas* entwickelt sich in der Höhe des unteren Leberganges als

anfänglich kleine Verdickung der dorsalen Entoderm- und Mesodermschicht des Darmes, dann stülpt sich in diese Verdickung eine Vertiefung ein, von der aus auch wieder Sprossen in die Darmfaserwand abgehen. Bei den Säugern entwickelt es sich zunächst als ein in der Darmwand liegendes, gestieltes Bläschen, von dessen Endtheile Sprossen hervortreten, die sich mehr und mehr verästeln. Es theilen sich dann diese Drüsenträubchen in zwei Abschnitte, so dass sich endlich von einem Pankreasgange aus zwei Nebengänge abzweigen, die in die beiden Drüsenlappen des Pankreas hineinführen.

Die Milz entwickelt sich im Mesogastrium hinter dem Magen als eine Blutgefässdrüse. Sie bildet schliesslich ein Geflecht aus Venenkapillaren und einer beträchtlichen Anzahl von Lymphfollikeln, welche letztere sich in den Hüllen der Milzarterien entwickeln. Die Follikel oder MALPIGHI'schen Lymphkapseln treten als Bläschen in den Arterienscheiden auf, ihre Entwicklung ist nicht genau bekannt.

Der Dottergang geht zunächst in den Nabelstrang mit über, verschwindet aber bald und persistirt höchstens noch bis zum letzten Embryonalleben als eine im Nabelstrang unter der Placenta liegende Zellwucherung. Mit Schwinden des Dotterstranges ist der Darmcanal geschlossen und steht nur noch durch Mund- und Afteröffnung mit der Amnionhöhle in Verbindung. Nach und nach füllt er sich mit Galle, Epithelresten, Salzen u. s. w. an, welche nach der Geburt als sogenanntes Kindspech, *Meconium*, entleert werden.

2) Gefässsystem.

Die Gefässe und das Blut entstammen dem mittleren Keimblatt und werden kurz nach der ersten Ausbildung des Mesoderms angelegt. Beim Hühnchen sind schon am Ende des zweiten Bebrütungstages das Herz, zwei Arterien, zwei Venen und ein die Gefässe umfassender Gefässhof vorhanden und tritt am genannten Zeitpunkte die erste Circulation ein. — Betrachten wir zunächst die Anlage des Blutes und schliessen daran die kurze Schilderung der Herz- und Gefässbildung an.

Die Blutentwicklung. Am Ende des ersten Bebrütungstages hat sich das Mesoderm beim Hühnerembryo schon als kleine Scheibe zwischen Ectoderm und Entoderm eingeschoben.

Aeusserlich betrachtet stellt sich der Embryo dieses Stadiums als längliches Schild dar, in dessen Hauptachse die Primitivrinne mit der vorne an dieselbe stossenden Anlage der Medullarrinne (Rückenfurche und Rückenwülste) verläuft. Um den Embryo herum liegt zunächst der helle Hof, die *Area pellucida*, in Form eines vorn breiten, hinten schmaleren, schildartigen Feldchens von ungefähr 4 mm Länge; an dasselbe schliesst sich der dunkle Fruchthof an, dessen innerer Theil, die *Area opaca*, als die Grenze des Mesoderms bezeichnet (Fig. 126) und als Gefässhof, *Area vasculosa*, benannt werden kann; auf ihn folgt der vom Ectoderm und Entoderm gebildete Dotterhof, *Area vitellina*. In der *Area pellucida* (mit Ausnahme ihres vordersten Theiles) und der *Area*

vasculosa erblicken wir dann die Anlage der primitiven Gefässe, und in den letzteren die Bildungsstätten des rothen Blutes. In den tieferen Schichten des Mesoderms (Darmfaserplatte) entstehen die Gefässe als ein enges Röhrennetz, welches sich, vom Rande der Area vasculosa ausgehend, gegen den Körper des Embryo zu bildet. Den Rand des Gefässhofes umzieht eine ringförmige Vene, die *Vena terminalis*, in der die Gefässe des Hofes einmünden. Diese Gefässe stellen sich als Röhren dar, welche vom Mesodermgewebe umgeben werden und mit einer flachen Endothelschicht ausgekleidet sind. An einzelnen Stellen lassen sich äusserlich rothe Zellanhäufungen in den Gefässen constatiren, und auf Querschnitten erweisen sich dieselben als Zellhaufen, welche in das Lumen des primitiven Gefässes vorspringen und sich von den Wänden desselben bilden. Es sind diese Zellhaufen die primitiven Blutzellen (Fig. 145). Eine einzelne solche Blutzelle stellt sich als helles Bläschen dar, dem ein grösserer Kern eingelagert ist.

ihre Vermehrung geht durch einfache Theilung der Kerne und darauf folgende Abschnürung des Plasmas in zwei neue Zellen vor sich. Beim Hühnchen bilden sie sich ungefähr von der 30. Stunde der Bebrütung an. Ihre Bildungsstätten liegen vornehmlich in der *Vena terminalis* und in der vorderen Partie der Area vasculosa.

Neben diesen ersten Gefässen bilden sich dann bald neue secundäre, welche zu-

nächst als sprossen- oder fadenartige Zellwucherungen von dem Rande gegen den Embryo zu an den Gefässen auftreten. Sie stellen ein Netz solider Zellstränge dar, in welches sich die Gefässlumina von den primären Gefässen aus einstülpen. Sie gehen gegen den Embryo zu in die gleich zu besprechenden *Venae omphalo-mesentericae* über. Durch die am Ende des zweiten Tages beginnende Herzthätigkeit wird das Blut in den primitiven Gefässen bewegt und spült aus denselben die Blutkörperchen mit fort.

Herz- und Hauptgefässentwicklung. Gegen das zweite Drittel des zweiten Bebrütungstages stellt sich der Kopftheil des Hühnerembryo in der Seite 238 geschilderten Form dar. Auf dem Längsschnitt durch den Kopf entsteht die Fig. 146. In der Falte, welche vom Entoderm und Mesoderm unterhalb der Vorderdarmbucht gebildet worden war, sehen wir eine röhrenartige Bildung. Sie entstand dadurch, dass sich von den Seiten des Kopfes die untere Platte des Mesoderms mit dem Entoderm nach der Medianlinie zu ventral zusammenlegten, mit einander verschmolzen und so die Vorderdarmbucht vom Dotter abtrennten. Aus der ventralen Vereinigungsstelle geht dann, durch Auf-

Fig. 145. Gefässe der Area pellucida von einem Hühnerembryo von 2 Tagen. Vergr. 40mal. a Gefässe, b Interstitien derselben (Substanzinseln der Autoren), c Blutheerde. (Nach KÖLLIKER.)

einanderlegung zweier zwischen Entoderm und Mesoderm gelegener Lücken eine zunächst doppelte und dann durch Verschmelzung einfach werdende Röhre — der primitive Herzschauch — hervor. Derselbe besteht aus einem Endothelrohr, um welches herum sich Darmfaserplattentheile anlegen und so die erste Wandung des Herzens bilden. In den Herzschauch münden ventral und hinten zwei Gefässe hinein, die wir schon als *Venae omphalo-mesentericae* bezeichnet haben. Vorne entsendet der Herzschauch zwei Gefässbögen, welche sich um den Vorderdarm herumbiegen und oberhalb desselben zu den *Aortae descendentes* werden. Sie setzen sich durch die *Arteriae omphalo-mesentericae* in den Gefässhof fort. — Der primitive Kreislauf ist folgender: Der Herzschauch contrahirt sich und treibt seinen flüssigen Inhalt in die *Aortae descendentes*, aus diesen gelangt er durch die *Arteriae omphalo-mesentericae* in den hinteren und mittleren Theil der *Area vasculosa*, sammelt sich in der Randvene (*Sinus terminalis*) und geht durch bestimmte Gefässe in die *Venae omphalo-mesentericae* zum Herzen zurück. Muskelfasern besitzt der um diese Zeit S förmig gekrümmte Herzschauch noch nicht, sondern besteht aus zwei Lagen gewöhnlicher Zellen, welche im hohen Grade die Eigenschaft der Contractilität besitzen. An Stelle der beiden *Venae omphalo-mesentericae* kann auch nur eine ausgebildet sein.

Bei den Säugern ist die erste Entwicklung des Herzens eine etwas von der des Hühnchenherzens abweichende. Beim Kaninchen legt sich das Herz z. B. zunächst undeutlich (am achten Tage ungefähr) zu Seiten des Kopftheiles als dunklere Zellwucherung an, diese Wucherungen bilden schliesslich längs des Kopftheiles zwei henkelartige Fortsätze, die sich jederseits als ein Schlauch (Herzschauch) darstellen, welcher von einer zweiten Höhlung, der Parietalhöhle, umschlossen wird. Hinten führt auch hier zu jedem Herzschauche eine aus der *Zona pellucida* eintretende *Vena omphalo-mesenterica*, während nach vorne je ein Aortenanfang sich ansetzt. Der jederseitige Herzschauch wird länger und weiter und rücken die *Aortae* mehr und mehr nach der Mediane des Körpers zusammen. An den Herzsschläuchen lässt sich vorn ein *Bulbus aortae*, dann ein Kammertheil und hinten der Venenabschnitt erkennen, sie wölben sich gegen einander vor und verschmelzen schliesslich zu einem, durch ein *Septum median* geschiedenen Gebilde. Auch hier nimmt das Herz bald eine S förmige Gestalt an und verschwindet das innere *Septum*, so dass es uns, ähnlich wie das des Hühnchens, als einfach gekrümmter Schlauch entgegentritt.

Die *Aortae descendentes* legen sich zunächst in der Urwirbelgegend im hinteren Theile an, und erst später schreitet eine Entwicklung dieser Gefässe auch vom Herzen aus vor. Nachdem die erste einfache Krümmung des Herzschauches aufgetreten ist, gehen an demselben noch weitere Veränderungen vor sich. Dorsal treten die *Venae omphalo-mesentericae* zum Herzen und dicht über ihrer Eintrittsstelle bilden sich vom Herzschauch aus zwei kleine Aussackungen, die späteren Herzohren (*Auriculae*), neben denen sich dann schliesslich die Vorkammern (*Atrien*) entwickeln. Aus dem S förmigen Herzschauch entwickelt sich durch Knickung ein mehrfach gebogenes Rohr. Die *Venae omphalo-mesentericae* treten dorsal ein, und über ihrer Eintrittsstelle stülpen sich blasenförmig die *Auriculae* vor; dann knickt sich der Herzschauch nach vorne zu um und bildet im oberen Theile den Vorhof (*c*) (Fig. 446), darunter den bauchigen linken Ventrikel (*l*); nun biegt, nachdem sich der linke Ventrikel unten leicht

abgeschnürt hat, der Herzschlauch unter einem Winkel von 45° nach rechts ab, auch wieder eine Auftreibung, den rechten Ventrikel (*d*), bildend, an welchen sich, mit einem leichten Knick, nach oben zu der *Bulbus aortae* fortsetzt (*e*), aus dem die Aortenbögen hervorgehen. Verfolgen wir nun schnell die Weiterentwicklung des Herzens bis zu seiner vollständigen Ausbildung, so sehen wir, wie zunächst die Kammern an Volumen zunehmen und die Veneneinmündung sich mehr und mehr hinter die Aorta legt, die Auriculæ treten seitlich der letzteren hervor; die Vene mündet ungetheilt ein, und im Innern des Herzrohres zeigen sich schon die Anlagen der arteriellen und venösen Klappen als rundliche Verdickungen. — Die Scheidung der Kammern geht dadurch vor sich, dass von dem Grunde derselben eine mondformige Querfalte gegen den Vorkammertheil zu wächst und so gegen diesen hin zwei Ostien bildet, von denen das eine zur rechten, das andere zur linken Kammer führt. Der in die Kammern führende, zuerst einfache *Truncus arteriosus* erfährt nun auch eine Trennung in zwei Theile; der eine derselben mündet in die linke Herzkammer und stellt die *Aorta* dar, der andere bildet die *Arteria pulmonalis*, und führt zur rechten Kammer. Auf solche Weise sind die Kammern getrennt und eine jede Herzhälfte erhält durch eine Vene Blut aus dem Körper und leitet es durch eine Arterie zum Körper zurück. Der Vorkammertheil erfährt auch eine Trennung. Die erste, einfach eintretende Vene theilt sich durch ein Septum in die rechte *Cava superior* und in einen linken Abschnitt, welcher der *Cava superior sinistra* und der *Cava inferior* entspricht. Nachdem die Kammerscheidewand, das *Septum ventriculorum*, gebildet ist und der *Truncus arteriosus* sich getheilt hat, erhebt sich auf der ersteren auch eine Falte in den Vorkammertheil hinein, das *Septum atriorum*, und zieht sich längs der vorderen Vorkammerwand hin. An der hinteren Wand der letzteren entstehen an der Mündung der *Vena cava inferior* zwei weitere Falten, die *Valvula Eustachii* und die *Valvula foraminis ovalis*. Diese drei Falten bewirken eine Scheidung der Vorhöfe, welche jedoch noch durch das *Foramen ovale*, welches beim Embryo stets, bei Erwachsenen vielfach vorhanden ist, mit einander verbunden werden.

Fig. 146. Herz eines Kaninchenembryo, vergrößert, nach Bischoff, von hinten. *a* Venae omphalomesentericae; *d* rechte Kammer; *e* Bulbus aortae; *f* sechs Aortenbögen; *c* Vorhof; *b* Auriculæ.

Anlage der Gefäße. Aus dem Vordertheile des Herzschlauches treten die primitiven Arterien heraus, und mag ihr weiteres Schicksal zunächst verfolgt werden (Fig. 147). Nach vorn entsendet das Herz den Arterienstamm (*Truncus arteriosus*) (Fig. 147, *ta*), dessen spätere Theilung oben angegeben wurde. Aus diesem Stamme biegt dann rechts und links eine Arterie bogenförmig ab, das erste Aortenbögenpaar (*Arcus aortae*) bildend; diese Bögen verlaufen innerhalb des ersten Kiemenbogens, biegen nach der Schädelbasis zu und gehen dann als zunächst doppelte *Aortae descendentes* in den Gefäßshof über. Bald vereinigen sich diese beiden Aorten im Thoracal- und Abdominalabschnitte zu einer *Aorta descendens* (*ad*). Unter diesem einen Aortenbögenpaar entstehen dann nach und nach noch 4 weitere, jedoch bestehen diese fünf nicht gleichzeitig neben einander, denn während sich die hinteren entwickeln,

Dottersacke verschwindet die rechtsseitige. In den Stamm der *Venae omphalomesentericae* münden weiterhin von vorn her die Venen der Allantois, die *Venae umbilicales*, welche nach und nach stärker werden und in welche später die letzte Vena omphalo-mesenterica als kleines Venenästchen übertritt. Sobald sich die Leber bis zu einem gewissen Stadium entwickelt hat, lagert sie sich um den Stamm der *Venae umbilicales* herum und nimmt von denselben Venenstämmen auf. Zu unterst tritt jederseits eine zuführende Lebervene (*Vv. hepaticae advehentes*) in die Leberlappen über, allwo sie sich verästeln und als *Vv. hepaticae revehentes* das durch die Lebercapillaren gegangene Blut wieder zur Nabelvene und durch diese zum Herzen leiten. Die rechte Nabelvene verschwindet bald darauf. Die Aus- und Eintrittsöffnungen der eben genannten Lebervenen liegen also auf einem Venenstamme und sind nur durch einen Theil desselben, durch den *Ductus venosus Arantii*, geschieden (zugleich aber auch verbunden). Dieser Ductus erhält sich während des Embryonallebens und verschwindet nach Ablauf desselben. Neben diesen Dottersack- und Nabelvenen treten dann gleichzeitig einige Hauptkörpervenen auf. Die ersten derselben sind die *Venae jugulares*, welche den Hals-Kopftheil des Embryo durchziehen. Sie nehmen ihren Ursprung hauptsächlich im Gehirn und verlaufen in zwei Stämmen gegen das Herz zu. Seitlich treten zu ihnen noch je eine *Jugularis interna* und die Vene der entsprechenden Vorderextremität, die *Subclavia*; mit diesen zusammen bilden sie einen Stamm, welcher sich mit der aus dem hinteren Körperende kommenden *V. cardinalis* zu einem jederseitigen sogenannten *Ductus Cuvieri* verbindet. Die *Venae cardinales* verlaufen längs der Aorta, führen dem Herzen das Blut der Urnieren zu und nehmen ausserdem noch kleinere Intercostal- und Lumbalvenen auf. In ihrem mittleren Verlaufe gehen sie später zu Grunde und treten die hinteren Reste derselben als *Vv. hypogastricae* in die *Vv. iliacae* über (vergl. S. 404, Fig. 45).

— Von den *Venae cardinales* gehen hinten und nach innen ein Paar Venen ab, die sich zu einem längs der Aorta verlaufenden Stamme vereinigen, zur inneren Hohlvene (*V. cava inferior*), welche mit der Vena umbilicalis kurz vor dem Herzen zusammentritt. In das Herz treten zunächst die beiden *Ductus Cuvieri* (als obere Hohlvenen) und die *Cava inferior* ein und nach und nach erfolgen dann die S. 404 kurz angegebenen Reductionen. — Die innere Hohlvene bildet sich als letztes

Fig. 148. Schema der grossen Venen aus der Zeit des ersten Auftretens des Placentarkreislaufes und der Körpervenen, beim Menschen etwa aus der vierten Woche. *v* gemeinschaftlicher Venensinus; *dc* Ductus Cuvieri; *j* primitive Jugularis; *ji* Jugularis interna; *s* Subclavia; *c* Cardinalis; *h* Ende derselben, spätere Hypogastrica; *cr* Cruralis; *ci* Cava inferior; *il* Iliaca communis; *om* Omphalomesenterica; *u* Umbilicalis; *u'* Stamm derselben an der Leber, dessen Leberäste nicht dargestellt sind. (Nach KÖLLIKER.)

Hauptgefäß des Venensystems, und zwar zunächst in ihrem Hauptstamme von der Leber aus; später treten Aeste von ihr an die Cardinalvenen heran und werden nach Schwinden der letzteren die *Vv. hypogastricae*, die *Vv. crurales* und die *Vv. iliacae* in diesen Aesten vereinigt. — Schon S. 100 ist erwähnt, dass der linksseitige Ductus Cuvieri sich von der gleichseitigen Jugularis trennt, welche durch die *Anonyma sinistra* mit dem rechten Ductus Cuvieri sich verbindet. Das Endstück des linken Ductus Cuvieri persistirt dann innerhalb des Herzens als *Sinus coronarius*, in welchem die Herzvenen zusammentreten.

Der Placentarkreislauf. Der Kreislauf im Fruchthof ist S. 256 kurz besprochen worden und muss hier nun noch eine Schilderung des späteren embryonalen Kreislaufes, des Placentarkreislaufes folgen. Nachdem die Aorta ihren Ursprung aus dem linken Ventrikel nimmt, wird dieser Theil des Herzens zu dem Hauptblutbewegenden. Es kommt zunächst darauf an, das embryonale Blut in die fötale Placenta zu treiben, dort mit dem mütterlichen Blute in Berührung zu bringen und es dann regenerirt in die embryonalen Gewebe abzuleiten. Das Blut, welches dem linken Ventrikel zuströmt, ist kein rein venöses, denn die Trennung der Vorkammern hat nicht stattgefunden, und durch das Foramen ovale tritt das aus der Umbilicalvene kommende, mehr arterielle Blut, vermisch mit dem durch die Körpervenen eingeführten venösen Blute, in beide Kammertheile ein, und nur durch die Leber geht das reine Blut der Vena umbilicalis, mischt sich dann aber noch vor Uebertritt ins Herz mit dem venösen Blute der Vena cava inferior. Die aus dem rechten Ventrikel kommende Art. pulmonalis entsendet ihr mehr venöses Blut theils durch die kleinen Lungenarterien in die Lungen, theils aber auch durch den Ductus Botalli in die Aorta descendens, welche dann auch das durch die noch kleinen Lungenvenen aus den Lungen zurückkehrende Blut erhält. Es ist also hieraus ersichtlich, dass der später so unendlich wichtige Lungenkreislauf für den Embryo wenig Bedeutung hat. Weiterhin erhellt aber auch hieraus, dass die vordere Körperhälfte durch die Carotiden und Subclavien ein entschieden arterielleres Blut bekommt denn die hintere Hälfte, und daraus resultirt das starke Wachsthum der ersteren.

Sobald jedoch der Zusammenhang zwischen Mutter und Frucht aufhört und der Embryo ein freies Leben führt, nimmt der Kreislauf selbstredend einen vollständig anderen Verlauf. Das Foramen ovale schliesst sich mehr und mehr und verschwindet nach der Geburt vollständig oder bleibt nur als kleine Oeffnung bestehen, und damit tritt eine strenge Scheidung des Herzens in einen venösen rechten und einen arteriellen linken Theil ein. Die bis jetzt unwesentlichen Lungenarterien und Lungenvenen erweitern sich beträchtlich und bilden unter einander einen zweiten sogenannten kleinen oder Lungenkreislauf. Die Lungenvenen führen aus dem Respirationsorgan ein arterielles Blut in die linke Vorkammer, von wo aus es durch das Ostium atrioventriculare zur linken Herzkammer gelangt. Aus der linken Herzkammer tritt das Blut in die Aorta ein, zunächst in die aufsteigende (*A. ascendens*), deren Ursprungstheil vom Herzen als *Bulbus aortae* bezeichnet wird. Dann biegt nach kurzem Verlaufe die Aorta bogenförmig (*Arcus aortae*) um und verläuft schliesslich als absteigende Aorta (*Aorta descendens*) unterhalb der Wirbelsäule, innerhalb der Bauchhöhle. Von der Aorta ascendens gehen die beiden *Arteriae coronariae* zum

Herzen. Der Arcus aortae entsendet nach oben die *Carotiden* und seitlich die *Subclavien*. Von der A. descendens entstammen die Arterien der Brust, des Bauches und der hinteren Extremitäten. Durch die auf die Arterienenden sich anschliessenden Capillarnetze wird das arterielle Blut den Körpergeweben übermittelt und sammelt sich schliesslich aus diesen Netzen in den Körpervenen. Die Hohlvenen lassen es dann in die rechte Vorkammer einströmen, von der aus es als rein venöses Blut zur rechten Herzkammer gelangt. Die letztere entsendet es durch die *Arteriae pulmonales* zu den Lungen, wo es Kohlensäure gegen Sauerstoff austauscht und als arterielles Blut durch die Lungenvenen (*Venae pulmonales*) zum linken Atrium zurückgeht.

3) Entwicklung der Harn- und Geschlechtsorgane.

Da sich der Excretions- und Genitalapparat der Wirbelthiere gleichzeitig anlegt und in engste Wechselbeziehung zu einander tritt, muss die Entwicklung desselben auch im Zusammenhang gebracht werden.

4) Harnorgane. Das Excretionsorgan der Wirbelthiere lässt sich während des embryonalen Lebens in zwei Theile trennen, in das primäre und das secundäre. Zum primären haben wir die Urniere (Primordialniere oder WOLFF'scher Körper) mit ihrem Ausführungsgange, dem WOLFF'schen Gange, zu zählen, welcher in den Urachus führt und mit der Allantois in Verbindung tritt. Das secundäre Excretionsorgan sind die bleibenden Nieren, die sich aus dem WOLFF'schen Gange erst später entwickeln. Aus dem WOLFF'schen Körper und seinem Ausführungsweg entwickelt sich gleichzeitig ein Theil des Geschlechtsapparates, dessen Bildung jedoch getrennt von der des Harnapparates besprochen wird.

Die Urniere. Am Ende des zweiten Bebrütungstages zeigen sich beim Hühnchen im hinteren Leibesende die ersten Anlagen der WOLFF'schen Körper. Zunächst schnürt sich von den aus dem Mesoderm hervorgegangenen Seitenplatten (s. Fig. 165, *wg*) neben den Urwirbeln eine Röhre ab, welche sich vorne in der Nähe des vierten und fünften Urwirbels anlegt und sich dann schnell gegen das hintere Leibesende zu entwickelt. An diese Urnierengänge schliessen sich weiter die Urnierenschläuche an, dieselben stülpen sich von den Seitenplatten aus gegen die Urwirbel vor. Solche Schläuche finden sich zahlreich hinter einander längs der WOLFF'schen Gänge gelagert; in die Bauchhöhle öffnen sie sich mit einer feinen Oeffnung und sind am Ende keulenförmig aufgetrieben. Die Lage dieser ersten Harn-Geschlechtsapparatanlage ist auf dem Querschnitte ungefähr folgende. In der Mitte des Embryo liegt das Medullarrohr, die Anlage des Rückenmarks (Fig. 149, *mr*), unter demselben ist die Chorda (*ch*) angelegt; die äussere Embryonalschicht bildet das Ectoderm (*h*), die innere das Entoderm (*dd*); neben dem Medullarrohr und der Chorda liegt jederseits ein Urwirbel (*uw*), an welchen sich die gespaltene Seitenplatte anlagert (dieselbe zerfällt in das obere Hautblatt (*hpl*) und die untere Darmfaserplatte (*df*)); zwischen Seitenplatte und Urwirbel hat sich nach dem Ectoderm

(*h*) zu der WOLFF'sche Gang (*ung*) von der Seitenplatte abgeschnürt und stülpt sich der Urnierenschlauch von der letzteren gegen den Urwirbel zu, unter den Urnierengang vor (in der Figur ist die Ausgangsstelle dieses Schlauches unge-

Fig. 149. Querschnitt durch einen Hühnerembryo vom zweiten Tage, 90–100mal vergrößert. *dd* Darmdrüsenblatt; *ch* Chorda; *urw* Urwirbel; *aw h* Urwirbelhöhle; *ao* primitive Aorta; *ung* Urnierengang; *sp* Spalte in den Seitenplatten (erste Andeutung der Pleuroperitonealhöhle), die durch dieselbe in die Hautplatten *hpl* und Darmfaserplatten *df* zerfallen, welche durch die Mittelplatten *mp* untereinander zusammenhängen; *mr* Medullarrohr (Rückenmark); *h* Hornblatt, stellenweise verdickt. (Nach KÖLLIKER.)

fähr die mit *mp* bezeichnete). Zwischen Urwirbel und Seitenplatte, oberhalb des Entoderms (*dd*) und unter dem Urnierenschlauche liegt die Aorta (*ao*). — Die Urnierenschläuche nehmen bald eine S-förmige Gestalt an und treten in den

Fig. 150. Hinteres Ende eines Hundeembryo mit hervorsprossender Allantois. Das sogenannte Gefäßblatt und das Darmdrüsenblatt oder die Anlage des Darmes und die benachbarten Theile des Dottersackes sind zurückgeschlagen, um die Corp. Wolffiana zu zeigen, 10mal vergr. Nach Bischoff. *a* Wolff'sche Körper mit dem Ausführungsgang und den einfachen blinden Canälchen; *b* Urwirbel; *c* Rückenmark; *d* Eingang in die Beckendarmhöhle.

Urnierengang über, dann lösen sie sich von den Mittelplatten und ihre Oeffnung gegen die Bauchhöhle zu verschwindet. Diese Oeffnungen gegen die Bauchhöhle zu sind den S. 115 erwähnten Wimpertrichtern niederer Vertebraten gleich zu setzen. — Bei den Säugern entstehen die Urnieren gleichfalls aus den Mittelplatten, beim Kaninchen ungefähr am 9.–10. Tage. Es stellt sich um diese Zeit der Urnierenapparat in Form gezählter Körper (Fig. 150, *aa*) dar, welche sich von der Leberanlage bis zum Körperende erstrecken. Nach aussen liegen die Urnierengänge, nach innen die Anlagen der Urnieren. Die Urnierenschläuche sind mit den MALPIGHI'schen Körpern der Urniere in Verbindung getreten, nehmen rasch an Länge zu und knäueln sich mehr und mehr auf. Secundär gehen durch Sprossenbildung weitere Drüsen-schläuche aus dem Peritonealepithel der hinteren Urnientheile hervor. Dieselben stellen sich zunächst als solide

Gebilde dar, in welche sich später die Lumina einstülpen. Die Urnierengänge münden in den Sinus urogenitalis (s. Fig. 154).

Die Niere¹⁾. Beim Hühnchen entwickeln sich die Nieren am Ende des

¹⁾ Seite 115 würde zu ergänzen sein, dass nur die bleibenden Nieren der niederen Vertebraten sich aus den Urnieren direct entwickeln, während die der höheren sich in

fünftens Tages aus dem letzten Abschnitte der Urnierengänge, indem sie sich von denselben dorsalwärts einstülpen. Zunächst stellen sie zwei Blindsäckchen dar, welche sich bald vom WOLFF'schen Gange trennen, wodurch beide isolirt in die sogenannte Cloake einmünden. Das letzte Ende dieser primitiven Nierenanlage entwickelt dann eine grössere Anzahl Sprossen in die dem Mesoderm entstammende Hülle. Bei den Säugern stülpt sich die erste Nierenanlage gleichfalls vom Ende des WOLFF'schen Ganges aus. Das Ende dieser beiden primären Nierengänge zeigt eine verdickte Mesodermbildung und gehen aus derselben die weiteren Drüsentheile der Niere hervor. Zunächst wächst die Nierenanlage in die Länge, das obere Ende des primitiven Ganges lässt die eigentliche Niere aus sich entstehen, das untere bildet den Harnleiter (*Ureter*). Die Nieren lagern sich nach und nach hinter den WOLFF'schen Körper und die Ausführungsgänge beider rücken aus einander, bis sie schliesslich getrennt in den Sinus urogenitalis münden; dabei finden die Seite 134 erwähnten Drehungen um den letzteren statt, wodurch eine verschiedene Weiterbildung der weiblichen Geschlechtsapparate bedingt wird. — Aus dem verdickten Ende des primitiven Nierenganges sprossen dann bald Endothelschläuche hervor, welche zu den Ausgangsstellen der Harnanälchen werden, welche letztere sich aus diesen ähnlich ausstülpen (Fig. 151), wie wir es früher bei der Bildung der Lungenbron-

Fig. 151. Sagittalschnitt der Niere eines Kaninchens von 16 Tagen. Vergr. 63mal. *a* hohle Endsprossen des Ureters oder der Ampullen; *m* Anlagen der MALPIGHI'schen Körperchen. Länge der Niere 1,16 mm, Breite 0,54 mm; Breite der Ampullen 48–59 mm. (Nach KÖLLIKER.)

chien u. s. w. sahen. Umgeben wird diese primitive Nierenanlage von einer Mesodermsschicht, die sich gegen das ferner liegende Mesoderm als dichtere, kleinzelligere Hüllschicht absetzt. Die MALPIGHI'schen Körperchen bilden sich, dann sekundär von den Sprossen aus. Das letzte Ende einer solchen stülpt sich S-förmig vor und wird vom umliegenden Mesoderm kapselartig umhüllt (Nierenknospe, *Pseudoglomerulus*). Das Ende dieser Windung formt sich allmählich zu einem kugelschalenartigen Doppelmantel um, welcher sich um einen Stiel, der von dem herantretenden Harnanälchen gebildet wird, löffelförmig herumlegt und sich immer mehr hohlkugelförmig gestaltet. Der Mantelrand umwächst dabei die in die Concavität eingelagerte und gleichfalls wuchernde Me-

der an dieser Stelle zu besprechenden Weise bilden. Es waren an der betreffenden Stelle weitere Erörterungen nicht möglich und ist daher dort der Hinweis auf die Urniere gemacht worden.

sodermhülle. In dies eingeschlossene Mesoderm stülpen sich von aussen her die Blutgefässästchen des *Glomerulus* ein, bilden darin den Knäuel und werden nun nach und nach vollständig von dem Mantel umhüllt. Das ursprüngliche Harncanälchen lagert sich dann bald an den einen Kapselpol, während aus dem andern die Blutgefässe herausführen (s. Fig. 53). Nach Bildung der Glomeruli wachsen die Harncanälchen in die Länge und fangen an, sich zu schlängeln und die späteren sogenannten HENLE'schen Schleifen zu bilden¹⁾. Nach Entwicklung der bleibenden Nieren treten die Urnieren ausser Function.

Die Harnblase. Ihre Entwicklung geht aus dem Stiele der Allantois vor sich. Dieser Stiel (*Urachus*) erweitert sich in seinem unteren Ende zunächst spindelförmig und tritt mit einem kurzen Stiel in den Enddarm ein. Im Nabelstrang selbst verläuft der eigentliche Urachus als feinere Röhre und schliesst sich später nach Aufhören der Allantois, wodurch sein Rest zum mittleren Blasenbande wird, welches nach der Geburt erst verschwindet und von der Spitze der Harnblase gegen den Nabel zu verläuft. — Bei den Säugern mündet die Harnblase meist in den Sinus urogenitalis, und geht mit diesem zunächst in die Cloake über. Die Bildung des als Sinus urogenitalis zu bezeichnenden Abschnittes wird unten besprochen werden.

2) Geschlechtsorgane. Die erste Anlage der Geschlechtsorgane ist auch wieder im WOLFF'schen Gange und Körper zu suchen. Aus dem WOLFF'schen Körper — oder wenigstens im engsten Zusammenhange mit demselben — entwickeln sich die beiderlei Keimdrüsen (Hoden und Eierstock), aus den WOLFF'schen Gängen die inneren Ausführungsgänge des Spermas, die *Vasa deferentia*. Die weiblichen Eileiter, Uteri und Vaginae gehen aus secundär auftretenden, sogenannten MÜLLER'schen Gängen hervor.

a) Entwicklung der Geschlechtsdrüsen. Die erste Anlage der Geschlechtsdrüsen ist für beide Geschlechter gleich und findet auf den WOLFF'schen Körpern statt. — Beim Hühnchen, um wieder mit demselben zu beginnen, tritt die erste Andeutung der Geschlechtsdrüsenbildung am fünften Tage auf, zu welcher Zeit sich auf dem WOLFF'schen Körper eine Längsfurche zeigt, an deren Innenrande das Peritonealepithel der Urniere eine beträchtliche Verdickung aufweist. Dies Epithel ist durch eine Bindegewebsschicht von der Urniere selbst getrennt und wird als Keimepithel (*Regio germinativa*) bezeichnet. Aus den lateralen Theilen dieses Epithels bilden sich zwei Gänge, welche als die MÜLLER'schen anzusehen sind, während den medialen Abschnitten

1) Eine entwickelte Niere des Menschen hat ungefähr den folgenden Bau. Zu äusserst wird das bohnenförmige Gesamtorgan von einer weissen Bindegewebshaut überzogen; unter derselben liegt dann die eigentliche Nierensubstanz, in welche von der concaven Seite her die Nierengefässe und die Harnleiter eintreten. Die äussere Nierenschicht heisst die Rinde, sie wird von den gewundenen Harncanälchen mit den Glomeruli und den zahlreichen Blutgefässästchen durchsetzt. Der Rindensubstanz sind die Pyramiden zum Theil eingelagert, welche aus geraden Harncanälchen zusammengesetzt sind und kegelförmig, mit der Basis nach aussen, zu 8—12 (Kaninchen nur 4) die Rinde durchsetzen. Die Spitzen der Pyramiden setzen sich in die Nierenpapillen fort, in denen die zu Sammelröhren zusammentretenden Harncanälchen mit sogenannten Harnporen ausmünden. An mehrere Papillen treten dann die Nierenkelche heran, welche sich in dem Nierenbecken vereinigen, das in den Ureter übergeht.

desselben die Eier entstammen. — Bei den Säugern ist es auch das Peritonealepithel, welches auf den Urnieren eine Verdickung erfährt und die MÜLLER'schen Gänge, sowie die Eier aus sich hervorgehen lässt. Auf den Urnieren der Kaninchen zeigt sich am 42.—44. Tage zunächst eine mediale, halbmondförmige Verdickung, aus welcher sich die beiderlei Geschlechtsdrüsen zu entwickeln scheinen. Die letzteren wachsen schnell hervor und lagern sich mehr in die Bauchhöhle hinein. Von der Urniere und ihrem Gange gehen Bänder ab und werden die immer mehr in die Bauchhöhle hineintretenden Geschlechtsdrüsen durch diese Ligamente mit den Urnieren in Verbindung gehalten.

Die Hodenentwicklung. Es hält sehr schwer, die erste Anlage der Samencanälchen zu verfolgen, da ja eine Unterscheidung der Geschlechter auf einem frühen Stadium nicht möglich ist. Beim Menschen treten die Hoden nach der siebenten Woche ungefähr als breite, kurze Organe auf; nach zwei weiteren Wochen zeigen sie im Innern die Anlage der Samencanälchen als gerade, neben einander verlaufende Zellstränge, die durch sparsames Bindegewebe getrennt sind. In den folgenden Wochen erhalten die Samencanälchen eine eigene Membran, schlängeln sich etwas und beginnen Verzweigungen und Sprossen zu treiben. Es muss nun zur Zeit noch unentschieden bleiben, ob sich die Samencanälchen aus den WOLFF'schen Körpern her einstülpen, und zwar von den Drüsencanälen derselben aus, oder ob sie sich als Sprossen vom Peritonealepithel entwickeln. Nach unserer Kenntniss von der Entwicklung der Geschlechtsdrüsen niederer Wirbelthiere hat die Ansicht, dass sich die Samencanälchen von den MALPIGHI'schen Körpern oder den Drüsenschläuchen der Urnieren aus bilden, manche Berechtigung. Soviel steht jedoch fest, dass die Canälchen später mit dem WOLFF'schen Canale in Verbindung treten. — Die äussere Haut des Hodens, die *Albuginea*, geht aus dem Drüsenepithel hervor und zwar aus tieferen spindelförmigen Zellschichten derselben.

Die Eierstocksentwicklung. Auch hier ist wieder vom Keimepithel auszugehen und sind wir zu der Annahme berechtigt, dass die Eier in demselben ihre Urstätte finden. Das Stroma des Eierstocks wird wohl von dem unter der Keimschicht liegenden Bindegewebe geliefert. Das gesammte Organ hebt sich in mehr länglicher Gestalt ab und nimmt bald eine Querstellung ein, entgegengesetzt der mehr längs gerichteten Stellung des primitiven Hodens. Die Bildung der Eier ist Seite 224 (Fig. 125) geschildert worden und mag hier nur noch einmal darauf hingewiesen werden, dass sich die Eier von dem Eierstocksepithel aus, die Epithelien der Eifollikel jedoch sehr wahrscheinlich durch Zellwucherung der Urnierenschläuche in die primitive Eierstocksanlage bilden, wenigstens sprechen Untersuchungen an Reptilien und niederen Vertebraten entschieden für die Richtigkeit einer solchen Annahme.

b) **Entwicklung der Ausführungsgänge und äusseren Geschlechtsorgane.** Es ist schon erwähnt worden, dass die WOLFF'schen Gänge die Ausführungsgänge für das Sperma sind, und ist nun zunächst auch die Anlage der weiblichen Leitungswege, die der MÜLLER'schen Gänge zu betrachten. Zunächst bildet sich, beim Hühnchen sowohl wie beim Kaninchen, die Anlage der Eileiter-Tuben (beim Hühnchen am sechsten Tage, beim Kaninchen am 42.—43. Tage), indem sich das Peritonealepithel an der inneren Seite des Keimepithelstranges und in dem oberen Theile trichterförmig einstülpt.

Diese Einstülpung wuchert längs des WOLFF'schen Ganges weiter und stellt so jederseits einen vor den WOLFF'schen Gängen liegenden Canal dar, der sich in die Cloake öffnet. Die Einstülpung geht ganz allmählich vor sich, und macht beim Kaninchen die Tubenanlage zunächst eine nach hinten und aussen gehende Wendung, ehe sie in die Nähe des WOLFF'schen Ganges gelangt (die vollständige Entwicklung des MÜLLER'schen Ganges dauert beim Kaninchen circa 8—9 Tage). Der MÜLLER'sche Gang zeigt auf dem Querschnitt grosse Epithelzellen, welche ein nur geringes Lumen umschliessen; während dies Lumen sich nun bei weiblichen Embryonen stetig vergrössert, geht es bei männlichen mehr und mehr zurück und persistiren hier nur wenige Reste dieser eigentlichen Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüsen.

Ausführungsgänge des Spermas. Die MÜLLER'schen Gänge bestehen zunächst mit Tubenöffnung und durchgängig entwickeltem Lumen; bald jedoch beginnen dieselben vom oberen Ende her zu schwinden, und meist bleibt nur das untere Stück derselben bestehen (*Vagina masculina*). Beim Menschen treten nun im dritten Monate vom oberen Theile der Urniere eine Anzahl Canälchen der letzteren zum Hoden über und bilden den Kopf des Nebenhodens. Diese Canälchen winden sich später auf und führen in die weiteren Theile des Nebenhodens, und so in den an diese sich anschliessenden WOLFF'schen Gang, der sich zum *Vas deferens* gestaltet. Neben dem Nebenhoden findet sich eine kleine Cyste, die MORGAGNI'sche *Hydatide*, welche als oberer Rest der MÜLLER'schen Gänge angesehen wird; ein unterer Rest derselben findet sich beim Menschen in der *Vesicula prostatica*. Nachdem die Urnierengänge (*Vasa deferentia*) eine Strecke weit getrennt verlaufen sind, vereinigen sie sich hinter der Blase im sogenannten Genitalstrange, in welchen auch, als mehr nach vorne gelagerte Canäle, die MÜLLER'schen Gänge eingeschlossen werden. Während jedoch die WOLFF'schen Gänge stets getrennt bleiben, vereinigen sich die MÜLLER'schen in ihren Endabschnitten meist mit einander. — Die *Vesiculae seminales* (Samenbläschen) bilden sich als Ausstülpungen der unteren Abschnitte der Samenleiter.

Ausführungsgänge der Eier. Die WOLFF'schen Gänge bilden sich beim Weibe zurück und verschwindet die Urniere bis auf einen kleinen Rest, das ROSENMÜLLER'sche Organ, welches beim Erwachsenen als Nebeneierstock (*Parovarium*) bezeichnet wird. Von den WOLFF'schen Gängen bleiben nur bei wenigen Säugern bedeutendere Rudimente in den sogenannten GARTNER'schen Gängen bestehen. Aus den MÜLLER'schen Gängen gehen nun die Leitungswege und Entwicklungsstätten der Eier und Embryonen hervor. Die Abdominaltuben der Eileiter entwickeln sich aus der ersten Anlage der MÜLLER'schen Gänge, aus jener oben erwähnten trichterartigen Einstülpung. Der zunächst glatte Tubenrand franst sich später aus und bildet so die Fimbrien des *Ostium abdominale*. Die übrigen Theile der MÜLLER'schen Gänge werden zu den Eileitern, den Uteri und den Scheiden, und zwar entwickeln sie sich bei den Säugern zunächst im Allgemeinen gleichmässig, dann stülpen sich die mittleren Theile derselben etwas aus und bilden die Uteri, an welche sich die Vaginae weiterhin ansetzen. Die mittleren Theile zeigen besonders die Tendenz, in der Mediane mit einander zu verwachsen, was dann zur Bildung zusammenhängender Uteri und zu einer schliesslichen Verschmelzung derselben zu einem einzigen Uterus

führt. Beim Menschen bleiben nur die oberen Theile der MÜLLER'schen Gänge getrennt und lassen aus sich die Eileiter hervorgehen. Die mittleren Theile verschmelzen bald und stellen einen einfachen, primitiven Uterus dar, von dem aus die unteren Theile, welche später zur Vagina zusammentreten, zunächst noch getrennt zum Sinus urogenitalis verlaufen, bald jedoch auch mit einander verschmelzen und die einfache Scheide aus sich hervorgehen lassen¹⁾ (Weiteres vergl. S. 434 u. f.). Uterus und Scheide lassen bei allen Säugern anfangs keine scharfen Grenzen gegen einander erkennen, und erst später entwickelt sich zwischen beiden eine ringförmige Falte, welche weiter und weiter wächst und schliesslich den Uterustheil gegen den Vaginalabschnitt durch eine Papille absetzt, auf welcher der Uterusmund, das *Ostium uteri* oder *Orificium externum* liegt.

Das Herabsinken der Hoden aus der Bauchhöhle in das Scrotum ist Seite 433 erwähnt worden und mag hier etwas näher für den Menschen ausge-

führt werden. Der jederseitige Hoden (Fig. 452 und 453) rückt aus seiner Lage vor den Urnieren etwas herunter (im dritten Monat bis zur Lagerung in Fig. 452), darauf tritt er an das Band heran, welches sich vom WOLFF'schen Körper gegen die Leistengegend erstreckt (Leistenband), und senkt sich nach seiner Verbindung mit demselben (worauf es die Bezeichnung HUNTER'sches Leitband, *Gubernaculum Hunteri*; führt) gegen den Leistencanal zu. Ueber dem Leistencanal hat sich eine Bauchfellfalte

ausgestülpt, welche in den Hodensack hineinzieht (der Scheidenfortsatz des Bauchfells, *Processus vaginalis peritonei*), darauf rückt der Hoden in diese Bauchfellfalte vor und gelangt endlich durch den Leistencanal in das Scrotum. Auch die Eierstöcke rücken etwas herunter, und wird die Bauchfellfalte, welche an den Hoden als HUNTER'sches Leitband trat, hier zu dem runden Uterusbande (*Ligamentum uteri rotundum*). Der Peritonealüberzug der Urnieren wird nach Schwinden derselben zu dem breiten Mutterbande, dem *Ligamentum uteri latum*, welches an seinem oberen Rande das Ovarium trägt und von der Rückenwand zu den Seiten des Uterus übertritt.

c) Entwicklung der äusseren Geschlechtsorgane. In der vierten Woche münden die Geschlechtsorgane mitsammt dem Harnapparat und dem

Fig. 152. Harn- und Geschlechtsapparat eines menschlichen Embryo (Männchen) von drei Monaten (nat. Grösse). *nn* Nebennieren; *uh* Cava inferior; *n* Niere; *h* Hoden; *gh* Gubernaculum Hunteri; *b* Harnblase. (Beide Figg. n. KÖLLIKER.)

Fig. 153. Eingeweide eines dreimonatlichen menschlichen Embryo (Weibchen), vergrössert. *s* Nebennieren; *r* Niere; *l* Milz; *c* Coecum; *r* Lig. uteri rotundum. Die Ovarien liegen als zwei grosse, bohnenförmige Organe an Stelle der Hoden in voriger Figur; unter ihnen verlaufen die Oviducte.

1) Pathologisch findet man beim Menschen hin und wieder noch eine doppelte Vagina, oder wenigstens die deutlichen Spuren einer ehemaligen Verschmelzung an derselben. Beim Uterus masculinus des Delphines findet sich ein einfacher Uterustheil, von dem aus zwei Oeffnungen nach unten zu ausführen.

Enddarm in die sogenannte Cloake (Fig. 154), welche mit der einfachen Cloakenmündung nach aussen führt. Um diese Mündung erhebt sich vorne ein Höcker, der Geschlechtshöcker, und seitlich stülpen sich zwei Geschlechts-

Fig. 154. Sagittalschnitt durch das hintere Leibesende eines Kaninchenembryo von 11 Tagen und 10 Stunden. 45mal vergr. wg Wolff'scher Gang; n Nierengang; n' Anlage der Niere; ug Sinus urogenitalis; ur Urachus-anfang; cl Cloake; hg Gegend, wo in der Medianebene der Hinterdarm in die Cloake mündet; ed Postanaler Theil des Enddarmes; a After der Cloacalspalte; s Schwanz; r Peritonealfalte. (Nach KÖLLIKER.)

falten vor. Der Geschlechtshöcker tritt dann mehr und mehr hervor und zeigt ventral eine gegen die Cloakenöffnung zu verlaufende Rinne (Geschlechtstfurche). Darauf tritt eine Scheidewand zwischen Enddarm und Harn-Geschlechtsapparat auf, welche ihrer Entstehung nach noch nicht genauer erforscht ist; diese Scheidewand trennt als Damm die Afteröffnung des Enddarmes von der Oeffnung des Sinus urogenitalis. Der Sinus urogenitalis bezeichnet den Theil des Geschlechtsapparates, welcher vom Eintritt der MÜLLER'schen Gänge in den unteren Theil der Harnblase, bis zum Austritt nach aussen oder bis zum Uebertritt in die Cloake reicht. Der Sinus urogenitalis ist lang, wenn die Vagina kurz ist, kurz, wenn die letz-

tere lang auftritt. Beim Menschen legt sich der Sinus urogenitalis an, verschwindet aber beim Weibe nach und nach, indem die Urethraöffnung in die Genitalfurche übertritt. — Beim männlichen Embryo (Fig. 155, 1) entwickelt sich der Genitalhöcker weiter, die Furche

(f), welche zur Oeffnung des Sinus urogenitalis führt, verwächst durch Aufeinanderlagerung ihrer Ränder zu einer Röhre (der Harnröhre, oder dem Sinus urogenitalis), die Genitalfalten treten median zusammen, verschmelzen mit einander und bilden den Hodensack. Das vordere Ende des Genitalhöckers (e) wird zur Glans penis und wird von einer Hautduplicatur, dem Praeputium, überdeckt. — Beim Weibe (Fig. 155, 2) bleibt die Genitalfurche offen (sie führt bei den meisten Säugern in den bleibenden Sinus urogenitalis), in ihrem

Fig. 155. Zur Bildung der äusseren Genitalien des Menschen, nach ECKER. 1. Unteres Leibesende eines Embryo der achten Woche, 2mal vergrössert. e Glans oder Spitze des Genitalhöckers; f Genitalfurche, rückwärts zu einer Öffnung führend, die um diese Zeit auch die des Mastdarmes ist, mithin eine Cloakenmündung darstellt; kl Genitalfalten; s schwanzartiges Leibesende; n Nabelstrang. 2. Von einem 1'' 2''' langen, etwa zehn Wochen alten weiblichen Embryo. a After; ug Öffnung des Sinus urogenitalis; n Ränder der Genitalfurche oder Labia minora. Die übrigen Buchstaben wie bei 1.

vorderen Theile mündet die Harnblase und hinter derselben gleich die Vagina aus. Der Genitalhügel wird zur Clitoris und diese überzieht sich auch nach vorne mit einer Hautduplicatur, dem Praeputium clitoridis; die Seitenfalten werden zu den grossen Schamlippen, die Ränder der Genitalfurche zu den kleinen.

Die dem Scheidentheil der weiblichen Geschlechtsorgane entsprechende männliche Vorstehdrüse (*Prostata*) entwickelt sich als ringförmige Verdickung an der Zusammentrittsstelle von Harnröhre und Genitalstrang; ihre Drüsenbliden sich als Ausstülpungen des Epithels des Harn-Geschlechtsganges.

4) Entwicklung der äusseren Haut.

Schon Seite 136 ist erwähnt worden, dass zur Bildung der äusseren Haut, des Integumentes, zwei Keimblätter herangezogen werden, das Ectoderm und das Mesoderm. Von dem Mesoderm ist es jedoch nur die äussere Lamelle, die Hautplatte, welche bei der Bildung der Körperhaut in Betracht kommt. Bei einer Untersuchung der äusseren Haut haben wir zunächst die allseitig den Körper umgebende Hülle und dann die an dieser auftretenden Hervorragungen und Drüsen zu unterscheiden. Dem Ectoderm entstammen die Oberhaut, die Nägel, Klauen, Hufe, Haare, Federn u. s. w., ferner die Drüsenepithelien der Hautdrüsen. Das Mesoderm lässt das Bindegewebe, die Hautmuskulatur, die Gefässe und Nerven aus sich hervorgehen.

1) Oberhaut und Lederhaut. Die Oberhaut besteht bei dem Embryo im Anfang aus einer zunächst einfachen Schicht Ectodermzellen, sie überzieht als solche den gesammten Embryokörper ununterbrochen und setzt sich von den Seiten auch in das Amnioninnere fort. Die Contouren dieser ersten Zellen verwischen sich nach und nach und treten die letzteren schliesslich als ein zusammenhängendes Häutchen um den Embryo herum auf, welches sich später abschuppt (4. Monat)¹⁾. Schon nach wenigen Wochen bilden sich unter der einfachen Oberhautschicht noch weitere Zellschichten aus, welche in ihren einzelnen Individuen sich als kleiner erweisen und gegen Ende des vierten Monats in zwei- bis dreifacher Schicht auftreten. Die äusseren Zellen (die der Hornschicht) sind eckig und von grösserem Durchmesser, als die kleineren, runden, inneren Zellen, welche die Schleimhautschicht der Oberhaut, das *Rete Malpighii*, aus sich hervorgehen lassen.

Bei der Geburt ist die Oberhaut relativ dick und besteht aus der Hornschicht (im Durchschnitt 0,04 mm stark) und dem *Rete Malpighii* (durchschnittlich 0,04 mm stark). Zunächst muss wohl eine Zelltheilung der Ectodermzellen stattfinden, wenn die primitive (noch einschichtige) Epidermis mit dem Wachs- thum des Embryo gleichen Schritt halten soll; sind jedoch erst zwei und mehr Hüllschichten entstanden, so ist die äussere derselben als Epidermis, die innere als Schleimschicht (*Rete Malpighii*) aufzufassen, und von nun ab findet eine Neubildung der Epidermis nicht durch Theilung ihrer Zellen, sondern durch Nachschub aus der Schleimschicht statt; die äussersten Hautzellen werden, sobald sie ihren Functionen genügt haben, einfach abgeschuppt. Färbungen der

1) Nach und nach bedeckt sich der Embryo mit einer schmierigen, weisslichen Masse, dem *Smegma embryonum* s. *Vernix caseosa*, welche aus abgestossenen Oberhautschuppen, Talgzellen und Fettkügelchen besteht; dieselbe nimmt bis zur Geburt beträchtlich an Menge zu.

Haut kommen durch Pigmentablagerungen in den Zellen des Rete Malpighii zu Stande, scheinen beim Menschen jedoch hauptsächlich erst postembryonal aufzutreten.

Die dem Rete Malpighii unterliegende Unterhaut (*Cutis*) ist zunächst von diesem kaum trennbar, sie ist glatt (ohne die späteren Erhebungen in die Oberhaut) und lässt noch keine Schichtung erkennen. Die sie zusammensetzenden Zellen sind in den oberen Schichten mehr rundlich, in den unteren spindelförmig. Vielleicht wird die Cutis von der Oberhaut schon frühzeitig durch ein zartes Häutchen geschieden. Nach der zehnten Woche beginnt sich die Unterhaut in ihre beiden Schichten, die Lederhaut (*Corium*) und das Unterhautzellgewebe (*Tela subcutanea*), zu trennen. Durch Entwicklung von Bindegewebe und Ausbildung der Gefässe und Nerven scheidet sich die Unterhaut bald scharf von der Oberhaut, in welche sie ausserdem zahlreiche kleine, verschieden geformte Papillen (vom sechsten Monat ab) entsendet. Das Fettgewebe, welches sich in dem Unterhautzellgewebe des Neugeborenen als *Panniculus adiposus* findet, legt sich beim Embryo ungefähr im sechsten Monat der Schwangerschaft an, indem im Unterhautzellgewebe kleine Fetttropfen auftreten, die in den sogenannten Fettzellen entstehen. Letztere lagern sich allmählich in Gruppen, Träubchen u. s. w. an einander und bilden schliesslich eine stellenweise sehr starke Schicht, so in den Wangen, an Hals, Brust, Bauch, Extremitäten u. s. w.¹⁾

Nagel- und Haarentwicklung. Schon Seite 447 u. f. ist kurz die Bildung der Epidermoidalgebilde bei den Wirbelthieren geschildert worden und mögen hier noch einige Ergänzungen über die des Menschen ihren Platz finden. — Nach dem dritten Monat bildet sich am oberen und vorderen Theile der Finger und Zehen die Anlage der späteren Nägel. Das Rete Malpighii dieser vorderen Partien lässt aus seiner oberen Schicht polygonale Zellen in einer Lage hervorgehen, welche als primitive Nagelsubstanz gelten können. Unter ihnen verdickt sich das Rete Malpighii, am hinteren Rande und seitlich wölbt sich der Nagelwall hervor und nach oben wird der primitive Nagel von der

Fig. 156. Nagel und Nagelbett, querüber senkrecht durchschnitten. *b* Das Nagelbett mit den Leistchen der Lederhaut; *b* Seitentheile jenes, den seitlichen Nagelfalz bildend; *c* sein MALPIGHI'sches Schleimnetz; *e* seine Hornschicht; *d* das MALPIGHI'sche Netz des Nagels zackig zwischen die Leistchen des Nagelbettes eingreifend; *f* die Hornmasse des Nagels. (Nach KÖLLIKER.)

Hornschicht noch überdeckt. Im folgenden Monate wächst der Nagel durch Anlagerung von unten her sehr schnell in die Dicke und durchbricht vorne die

¹⁾ Die sich um die Embryonen des Menschen und vieler Säuger ablagernde, der Hornschicht entstammende Hülle wird auch wohl als *Epitrichium* bezeichnet, da sich unter ihr das Haarkleid entwickelt und dieselbe erst zu Ende des Embryonallebens oder kurz nach der Geburt durchbrochen und in grösseren Stücken abgestossen wird.

Hornschicht, die ihn überkleidete. Die Lederhaut bildet das Nagelbett, auf dem im fünften Monate schon Leisten auftreten, zwischen welche das Rete Malpighii sich einschiebt; über dem letzteren liegt dann die Hornsubstanz des Nagels (Fig. 156). Noch einige Zeit nach der Geburt lassen sich am Nagel die ihn zusammensetzenden Zellen erkennen. — Sein Längenwachsthum geht von der rückwärts liegenden Wurzel, sein Dickenwachsthum von dem das Nagelbett überziehenden Rete Malpighii aus von staten. Nach vorne hebt sich der Nagel von der Oberhaut ab und überragt dieselbe mit einem freien Rande.

Die Haare legen sich als Wollhaare um dieselbe Zeit wie die Nägel an. Zunächst bildet die Oberhaut, welche noch aus wenig Schichten besteht, in der unteren, dem Rete Malpighii entsprechenden, eine zapfenförmige Wucherung in die Cutis hinein (Fig. 157). Diese Zapfchen lassen noch weiter keine Haaranlage erkennen, umhüllen sich aber bald mit einer zarten, structurlosen Membran (*i*). Die Zapfchen vergrössern sich nun allmählich, durch schnelles Längenwachsthum, und die Zellen ihrer äussersten Schicht verlängern sich und stellen sich senkrecht, zur äusseren Membran, besonders im unteren, etwas verdickten Theile der Haaranlage. Auf einem folgenden Stadium erfahren dann die central (um die Achse) gelegenen Zellen des Zapfchens ein Längenwachsthum und stellen sich der Achse parallel, die Randzellen sind quer gelagert, und dadurch setzt sich vom Centrum der Haaranlage ein kegelförmiges Gebilde ab, welches nach innen resp. nach unten zu breit, nach oben zu spitz ist (Fig. 158 A). Die Grenze

Fig. 157. Eine Haaranlage, 350mal vergr., von der Seite. *a* Hornschicht der Oberhaut; *b* Schleimschicht derselben; *i* structurlose Haut aussen um die Haaranlage herum, die sich zwischen Schleimschicht und Corium fortzieht; *m* rundliche, zum Theil längliche Zellen, welche die Haaranlage vorzüglich zusammensetzen. (Nach KÖLLIKER.)

Fig. 158. Weitere Stadien der Anlage menschlicher Augenbrauenhaare (n. KÖLLIKER).

zwischen peripherischem und centralem Theile wird immer deutlicher, und der hell werdende, innere Kegel trennt sich scharf von der dunkleren äusseren Schicht. Gleichzeitig legt sich im inneren Kegel unten die spätere Haarpapille

(*Papilla pili*) als einspringendes Zapfchen an (*h*). Von dieser Haarpapille aus trennt sich dann im hellen Kegel eine dunkle centrale Schicht ab, welche die Anlage des eigentlichen Haares ist (Fig. 158 C), und damit sind die Schichten des späteren Haares und seiner Hüllen gegeben. Zu äusserst liegt die structurlose Haut (*i*); auf diese folgt die dunkle Anlage der äusseren Wurzelscheide (*B, c*), in derselben zeigen sich als Erhebungen (Zellwucherungen) die Talgdrüsenanlagen (*n, n*); unter der Balgwurzelscheide liegt die helle, innere Wurzelscheide (*d*), in der letzteren das eigentliche Haar, dessen Spitze (*g*) nur noch durch die äusseren Epidermisschichten zu durchbrechen braucht; der Haarschaft (*f*) setzt sich unten in die breiter werdende und weniger scharf sich abgrenzende Zwiebel (*e*) fort, in welche die Papille (*h*) hineinragt. Die Oberhaut ist in ihrer Hornschicht durch flache Zellen (*a*), in ihrer Schleimschicht (*b*) mehr schraffirt dargestellt. Zunächst entwickeln sich die Haare der Augenbrauen, später die anderer Körpertheile. — Nach der Geburt werden die ersten Haare, die Wollhaare (*Lanugo*), abgestossen und treten an ihrer Stelle neue secundäre auf. Von der äusseren Wurzelscheide und der Zwiebel des ersten Haares senkt sich ein Fortsatz mit der ursprünglichen Haarpapille nach unten. Der Schaft des alten Haares trennt sich von der letzteren und lagert sich, ohne weiter zu wachsen, mehr und mehr in die oberen Abschnitte der Wurzelscheide, nach unten zu erscheint er abgerundet. Der Fortsatz, der sich mit der Papille nach unten senkte, bildet nun in ähnlicher Weise, wie es oben geschildert, ein neues Haar, das in der alten Wurzelscheide neben dem ersten Haare nach aussen wächst. Endlich fällt das letztere aus, und an seine Stelle tritt nun sofort das mehr oder minder weit entwickelte secundäre Haar.

Entwicklung der Hautdrüsen. Fast genau wie die der Haare stellt sich die erste Anlage der Schweissdrüsen dar. Zuerst treibt auch wieder das Rete Malpighii einen soliden Zapfen nach unten, dann verlängert sich dieser Zapfen mehr und mehr und schwillt an seinem unteren Ende kolbig an. Er besteht durchweg aus rundlichen Schleimbautzellen und zeigt noch keine Andeutung des später in ihm auftretenden Lumens. Aeusserlich wird jeder Zapfen von einer zarten Membran umgeben. Während nun das Längenwachsthum constant fortschreitet und sich das untere Ende des Zapfens umbiegt, um sich später aufzuknäueln, tritt im Innern die Bildung eines Canales ein, welcher zunächst den ganzen inneren Drüsenzapfen zu einem Schlauche umwandelt und sich endlich mit einer feinen Pore in der Hornhaut nach aussen öffnet (6.—7. Monat). — Die Talgdrüsen bilden sich nicht direct an der Oberhaut, sondern sie nehmen ihren Ursprung von der äusseren Balgwurzelscheide der Haare (Fig. 158, C, *nn*). Die Zellen dieser Scheide wuchern im oberen Abschnitte derselben zunächst seitlich hervor (*nn*); diese Hervorwölbungen werden grösser und grösser und treten bald als zwei Sprossen auf, deren Zellen denen des Rete Malpighii gleichen. Im Innern dieser Wucherungen nehmen die Zellen nun einen eigenthümlichen Charakter an, indem sie sich nach und nach in Fettzellen umwandeln. Diese Umwandlung schreitet gegen das Haar zu vorwärts, und schliesslich ist der Hals und der eigentliche Körper des Drüsenzapfchens im Innern ganz mit Fettzellen gefüllt; dieselben brechen nach der inneren Wurzelscheide zu durch, und damit ist die primitive Talgdrüse gegeben. Ihr

zunächst einfacher Schlauch entsendet später am unteren Ende mehrere Seitensprossen, und so bildet sich dann schliesslich die verästelte Talgdrüse aus.

Milchdrüsen. Die Bildung der Milchdrüsen wird auch ähnlich wie die der Talgdrüsen eingeleitet. Vom Rete Malpighii aus entwickelt sich ein warzenförmiger Spross nach innen, von welchem dann später Seitensprossen ausgehen. Diese Seitenlappen sind in verschiedenen Entwicklungsstadien beim Embryo anzutreffen (Fig. 159). Die Enden der Drüsenschläuche sind kolbig aufgetrieben und durchweg solid; zur Zeit der Geburt finden sich eine äussere Drüsenöffnung und Lumina innerhalb der vorderen Abschnitte der Schläuche. Die Schläuche werden von einem Fasergewebe rings umgeben und sondern sich in mehrere Partien. — Die Brustwarze entsteht nach dem Schema *B* der Fig. 72. Das Drüsenfeld erhebt sich mit den Ausführungsgängen der einzelnen Drüsen warzenförmig nach aussen, liegt jedoch zunächst beim Embryo etwas vertieft nach innen; auch bei Erwachsenen ist eine ausgeprägte Warzenbildung oft nicht zu constatiren und ist dieselbe daher als ein secundärer, mit der Drüsenbildung zusammenhängender Vorgang zu betrachten.

Fig. 159. Milchdrüsenanlage eines Neugeborenen. *a* Centralmasse der Drüse, um welche sich kleinere (*b*) und grössere Knospen finden, letztere mit noch solidem kolbenförmigen Ende *c*. (Nach LANGER.)

5) Entwicklung des inneren Skelets.

a) Wirbelsäule.

Wie schon früher erwähnt wurde, ist die erste Anlage des späteren Skeletes die *Chorda dorsalis*, welche den Körper des Embryo frühzeitig vom Kopf bis zum Schwanz durchzieht und unterhalb der Anlage des Centralnervensystems verläuft. Diese sulzige Rückensaite ist an beiden Enden zugespitzt. Als erste Andeutung derselben finden wir einen einfachen Zellstrang, welcher direct unter der Anlage des Nervensystems und auf dem Entoderm liegt. Es scheint keinem Zweifel zu unterliegen, dass sich dieses wichtige Characteristicum eines Wirbelthieres aus dem mittleren Keimblatte entwickelt habe. Ihr späteres Gewebe ist ein eigenthümliches, grosszelliges Bindegewebe (s. Fig. 76), welches aus ursprünglich kleineren Zellen hervorgegangen ist. Der zellige Chordastrang bleibt nicht lange einfach hülllos, sondern es bildet sich um ihn herum zunächst eine helle, structurlose Haut, die innere oder eigentliche Chordascheide. Zu derselben treten dann Elemente der nebenliegenden Urwirbel hinzu und bilden um sie noch eine zweite Hülle, die äussere Chordascheide; die letztere ist die Anlage der späteren Wirbelkörper mit ihren Fortsätzen, denn während die unteren Theile der Urwirbel die Chorda selbst umfassen, gehen die oberen Partien derselben bogenförmig um das Centralnervensystem herum und stellen auf diese Weise die erste Wirbelsäule in

einer häutigen Ausbildung dar. Diese primitive häutige Wirbelsäule erfährt dann sehr bald eine Umwandlung in die zweite Form dadurch, dass ihr Gewebe sich in Knorpel umwandelt.

Wirbelbildung. Es entstehen in der häutigen Wirbelsäule zunächst hintereinander gelagerte Knorpelwirbel mit Bögen und Fortsätzen, je zwei derselben werden von dem Rest der häutigen Chordascheide getrennt, welche zunächst als *Ligamenta intervertebralia* persistirt. Ausserdem ist ein Rest der häutigen Wirbelsäule als Perichondrium auf dem Knorpel zurückgeblieben. Die Knorpelwirbel sind anfangs oberhalb des Rückenmarks nicht geschlossen. Die Urwirbel, welche wir längs des Medullarrohres als viereckige Mesodermplatten kennen lernten, entsprechen nicht den späteren Wirbeln, sondern sie liegen gewissermaassen intervertebral, so dass die Mitte eines Urwirbels auf ein Ligamentum intervertebrale fällt. Innerhalb der Wirbelkörper wird die Chorda mehr und mehr verdrängt und findet sich nur noch intervertebral als grösserer Strang. Von der fünften Woche an geht die Verknorpelung der Wirbelsäule

Fig. 160. Querschnitt durch einen Brustwirbel und 2 Rippenköpfchen eines 5 Wochen alten menschlichen Embryo, vergrössert. *ch* Chorda; *ce* knorpeliger Wirbelkörper; *pr* Querfortsatz; *a* Wirbelbogen; *c* Rippe. (Nach KÖLLIKER.)

vor sich und hat in der achten Woche ein Wirbel auf dem Querschnitte die Form der Fig. 160, ist also nach oben weit offen und schliesst sich daselbst auch sehr langsam, so dass erst im vierten Monat ein oberes Zusammentreffen der Neurapophysen stattfindet. Aus dieser knorpeligen Wirbelsäule bildet sich dann schliesslich durch eintretende Ossification ihre letzte Ausbildung, die knöcherne Wirbelsäule. Die Verknöcherungen der Wirbel gehen von der siebenten Woche an vor sich, indem um diese Zeit innerhalb der Bögen

zwei Verknöcherungspunkte auftreten, zu denen später noch ein dritter innerhalb des Wirbelkörpers hinzukommt. Im Wirbelkörper beginnt die Ossification über der Chorda und schreitet um dieselbe herum fort, wodurch diese nach und nach vollständig durch den Knochenkern verdrängt wird und sich später — es sei hier schon erwähnt — nur als Gallertkern innerhalb der Ligamenta intervertebralia findet. Die Verknöcherungen in den Bögen gehen auch schnell vor sich, und nach dem fünften Monat ist die Ossification der Wirbel ziemlich vollständig. Es zeigt dann jeder Wirbel einen unteren, mittleren Körpertheil, der aus dem inneren Verknöcherungspunkte hervorging, und zu Seiten desselben werden von den beiden ersten Verknöcherungspunkten aus die Seiten des Wirbelkörpers, die Bögen und Fortsätze gebildet. Diese drei Stücke sind durch Knorpellamellen getrennt, welche erst in den ersten Jahren nach der Geburt verknöchern. Die oberen Bögen werden weiterhin durch eine Knorpelmasse verbunden, die sich zu den Dornen auszieht, schon nach dem ersten Lebensjahre ossificirt und sich dann mit den Bögen verbindet.

Der Körper des Atlas wird zum Zahn des Epistropheus und bildet sich der letztere in Folge dessen aus vier Knochenkernen.

Das *Os sacrum* entsteht aus fünf Wirbeln, welche sich ebenso wie die anderen Wirbel aus drei Knochenkernen bilden, später noch seitliche, den Rippen

homologe Stücke anlagern und zur Zeit der Pubertät eine Verschmelzung eingehen.

Von den Steissbeinwirbeln hat jeder nur einen Knochenkern. Ausser diesen Hauptverknöcherungspunkten finden sich noch accessorische an den Spitzen der Dorn- und Querfortsätze, an den Gelenkfortsätzen, an den Processus mammillares der Lendenwirbel und den rippenartigen Fortsätzen der Halswirbel; endlich treten noch Verknöcherungspunkte an den Enden der Wirbelkörper (vor denselben) auf und lassen die Epiphysenplatten hervorgehen.

Rippen- und Brustbeinbildung. Die Rippen entstehen aus den schon mehrfach erwähnten Urwirbeln; sie wachsen als zunächst weiche Bildungen von diesen aus in die Bauchwand hinein, und mit eintretender Verknorpelung der Wirbelsäule gehen gleiche Processe auch mit den Rippen vor sich, so dass sich dieselben im zweiten Monat als knorpelige Stäbchen in der Bauchwandung darstellen; mit der Wirbelsäule sind diese Stäbchen durch eine weiche Bandmasse verbunden. Bei vielen Säugern vereinigen sich die oberen Rippen jederseits ventral durch einen Knorpelstreifen, welche Knorpel dann später median zusammentreten und die Bildung des Sternum eingehen. Dass beim Menschen auch Halswirbel und Lendenwirbel Rippenrudimente aufweisen können, ist schon erwähnt worden, und bilden sich dieselben ursprünglich ebenso, wie die oben besprochenen Rippen, gehen dann allerdings später andere Verhältnisse zur Wirbelsäule ein als diese. — Die Verknöcherung der Rippen beginnt ungefähr zur selben Zeit wie die der Wirbelsäule, es entsteht dabei zunächst ein mittlerer Knochenkern, von dem nach beiden Seiten die Verknöcherungen ausgehen. Ihr Wachsthum geht im Innern und vom Perichondrium aus. Das Capitulum und Tuberculum sind knorpelig angelegt und werden erst kurz vor dem Alter der Pubertät durch Verknöcherungspunkte nach und nach in Knochen umgewandelt, worauf dann später ihre Verwachsung mit dem Rippenkörper erfolgt.

Das letzte Ende der Chorda reicht beim Embryo bis über die knorpelige Anlage der Schwanzwirbel hinaus und endet gerade oder aufgeknäuel in einem weichen Fortsatze der Wirbelsäule.

b) Schädelkapsel.

Auch der Schädel legt sich zunächst in einer häutigen Form an. Dieser häutige Schädel geht aus den vorderen Mesodermgebilden hervor, welche als Kopfplatten bezeichnet werden und den Urwirbelplatten entsprechen. Der vordere Abschnitt der Kopfplatte stellt sich als ein zusammenhängendes Stück dar, welches der Chorda entbehrt und nicht in seitliche Platten getrennt ist; der hintere Abschnitt wird noch von dem vorderen Theile der Chorda durchsetzt. Der vordere Plattentheil wächst einfach um das Gehirn und die Mundbucht herum, es kann jedoch selbstredend eine vollkommene Verwachsung erst nach Schluss des Medullarrohres stattfinden. Auch die Chorda führenden Kopfplatten umwachsen das Gehirn, sowie es sich geschlossen hat; die Chorda verläuft zunächst frei zwischen diesen Platten unten an dem Gehirn und oben dem Ectoderm der Vorderdarmbucht anliegend (Fig. 136, *ch*), dann wird sie

von den Kopfplatten umwachsen, und damit ist der häutige Schädel fertig angelegt. Aus diesem häutigen Schädel gehen später die Häute des Gehirnes, sowie der knorpelige Schädel hervor. Die Verknorpelung des Schädels beginnt im zweiten Monat und erfährt zunächst die Schädelbasis eine solch feste Umwandlung, wohingegen das schnell wachsen müssende Gehirn nach oben und seitlich nur von der häutigen Kapsel umhüllt wird. Erste Knorpelstücke treten in dem Felsen- und Keilbein, dem Siebbein und der äusseren Nase auf. Die gesamte Knorpelmasse ist zusammenhängend. Bei vielen Säugern nimmt die Verknorpelung des häutigen Primordialcraniums grössere Dimensionen an und überwächst z. B. die obere Schädelkapsel zum Theil. Besonders gehen nun an diesem knorpeligen Primordialcranium weitere Ausbildungen der Nasenscheidewand, der Nasenmuscheln und die Bildung der selbständigen Knorpel, welche den Steigbügel, den Ambos und Hammer, sowie den MECKEL'schen Knorpel darstellen, vor sich; auch der Knorpel des Felsenbeins erfährt eine Vergrösserung. Langsam wächst endlich der Knorpel in der Hinterhaupts- und Scheitelgegend nach oben. — Die Chorda durchzieht die Schädelbasis zum grössten Theil, macht mit ihr die später eintretende Krümmung durch und reicht bis zu der Stelle, an welcher sich vom Rachen aus die Hypophyse gegen das Gehirn einstülpt; ihr Verhalten im vorderen Ende ist ein verschiedenes. — Aus dem sich so ausbildenden Primordialcranium geht dann der spätere knöcherne Schädel hervor. Bei dieser Schädelbildung werden erstens Knorpel des Primordialcranium direct in Knochen umgewandelt und bilden die primären oder primordialen Knochen; zweitens legen sich dem Knorpeleranium

äusserlich Knochenplatten als Deck- oder Belegknochen auf; drittens persistirt ein Theil des Knorpels auch beim Erwachsenen, und endlich wird ein anderer kleiner Theil desselben resorbiert. Aus dem von der Chorda durchsetzten Abschnitte des knorpeligen Primordialcranium entwickeln sich das Hinterhauptsbein, die Keilbeine, das Siebbein mit den unteren Nasenmuscheln und ein Theil des Felsenbeins.

Das *Os occipitis* geht aus vier Verknöcherungspunkten hervor, einem basilaren, zwei im Gelenktheile und einem im oberen Schuppentheile. Den oberen Theil der Hinterhauptschuppe bildet ein aus zwei Kernen sich entwickelnder Deckknochen.

Das hintere Keilbein (*Os sphenoidale posterius*) entstammt zwei Knochenkernen, welche bald mit einander verschmelzen. Dazu kommen noch sechs weitere Kerne, von denen aus die Verknöcherung der Flügelfortsätze erfolgt. Das *Os sphenoidale anterius* bildet sich aus vier Kernen, zwei in den Flügeln und zwei im Körper; dieselben verschmelzen im sechsten Monat, und noch vor der Geburt findet eine Verwachsung des vorderen Keilbeines mit dem hinteren statt. — Die Keilbeinhörner sind Belegknochen.

Das Siebbein (*Os ethmoideum*) verknöchert zu-

Fig. 161. Primordialschädel eines 3 Monate alten menschlichen Embryo von oben; a obere Hälfte der Squama ossis occipitis; b untere Hälfte derselben; c knorpelige Parietalplatte; d Pars condyloidea ossis occipitis; e Pars basilaris; f Pars petrosa mit dem Meatus auditorius internus; g Sattellehne, davor zwei Kerne des hinteren Keilbeinkörpers; h Kerne in den Processus clinoides anteriores; i grösstentheils knöcherner Ala magna; k Ala parva; l Crista galli; m Labyrinth des Siebbeins; n knorpelige Nase; o Knorpelstreifen zwischen der Parietalplatte und dem Keilbeine; p Frontalplatte oder knorpeliger Verbindungsstreifen zwischen der Ala parva und der Lamina cribrosa; q Foramen opticum.

(Nach KÖLLIKER.)

nächst in der äusseren Labyrinthwand, dann in den unteren Muscheln, und endlich nach der Geburt in der oberen *Crista galli* und der Siebplatte. Auch das *Os petrosum* legt sich knorpelig am Primordialcranium an und verknöchert später, indem theils durch innere, enchondrale Ossificationsprocesse, theils aber auch durch periostale Kalkablagerungen das knöcherne Labyrinth u. s. w. gebildet wird.

Als Deck- oder Belegknochen bilden sich der obere Schuppentheil des Hinterhauptsbeines, die inneren Blätter der Keilbeinfortsätze, die Scheitel-, Stirn- und Nasenbeine, die Schuppe des Schläfenbeines und der Paukenring. Die Thränenbeine, der Vomer und die Zwischenkiefer. Sie sind nicht knorpelig vorgebildet, sondern entwickeln sich aus einer häutigen Membran, welche als innere Schicht der Kopfhaut aufgefasst werden muss. Als Zeit ihres ersten Auftretens ist das Ende des zweiten und der Anfang des dritten Monats zu nennen. Neben einem Hauptossificationspunkt können noch accessorische vorkommen. — Als persistirende Reste des Primordialcraniums sind die äusseren Nasenwandknorpel und der Nasenscheidewandknorpel anzusehen.

Von den primordialen Knorpeln verschwinden: die Knorpellage unter den Nasenbeinen, die Frontalplatte, die Parietalplatte und ihre Verbindung mit der *Ala magna*, die Knorpelkapseln der *Sinus sphenoidales, frontales, maxillares*, ein Theil der Nasenmuscheln und der MECKEL'schen Knorpel, sowie ein Theil des zweiten Kiemenbogens (persistirt als *Lig. stylo-hyoideum*).

c. Visceralskelet des Kopfes.

Schon Seite 247 wurde der Kiemen- oder Visceralbögen Erwähnung gethan, und an dem ersten derselben zwei Fortsätze, ein Ober- und ein Unterkieferfortsatz unterschieden (Fig. 140, *o, u*). Aus diesen beiden bilden sich die Kiefertheile des Schädels, es muss jedoch noch ein weiteres Stück mit zur Bildung des Gesichtes herangezogen werden, und dies ist der sogenannte Stirnfortsatz (Fig. 162, *st*), welcher sich unter den Hemisphären des Grosshirns von der Schädelkapsel nach unten erstreckt. Von den Seiten der Schädelkapsel und den Aussenrändern dieses Fortsatzes werden zwei Grübchen umschlossen, welche als Anlagen der Nasenhöhlen zu bemerken sind (*n*). Der Oberkieferfortsatz (*o*) erstreckt sich unter den äusseren Nasenfortsatz (*an*). Die Unterkieferfortsätze sind fortgenommen, und ist die obere Rachenhöhlenfläche frei gelegt. In dieselbe stülpt sich bei *g* die Hypophysentasche gegen das Gehirn zu ein. Der Stirnfortsatz (*st*) bildet sich späterhin zu der Nasenscheidewand (*Septum narium*) um. Zunächst verschmelzen nun die Nasenfortsätze und die Oberkieferbögen mit einander, und schliesslich treten die letzteren auch in der Mediane zusammen. Ist diese Verschmelzung vor sich gegangen, so findet die Bildung des Gaumens dadurch statt, dass sich im

Fig. 162. Kopf eines sechs Wochen alten menschlichen Embryo von vorn und unten, vergrössert. *u* Stelle, wo der Unterkiefer sass; *o* Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens; *an* äusserer Nasenfortsatz; *n* Nasengrube; *st* Stirnfortsatz; *g* Ausstülpung der Rachenschleimhaut (Hypophysistasche). (Nach KÖLLIKER.)

Innern der bis dahin weiten und fast glatten Mundhöhle zwei seitliche, von den Oberkieferfortsätzen ausgehende, plattenförmige Vorsprünge (Fig. 463 *g*) gegen die Mediane zu ausbilden und hier, von vorne anfangend, mit einander verschmelzen; in ihren vorderen Abschnitten verbinden sich diese sogenannten

Fig. 163. Kopf eines menschlichen Embryo aus der achten Woche von unten. Der Unterkiefer ist weggenommen, um die grosse Spalte in der Mundrachenhöhle *mr* zu zeigen, welche später durch Vortreten und Verwachsen der Gaumenfortsätze *g* geschlossen wird. *an* Aeusserer Nasenöffnungen; *in* innere Nasenöffnungen oder Ausmündungen des Labyrinthes, von den Choanen wohl zu unterscheiden.
(Nach KÖLLIKER.)

Gaumenplatten auch noch mit der Nasenseidewand. Der zunächst verschmelzende Abschnitt bildet den späteren harten Gaumen, der hintere den häutig bleibenden weichen. Das Gaumensegel legt sich jederseits als Hautlappen an, an welchen nach der Verschmelzungslinie zu zwei kleine Vorsprünge bemerkbar sind, die nach der vollkommenen Verwachsung dieser Theile als Zäpfchen zwischen Mund- und Rachenhöhle vorspringen. Am Ende des dritten Monats ist die Gaumenbildung vollzogen und es wird dadurch die erst einfache Mundhöhle in zwei über einander liegende Abschnitte geschieden. Der obere nimmt die primitiven Nasengänge auf und bildet nach hinten zu die Choanen, wird also ein respiratorischer Abschnitt; der untere stellt die spätere Mundhöhle dar und bildet den digestiven Theil der ursprünglichen Nasen-Mundhöhle.

— Betrachten wir nun die Entwicklung des Visceral-Skelets nach dem Auftreten und der Weiterentwicklung der Kiemenbögen, so ist zunächst mit dem ersten derselben zu beginnen.

Erster Kiemenbogen. Seinen Ursprung nimmt der erste Kiemenbogen (Fig. 440 *k'*) von der Schädelbasis aus, indem er von dieser in die primitive Bauchwand hineinwuchert. Ueberzogen wird er vom Ectoderm und im Innern ist in ihm eine Mesodermplatte zur Entwicklung gelangt. Während sich nun der jederseitige Kiemenbogen an dem sich nach und nach vollkommen isolirenden Kopfe spangenartig nach vorne wölbt und seine beiden Hälften median mit einander verwachsen, tritt auf seiner oberen Fläche vom Schädel aus eine Wucherung auf, welche grösser und grösser wird und den schon mehrfach erwähnten Oberkieferfortsatz bildet. Dieser Oberkieferfortsatz bleibt längere Zeit hindurch weich, während der ursprüngliche untere, zum Unterkieferfortsatze werdende Abschnitt des ersten Kiemenbogens bald Knorpel entwickelt. Aus diesen Knorpelbildungen entstehen die Seite 217 als Hammer und Ambos erwähnten Gehörknöchelchen und der MECKEL'sche Knorpel; am Oberkieferfortsatze treten als Deckknochen die Gaumenbeine und Oberkieferknochen auf. — Der MECKEL'sche Knorpel, *Cartilago Meckelii*, geht von der primitiven Rachenhöhle aus bis zur Vereinigungsstelle der Unterkieferbögen; in der Paukenhöhle ist er mit dem Hammer verbunden, und setzt sich an den letzteren ein weiteres, hinteres Knorpelstück, der spätere Ambos an. Um die Mitte des Fötallebens ossificiren diese Gehörknöchelchen vom Periost aus, jedoch zunächst nicht vollkommen, denn es finden sich lange Zeit knochenlose Stellen und im Innern noch die Reste des ursprünglichen Knorpels; beim Hammer persistiren zeitlebens kleine Knorpeltheile. Die hinteren Theile des MECKEL'schen Knorpels verkümmern nach dem sechsten Monate und finden sich später als inneres, seitliches Unterkieferband; die vorderen Knorpelpartien

verknöchern und verschmelzen darauf mit dem Unterkiefer. Die vordersten Enden der Knorpel bleiben häufig knorpelig und werden dann resorbirt oder verknöchern nach und nach. Auf dem MECKEL'schen Knorpel bildet sich als Belegknochen der Unterkieferknochen (*Maxilla inferior*) vom zweiten Monate an. Vorne verschmilzt er mit den ossificirenden Theilen des MECKEL'schen Knorpels, nach hinten entwickelt er zwei Knorpel, die aus sich den Angulus des Unterkiefers und seinen Gelenkfortsatz hervorgehen lassen.

Der Oberkiefer bildet sich im Oberkieferfortsatz und liegt gewissermaassen als Deckknochen auf den Nasenflügelknorpeln des Primordialcraniums. Nach innen entwickeln sich die Gaumenbeine und die äussere Platte der Flügelbeinfortsätze als sogenannte Schleimhautknochen längs der seitlichen Nasenknorpel, unterhalb der Muscheln und auf dem knorpeligen Processus pterygoideus. Als ein weiterer Deckknochen, der seinen Ursprung aus dem Oberkieferfortsatz nimmt, ist das Wangenbein, *Os zygomaticum*, noch zu erwähnen.

Auf den Siebbeinknorpeln bilden sich als Belegknochen die *Ossa nasalia* und *Ossa lacrymalia*, während der Vomer sich als Deckknochen des Knorpels der Nasenscheidewand darstellt; derselbe bildet sich aus zwei seitlichen Knochenplatten, welche medial mit einander verschmelzen. Am vorderen Abschnitte des Septum narium entstehen endlich die zwei selbständigen Zwischenkieferknochen, welche frühzeitig mit den Oberkieferknochen in Verbindung treten.

Das zweite Kiemenbogenpaar lässt aus seinem, dem Schädel anliegenden Theile das dritte Gehörknöchelchen, den Steigbügel, hervorgehen (?), während die vorderen, nicht zusammentretenden Enden derselben die kleinen Hörner des Zungenbeins und das Ligamentum *stylo-hyoideum* entwickeln.

Aus den dritten Kiemenbögen bilden sich, nachdem ihre vorderen Enden knorpelig geworden und mit einander verschmolzen sind, der Körper und die grossen Hörner des Zungenbeines.

Sobald diese Knochen des Schädels angelegt sind, erfolgt das weitere Wachsthum desselben durch Wucherung des Knorpels und Fortwachsen der Nähte. Hört zwischen zwei Knochen, wie z. B. in der Schädelbasis, die Knorpelwucherung frühzeitig auf, so verschmelzen die aneinander stossenden Knochen bald durch vollkommene Ossification. Ein Gleiches tritt ein, sobald die Nähte in ihrem Wachsthum stille stehen. Feste Grenzen für einen solchen Stillstand sind oft gar nicht zu setzen, indem beim Menschen z. B. die Stirnnaht und die zwischen den Scheitelbeinen zeitlebens persistiren kann, wodurch ein constantes, wenn auch äusserst langsames Wachsthum der betreffenden Schädeltheile stattfindet.

d) Extremitätenentwicklung.

Die Gliedmaassen legen sich frühzeitig an dem Rande der sogenannten Visceralplatten an, welche sich aus den Urwirbeln, den Spinalnervenanlagen und den Muskelplatten längs der Seiten des Embryo bilden. Zunächst tritt

uns die vordere, wie die hintere Extremität als kurzer, hervorstehender Stummel entgegen, an welchem noch absolut keine Andeutung einer späteren Gliederung zu erkennen ist. Die Streckseiten der späteren Extremitäten sind nach oben gerichtet, ihre Radial- resp. Tibialseiten gegen den Kopf zu gekehrt. Später rücken die Extremitäten mehr und mehr ventral und erfahren dabei gleichzeitig eine Drehung ihrer selbst; darauf schnüren sich zunächst die Extremitätenendstücke von den Extremitätenstielen ab, und erst nach dieser Abschnürung erfahren die letzteren eine Knickung an den Stellen des Ellnbogens und Knies. Beim Arme ist die Knickung mit der Spitze nach hinten, beim Beine mit der Spitze nach vorn gekehrt.

Ueber die Bildung der Extremitätenmuskeln ist bis jetzt noch nichts Genaueres bekannt, möglich, dass sie von den sogenannten Muskelplatten hineinwachsen (s. Muskelsystem). Die Skelettheile der Extremitäten legen sich zunächst sämtlich knorpelig an, so zwar, dass sich die Knorpel vom Rumpfe gegen die Extremitäten zu bilden. Die Bildungsmasse, das Blastem des Knorpels, ist central in der Extremität gelegen und entwickelt, fortschreitend mit dem Wachsthum der Gliedmaassen im Allgemeinen, fortwährend neues Skeletmaterial; anfänglich sind Skelettheile und Gelenke nicht von einander zu trennen und erst mit Weiterbildung des Knorpels nehmen die Blastemtheile, welche zwischen je zwei Stücken des letzteren liegen, den Charakter von Bändern an, wie wir sie zwischen den Wirbeln der Wirbelsäule fanden. Diese ursprünglich wenig hervortretende Gelenkmasse bildet sich bald zwischen den Knorpeln scheibenförmig aus, der Rand der Scheibe überragt darauf die Knorpelmasse ringförmig und verdickt sich äusserlich, während die Scheibe selbst im Innern dünn wird und die Knorpelenden beinahe auf einander stossen; zwischen den letzteren bildet sich dann schliesslich eine Spalte, die an Stelle der späteren Gelenkflächen tritt. Die Bildung der letzteren ist noch nicht ganz aufgeklärt und daher hier nicht weiter zu verfolgen.

Die Umwandlung des knorpeligen Skeletes in das knöcherne findet von verschiedenen Knochenkernen aus statt, an denen eine weiter schreitende Verknöcherung vor sich geht, worauf später die getrennten Knochenanlagen mit einander verschmelzen. Bei den Röhrenknochen treten an beiden Enden oder nur an einem solchen die Epiphysen auf, in denen sich selbständige Kerne, die Epiphysenkerne, bilden, welche gegen das Gelenkende zu stärker verkalken als gegen die Diaphyse hin. Ausser von den Kernen aus tritt Knochensubstanz durch das Periost an die Skeletstücke heran und veranlasst besonders das Dickenwachsthum derselben, während im Inneren der Knochen gleichzeitig Resorptionen der dort liegenden und zum Theil überflüssigen Massen eintritt.

Die *Clavicula* legt sich mit einem Gewebe an, welches von Einigen als knorpelartig, von Anderen als vollkommener Knorpel gedeutet wird. In diesem Vorgewebe bildet sich frühzeitig ein Verknöcherungspunkt (der erste am ganzen Skeletsystem des Menschen), und schreitet die Ossification des Haupttheiles der *Clavicula* rasch vorwärts; am Sternalende bleibt sie lange Zeit knorpelig und entsteht hier erst zwischen dem 15.—20. Jahre ein Knochenkern, der nach ca. fünf weiteren Jahren mit dem Hauptknochen verwächst.

Die *Scapula* legt sich im dritten Monat mit einem mittleren Kerne an, zu

dem noch im Rabenbeinfortsatz, im Acromion, in dem Kamme und der Gelenkpfanne weitere Kerne kommen.

Am *Humerus* ist nach der Geburt die Diaphyse verknöchert, während die Epiphysen noch knorpelig sind. Im ersten Jahre bildet sich zunächst in der oberen Epiphyse, dann in der unteren je ein Knochenkern, zu dem noch weitere in den Vorsprüngen des Knochens bis zum zwölften Jahre hinzutreten (im 1. Jahre im *Capitulum*; im 2. Jahre in dem *Tuberculum majus*, später im *Tuberculum minus*; im 5.—10. Jahre im *Condylus ulnaris* und *Condylus radialis*; im 12. Jahre in der *Trochlea*). — In den Unterarmknochen sind es auch zunächst die Diaphysen, welche verknöchern, während von den Epiphysen erst die unteren (im 5.—6. Jahre) und dann die oberen (im 5.—7. Jahre Radius, im 11. Ulna) Knochenkerne zeigen. Die Armepiphysen verschmelzen mit den Diaphysen zwischen dem 16. und 20. Jahre.

Die Handwurzelknochen verknöchern vom 1.—12. Jahre. Ausser den acht (Seite 171 angeführten) bleibenden Knochen findet sich bei jungen Embryonen ein neuntes angelegt, der bald verschwindet und dem *Centrale* anderer Säuger und niederer Vertebraten entspricht.

Die Metacarpalien und Phalangen verknöchern vom vierten Monat an, und zwar in folgender Reihenfolge: 2, 3 und 4, 4, 5. In den Epiphysen derselben entstehen in den ersten Lebensjahren Knochenkerne.

Das Becken beginnt mit einem Kerne im Darmbeine (3.—4. Monat), ein bis zwei im Sitzbeine (4.—5. Monat) und ein bis zwei im Schambeine (5.—7. Monat), dazu kommen dann später noch weitere Knochenkerne. Zunächst verschmelzen die Kerne des *Arcus pubis* (im 7.—8. Jahre), spät erst (im 14.—18. Jahre) tritt eine Verschmelzung des aus den drei Stücken sich bildenden Pfannentheiles ein.

Femur. Dieser grösste Hauptknochen des Skelets verknöchert im Diaphysentheile im zweiten Monate. Gegen das Ende des Embryonallebens tritt ein Knochenkern an der unteren Epiphyse, und bald nach der Geburt einer im Kopfe, der obere, auf. Der Trochanter major erhält einen Kern im 3.—11., der Trochanter minor im 13.—14. Jahre. Der letztere verschmilzt zuerst mit dem Hauptknochen, ebenso die untere Epiphyse vor der oberen.

Die Unterschenkelknochen verknöchern von 3½ Monaten an, bei der Geburt sind die Epiphysen noch knorpelig. Im 4.—3. Jahre verknöchern zunächst die Epiphysen der Tibia, dann die der Fibula. Im 18.—20. Jahre tritt Verschmelzung der Epiphysen und Diaphysen ein.

Die Fussknochen verknöchern zum Theil vor, zum Theil nach der Geburt bis zum vierten Jahre. Am Calcaneus tritt noch im 6.—10. Jahre ein erst im 13.—15. Jahre mit ihm verschmelzender Nebenkern auf.

Mittelfuss- und Zehenknochen ossificiren in der Reihenfolge wie die der Hand, nur etwas später als diese.

6) Entwicklung des Muskelsystems.

Die Bildung des Muskelsystems schliesst sich an die der Urwirbel an und mag mit einer Besprechung der letzteren hier begonnen werden. Schon sehr bald, nachdem sich das Mesoderm als selbständige Schicht zwischen den beiden primären Keimhäuten ausgebildet hat, gehen an ihm Veränderungen vor sich, welche sich, von oben betrachtet, als kleine hintereinander liegende viereckige Bildungen darstellen, die in zwei Reihen symmetrisch gegen die Medullarrinne gestellt sind, sich zunächst im mittleren Theile des Embryo bilden und sich allmählich nach vorn und hinten zu vermehren. Diese sogenannten Urwirbel

Fig. 164. *A* Area pellucida und Embryonalanlage mit 3—4 Urwirbeln eines Hühnerembryo am Anfange des 2. Tages (30 Stunden). 20mal vergr. *Rf* Rückenfurche; *Rw* Rückenwülste; *K* Kopfanlage, vortretender Theil; *Stz* Stammzone; *Pz* Parietalzone; *Uw* Urwirbel; *Pr* Primitivstreifen. *B* Hühnerembryo vom zweiten Tage, von der Bauchseite. (Nach KÖLLIKER.)

stellen sich als Verdickungen im Mesoderm dar (Fig. 164, *A* zeigt die Anlage der Urwirbel als dunkeln Rand bei *Uw*, nach unten zwei derselben entwickelt; Fig. *B* stellt 13 Paare derselben zu Seiten der Rückenfurche dar). In Fig. 149 ist ein Querschnitt durch den Hühnerembryo vom Stadium *B* gegeben und sind die Urwirbel (*uw*) als grosse, viereckige Gebilde neben dem Medullarrohr (*mr*) gelegen. Ihr Centrum zeigt eine helle Stelle, an welcher später eine Höhle, die Urwirbelhöhle auftritt. Von diesen Urwirbeln löst sich die obere Wand ab und legt sich jederseits plattenförmig als sogenannte Muskelplatte (Fig. 165, *mp*) dem bleibenden Urwirbel auf. Diese Muskelplatten scheinen die gesamte Musculatur mit Ausnahme der Haut- und Eingeweidemuskeln zu liefern. Beim

Hühnchen bilden sich die Innenschichten der Muskelplatten zu Längsmuskelsbündeln um, welche, den Wirbeln entsprechend, gleichsam von *Ligg. intermuscularia* abgeschnürt werden; auf diesen Längsbündeln entwickelt sich dann die übrige Musculatur schichtweise weiter. Sie lassen sehr wahrscheinlich die Rückenmusculatur, die des Halses und theilweise die des Kopfes, die visceralen Muskeln der Brust, die Bauchmuskeln, die der Wirbelsäule und des Schwanzes aus sich hervorgehen.

Fig. 163. Querschnitt durch den mittleren Theil eines Hühnerembryo vom dritten Tage mit offenem Amnion. Vergr. 40mal. *af* Amnionfalte; *sk* Seitenkappe; *mp* Muskelplatte; *vc* Vena cardinalis; *wg* Wolff'scher Gang; *wk* Wolff'sche Drüse; *p* Peritonealhöhle; *h* Hornblatt; *ph* Hautplatte; *dd* Darmdrüsenblatt; *djp* Darmfaserplatte; *unh* Rest der Urwirbelhöhle. (Nach KÖLLIKER.)

Als nicht mit den Muskelplatten in Beziehung zu bringende Muskeln sind die vorderen vertebralen Muskeln (*Longissimus colli*, *Recti antici*), die des Verdauungs- und Gefäßapparates, sowie die Hautmuskeln anzusehen.

Schon im vergleichend-anatomischen Theile ist angedeutet worden, dass sich das Muskelsystem der verschiedenen Wirbelthiere aus einander ableiten lasse, und dass die verschiedene Lagerung, Insertion und ungleiche voluminöse Ausbildung gewisser Muskelgruppen auf ihren Gebrauch und Nichtgebrauch zurückführbar sei. Es wird sicher mit der Zeit gelingen, weitgehende Homologien zwischen den einzelnen Muskelgruppen aufzustellen, wenn auch augenblicklich unsere Kenntniss der Entwicklung des Muskelsystems beim Individuum sowohl als bei der Gesamtheit der Vertebraten eine noch sehr mangelhafte ist.

7) Entwicklung des Nervensystems.

Schon oft ist erwähnt worden, dass sich das Centralnervensystem aus dem Ectoderm des Embryo bilde und sich sehr frühzeitig bei demselben anlege. Auch hier ist, wie im vergleichend-anatomischen Theile zunächst das Gehirn, darauf das Rückenmark und schliesslich das periphere Nervensystem kurz auf seine Entwicklung hin zu untersuchen.

a) Entwicklung des Gehirns.

Bald nachdem sich auf dem noch zweischichtigen Embryonalflecken des Eies, im hinteren Abschnitte des ersteren, die Primitivrinne mit ihren als Primitivstreifen benannten Seitenwülsten gebildet hat (vergl. Seite 236, Figg. 134,

Fig. 166. Embryonalstadium eines Kanincheneies von 8 Tagen und 4 Stunden. 20mal vergr. rf Rückenrinne; pr Primitivstreifen. (Nach KÖLLIKER.)

135), beginnt sich auch im vorderen Theile des Keimes eine Rinne zu bilden, deren Ränder schnell deutlich hervorwuchern und welche Seite 236 als Rückenrinne oder Medullarrinne bezeichnet wurde; ihre Ränder sind als Rückenwülste bekannt. Nachdem sich nun die Rückenwülste weiter und weiter nach oben emporgewölbt haben, treten sie endlich in der Mediane zusammen und verschmelzen darauf mit einander. Dieser Zusammentritt erfolgt zunächst in dem vorderen, sogenannten Kopftheile und schreitet dann ganz allmählich gegen das hintere Leibesende zu weiter, woselbst der Schluss der Rinne erst spät erfolgt. Der vordere Theil des sich so bildenden Medullarrohres lässt aus seiner Höhlung die Hirnbläschen, aus seinen Wandungen die Hirnabschnitte hervorgehen, der hintere bildet im Höhlentheile den *Canalis centralis*, im Wandtheile die Substanz des Rückenmarkes. — Anschliessend an das Seite 192 u. f. Gebrachte, ist im Folgenden kurz

die Entwicklung der Hirnbläschen zu geben.

Beim Gehirn der Säuger ist zu bemerken, dass dasselbe schon vor Schluss der Medullarrinne in den Wandungen der betreffenden Rückenwülste die spätere Gliederung durch verschiedene Krümmungen der Wülste erkennen lässt, umgekehrt wie beim Hühnchen. Bei diesem schliesst sich die Medullarrinne vorne und dann treten im vorderen Abschnitte des Kopftheiles die drei primitiven Hirnbläschen durch ungleiche, ringförmige Wucherungen der Medullarrohrwandungen auf; sind diese ersten Hirnblasen angelegt, so stülpt sich die vordere derselben seitlich aus und bildet dadurch die in Fig. 164, B als *Ab* bezeichneten Augenblasen. Beim Kaninchen zerfällt die offene Medullarrinne vorne zunächst in einen vorderen, weiteren und einen hinteren, engeren Abschnitt, dann bilden sich an der offenen Rückenrinne die drei primitiven Gehirnblassen und es stülpt sich vor der ersten derselben jederseits eine, zunächst oben noch offene Augenblase aus. Der Verschluss geht vom hinteren Kopfende nach vorne und hinten zu vor sich. Hat sich das Hirn geschlossen, so tritt alsbald eine Krümmung desselben ein, veranlasst durch schnelle Vermehrung der oberen Hirnwandzellen. Der Kopf beginnt sich in der Gegend des Mittelhirns nach vorne umzubiegen, es ist dies die Scheitelkrümmung (Fig. 104 zwischen *a* und *b*); eine starke Krümmung findet zwischen Hinterhirn und Nachhirn statt, die Brückenkrümmung; endlich knickt sich das Gehirn gegen das Rückenmark etwas um und bildet hier die Nackenkrümmung.

Vorderhirn. Vom ersten Hirnbläschen entwickeln sich nach Abschnürung der Augenblasen im vorderen und oberen Theile zwei Blasen aus, welche bald die übrigen Hirntheile an Grösse übertreffen, es sind die primitiven Hemisphärenblasen des Grosshirns (Fig. 167, v); gegen das hintere Ende des ersten Hirnbläschens grenzen sie sich durch eine Querfurche ab und scheiden dasselbe in das Vorderhirn und das folgende Zwischenhirn. Nach der ursprünglichen Höhlung des Vorder- und Zwischenhirnes münden die Hemisphärenblasen mit je einer weiten Oeffnung, dem primitiven *Foramen Monroi*. Sehr schnell wachsen nun diese Blasen über das Zwischenhirn herüber, so dass beim Menschen im dritten Monate schon der Sehtügel von ihnen überdeckt ist. Im fünften Monat wird das Mittelhirn, und im sechsten auch das Cerebellum vollkommen von den Hemisphären überwachsen. Es sind die Hemisphären keine neuen Bildungen, sondern nur Weiterbildungen des Vorderhirns, entsprechend der höheren Ausbildung verschiedener Körpertheile und psychischer Fähigkeiten. Im Innern der Hemisphärenblasen haben sich gleichzeitig auch eine Reihe von Veränderungen eingestellt, deren wichtigste hier zu betrachten sind. Von der medialen Wand der Blasen erhebt sich ein lamellöses, und auf dem Querschnitt nach und nach sich verästelndes Gebilde, welches von zahlreichen Gefässen durchsetzt und als *Plexus chorioideus lateralis* bezeichnet wird; es sind diese, die Ventrikel erfüllenden Adergeflechte Duplicaturen der äusseren Hirnhäute, ihr Epithel hängt mit dem der primitiven Medullarplatten zusammen, während ihre Innenschichten sich als Fortsätze der *Tela chorioidea superior* (oberer Gefässvorhang) und der primitiven Hirnsichel (*Falx cerebri*) darstellen. Letztere ist eine Fortsetzung der *Dura mater* in die Spalte zwischen den Hemisphärenblasen und liefert den bindegewebigen

Fig. 167. Centralnervensystem eines menschlichen Embryo von 8 mm Länge (7. Woche). 1. Ansicht des Embryo von hinten mit blossgelegtem Hirn und Mark und den neben demselben gelegenen Spinalganglien. 2. Ansicht des Gehirns und oberen Theiles des Rückenmarks von der Seite. 3. Ansicht des Gehirns von oben. v Vorderhirn; z Zwischenhirn; m Mittelhirn; h Hinterhirn; n Nachhirn; s vorderes unteres Ende des Zwischenhirns, wo später das Tuber cinereum liegt. Die ründliche Stelle davor ist der Sehnerv. (Nach KÖLLIKER.)

Fig. 168. Frontalschnitt durch das Gehirn eines Schafembryo von 2.7 cm Länge. Vergr. 10mal. st Corpus striatum; m Foramina Monroi; t Ventricle III; pl Plexus lateralis; l Ventricle lateralis; s Schlussplatte der Hemisphären, hier Verbindungsplatte der beiden Plexus laterales und Fortsetzung der Deckplatte des 3. Ventrikels; f Grosse Hirnspalte mit der primitiven Sichel; t tiefster vorderster Theil des Thalamus opticus; ch Chiasma; o Opticus; c Hirnstiel-faserung; h Hemisphären mit einer in den Seitenventrikel vorspringenden Windung an ihrer medialen Wand; p Pharynx; sa Sphenoidale anterior; a Ala parva. (Nach KÖLLIKER.)

Rachenhöhle aus die Hypophyse ansetzt. An der hinteren und oberen Wand des Trichters entwickelt sich der graue Höcker (*Tuber cinereum*) als stärkere Hervorwölbung. Von der vorderen Grundplatte des Trichters nimmt das *Chiasma* seinen Ursprung. Vom dritten Ventrikel gehen dann in seinem vorderen, oberen Theile die *Foramina Monroi* zu den lateralen Ventrikeln der Hemisphären, nach hinten setzt er sich in die Blase des Mittelhirns fort, welche sich immer mehr verengt, indem die Basis dieses Hirnabschnittes von Anfang an beträchtlich verdickt erscheint und in der oberen Wand energische Wucherungen stattfinden. Endlich bleibt nur eine enge Spalte, der *Aquaeductus Sylvii*, als Rest des Mittelhirnbläschens bestehen. Die oberen Theile der Mittelhirnwandungen lassen die Vierhügel aus sich hervorgehen; dieselben stellen sich zunächst als Vorsprung dar, welcher durch stärkere, schief verlaufende Querfurchen in einen vorderen und einen hinteren Theil zerlegt wird; der erstere theilt sich dann zunächst durch eine Längsfurche in zwei seitliche Theile, und später wird auch der hintere Abschnitt auf ähnliche Weise geschieden.

Der folgende Abschnitt des Gehirns trennt sich in das Hinter- und Nachhirn. — Das Kleinhirn (*Cerebellum*) entwickelt sich aus der oberen Platte des Hinterhirns, indem sich dieselbe durch seitliche Wucherungen allmählich zu einer quergestellten Platte umformt. Die untere Fläche wird von einer tiefen, mittleren Längsfurche und zwei seitlichen, schwachen Furchen eingeschnitten. Gegen das Mittelhirn zu stülpt sich eine tiefe Falte nach innen, in welche das Kleinhirnzelt hineinragt; mit dem Nachhirn steht das Cerebellum durch eine dünne Haut, die spätere Schlusshaut des vierten Ventrikels, in Verbindung. Erst gegen den Beginn des vierten Monats zu fangen die einzelnen Abschnitte des Cerebellums an, sich stärker zu entfalten und sich durch Einschnitte in verschiedene Partien zu zerlegen (Fig. 470), die hier nicht näher geschildert werden können. — Die Brücke (*Pons Varolii*) entwickelt sich aus der Basalplatte des Hinterhirnes. Anfänglich stellt sie sich als dünnes Häutchen dar, bildet sich dann aber mit der Ausbildung des Cerebellums weiter. — Die *Medulla oblongata*, welche den letzten Hirnabschnitt darstellt, zeigt sich von Anfang an wohl entwickelt; ihre obere Decke wird von der *Membrana obturatoria ventriculi quarti* gebildet, welche sich frühzeitig als Adergeflecht zwischen Medulla und Cerebellum einstülpt. Die Höhle des Nachhirns wird als vierter Ventrikel bezeichnet und steht durch den *Aquaeductus Sylvii* mit dem dritten Ventrikel in Verbindung ¹⁾.

Fig. 170. Gehirn eines menschlichen Embryo des fünften Monats mit blossgelegten Ganglien in natürlicher Grösse. *st* Corpus striatum; *o* Thalamus opticus; *la* Lobus lunatus anterior cerebelli; *lp* Lob. lunatus posterior; *ss* Semilunaris superior; *si* Semilunaris inferior; *p* Pyramis.

(Nach KÖLLIKER.)

¹⁾ Die Oliven des Cerebellum entwickeln sich im dritten Monat, die Pyramiden etwas später. Im vierten Monat kommt das *Corpus restiforme* zur Ausbildung.

b) Rückenmark.

Gleich nach Schluss der Gehirnanlage schliesst sich auch der vordere Theil des zum Rückenmark sich umgestaltenden Medullarrohres und geht die Schliessung desselben langsam gegen das hintere Leibesende zu vor sich. Beim Hühnchen vom Stadium der Fig. 164, *B* ist das Medullarrohr schon fast vollständig geschlossen (es stellt sich in der Figur als eine helle, von dunkeln Rändern eingefasste Längslinie zwischen den Urwirbeln dar); nach seinem Schluss entwickelt sich der hinterste Abschnitt des Rückenmarks durch eine nach hinten fortschreitende Einstülpung des Rohres. Beim Menschen erstreckt sich das Rückenmark zunächst durch die gesamte Wirbelsäule hindurch, und erst später erfolgt ein scheinbares Zurückweichen desselben in der Wirbelsäule dadurch, dass die letztere nach einiger Zeit bedeutend schneller wächst. Im Innern wird das primitive Rückenmark der Länge nach von dem relativ sehr

Fig. 171. Querschnitt des Hals-theils des Rückenmarks eines vier Wochen alten menschlichen Embryo, 36mal vergrössert. *c* Centralcanal; *e* epithelartige Auskleidung desselben; *g* vordere graue Substanz mit einem dunkleren Kern, aus dem die vordere nicht dargestellte Wurzel entspringt; *g'* hintere graue Substanz; *v* Vorderstrang; *h* Hinterstrang. (Nach KÖLLIKER.)

weiten Centralcanal (Fig. 171) durchzogen, dessen Wandungen aus langen, cylinderförmigen Zellen gebildet werden; welche sich in mehreren Schichten über einander lagern. Aus den innersten Schichten derselben geht die Epithelauskleidung des Centralcanales hervor, während sich die äusseren zur grauen Substanz des Rückenmarks umwandeln. Vorn und hinten liegt der grauen Substanz die Anlage der weissen auf, an welcher ein Vorderstrang (ventral gelegen) (*v*) und ein Hinterstrang (*h*) zu unterscheiden ist. Bald beginnt nun die eigentliche Substanz des Rückenmarks schnell zu wuchern und der Canalis centralis wird relativ immer kleiner. Die weisse Substanz umlagert nach und nach die graue vollständig nach aussen hin und treten ungefähr in der neunten Woche die Vorder- und Hinterstränge durch Ausbildung eines mittleren Theiles in Verbindung. Im vier-

ten Monat sind die Hörner der grauen Substanz gebildet und die weisse zeigt die wohl entwickelten Vorder- und Hinterstränge; der Centralcanal wird immer enger und das zunächst mehrschichtige Epithel desselben legt sich schliesslich nur einschichtig seinen Wandungen an.

Die *Pia* und *Dura Mater* entwickeln sich beim Hühnchen im Laufe des vierten Tages, beim Menschen in der 5.—6. Woche.

c) Peripherisches Nervensystem.

Die Verfolgung der Entwicklung dieses Theiles des Nervenapparates hat stellenweise viele Schwierigkeiten bereitet und sind die Kenntnisse, welche wir über dieses Capitel haben, noch keineswegs vollständig sicher oder bei allen Autoren gleichlautend. Es scheint wahrscheinlich, dass sich die Ganglien und Fasern des peripherischen Nervensystems vom Gehirn und Rückenmark

aus als feine Fäserchen, welche anfänglich weder Zellen noch Kerne zeigen, bilden, und dass vom Mesoderm nur die Nervenhüllen geliefert werden. Die Anlage der sensiblen Wurzeln erfolgt unabhängig von der der Urwirbel, beim Hühnchen schon am zweiten Tage als dorsale Platte auf dem geschlossenen Medullarrohre und direct unter dem Ectoderm gelegen. Darauf wachsen diese sensiblen Wurzeln schnell zwischen den Urwirbeln und dem Marke nach der Bauchseite und bilden hier ihr Spinalganglion. Gleichzeitig entwickeln sich auch die schwächeren motorischen Wurzeln, und gegen den vierten Tag zu haben sich die oberen und unteren Fasern zum Spinalnerventamme vereinigt. Bei den Säugern scheint ihre Entwicklung in gleicher Weise vor sich zu gehen. Die Wurzeln mit dem Ganglion liegen zwischen je zwei Wirbeln mitten vor einem Urwirbel, rücken dann allmählich gegen die ventrale Seite und treten durch die Intervertebralöffnungen hindurch.

Von den Kopfnerven sind entwicklungsgeschichtlich nur wenige von Anfang an sicher erkannt und untersucht worden, ihre Anlage scheint ähnlich der der Spinalnerven zu sein.

Der *Olfactorius*. Der *Tractus* und *Bulbus olfactorius* entsteht als Ausstülpung des Vorderhirnes und entwickeln sich die Fasern des Olfactorius vom Bulbus aus gegen das Geruchsorgan zu als feine Fäserchen, die ohne Kerne und Zellen sind. Die Fäserchen entsprechen der eigentlichen Nervensubstanz (Achsen-cylinder) und erhalten ihre Hüllen erst nach und nach aus den umliegenden Mesodermschichten. Beim Hühnchen tritt die Bildung der Geruchsnerven am dritten Tage ein.

Der *Opticus* stülpt sich vom Vorderhirn seitlich blasenartig vor, es ist die Anlage desselben die schon früher als Augenblase bezeichnete Bildung. Allmählich schnürt sich der vordere Theil der Blase ab und bleibt noch durch einen Stiel mit dem Gehirn in Zusammenhang. In diesem Stiele, doch nicht aus den Zellen desselben, entwickeln sich später die Fasern des *Nervus opticus* und lagert sich die ganze Anlage gegen den unteren Theil des Hirnes an das Zwischenhirn an. Von den Sehhügeln aus entwickeln sich unter dem Gehirn zwei Faserbündel, welche sich kreuzen, dann jederseits als *Tractus opticus* zu dem Opticusstiele hinziehen und in die noch vorhandene Höhlung desselben eindringen. Diese Höhlung verschwindet nach und nach und füllt sich mit Opticusfasern an. Der von dem Medullarrohr abstammende Stiel scheint sich nicht bei der Bildung der Fasern zu betheiligen, sondern liefert die Opticus-hülle.

Der *Acusticus* sprosst in der Gegend der Gehörblase hervor, vielleicht mit der Anlage des *Facialis* zusammen, an der oberen Seite des Hirnes ganz nach Art und Weise der sensiblen Wurzeln eines Spinalnerven. Nach seinem Abgange vom Gehirn bildet er bald jederseits ein *Ganglion acusticum*.

Der *Trigeminus* bildet sich an der Oberseite des Hinterhirns, kurz vor seinem Austritt aus demselben schwillt er zu einem Ganglion (*G. Gasseri*) an, welches unter dem Ectoderm und auf dem Hirne liegt. Das Ganglion rückt allmählich um das Gehirn herum und legen sich die Wurzeln dieses Nerven durch Hervorwölbung der oberen Hirndecke nach und nach gegen die Unterseite des Hinterhirnes zu.

Glossopharyngeus und *Vagus* entspringen aus einer hinter der Gehörblase gelegenen Anlage.

Oculomotorius und *Trochlearis* treten in ihrer Entwicklung später auf, als die eben geschilderten sensiblen Nerven. Der *Oculomotorius* tritt auf der Grenze zwischen Mittelhirn und Zwischenhirn aus dem Hirne hervor, und zwar aus der Mitte der Seitentheile desselben. Der *Trochlearis* entspringt dorsal vom Mittelhirne aus.

Sympathisches Nervensystem. Die Ganglien dieses Systemes nehmen wohl sämmtlich ihren Ursprung aus den Ganglien, welche direct vom Centralnervensystem entstammen. Die genaue Entwicklung der Ganglien und Geflechte der Säuger ist noch nicht bekannt. Beim Hühnchen hat man Grenz-, Mittel-, Darm- und Geschlechtsnerven unterschieden. Der Grenzstrang entsteht durch Verbindung der Stämme der Wirbelnerven, nach seiner Bildung entwickelt sich (am siebenten Tage) der grosse Darmnerv, nach einigen Tagen die Mittelnerven und Geschlechtsnerven. Die letzteren sollen aus einem als Nebenniere bekannten paarigen Gebilde, welches neben den Urnieren liegt, ihren Ursprung nehmen.

8) Entwicklung der Sinnesorgane.

a) Augen.

Die erste Entwicklung der Augen geht vom Gehirn aus und ist in der Bildung der primitiven Augenblasen zu erblicken. Beim Hühnchen stülpen sich dieselben gegen das Ende des zweiten Tages seitlich von dem vollständig geschlossenen Vorderhirne aus als zwei kleine Blasen vor, welche rasch wachsen und sich dabei mehr und mehr in die Länge ziehen. Beim Kaninchen ist das Gehirn zur Zeit des ersten Auftretens der primitiven Augenblasen oben noch nicht geschlossen und sind die letzteren anfänglich nicht vollkommen bedeckt (vergl. S. 284). Die primitiven Augenblasen liegen zunächst seitlich am Vorderhirn, beginnen aber bald gegen den unteren und hinteren Theil desselben herabzusteigen und sich gegen den Boden des Zwischenhirnes zu lagern. Der vordere Theil dieser Blasen schnürt sich allmählich vom Gehirn ab, mit dem er durch den Stiel (s. Seite 289) noch zusammenhängt. Ueber die Augenblasen hinweg zieht sich das Ectoderm des Kopfes und werden durch Wucherungen dieser Schicht weitere wichtige Veränderungen und neue Gebilde an dem Auge geschaffen. Der Theil des Ectoderms, welcher der primitiven Augenblase aufliegt, beginnt sich zu verdicken und nach innen napfartig einzustülpen, dadurch wird die primäre Augenblase in ihrer vorderen Hälfte gleichfalls nach innen eingedrückt und legt sich die ursprüngliche Vorderwand derselben der Hinterwand an. Es entsteht auf diese Weise eine hintere, napfförmige, doppelwandige Vertiefung, welche als secundäre Augenblase zu bezeichnen ist. Die Zellen der vorderen (inneren) Wand derselben vergrössern sich später und lassen aus sich die verschiedenen Abschnitte der Retina hervorgehen; es tritt diese Innenschicht daher auch sehr bald mit den Sehnervenfäsern in Verbindung, welche von hinten kommend die primitive Retina durchsetzen und sich

über die Innenfläche derselben ausbreiten. Zunächst bilden sich die Innenschichten der Netzhaut und erst später die Stäbchen und Zapfen, von denen nicht sicher anzugeben ist, ob sie cuticuläre Ausbildungen oder blosser Verlängerungen der Netzhautzellen sind. Die hintere Zellwand der sekundären Augenblase verdünnt sich mehr und mehr und bildet schliesslich die Pigmentschicht der Retina und das Irispigment.

Die Linse entwickelt sich also, wie oben erwähnt, aus einer Einstülpung des Ectoderms (Fig. 172). Die inneren Zellen der Linsengruben erfahren

Fig. 172. Horizontalschnitt durch das Auge eines Kaninchens von 12 Tagen und 6 Stunden. Vergr. 70mal. o Stiel der Augenblase mit weiter Höhlung; h' Rest der Höhlung der primären Augenblase; p proximale Lamelle der sekundären Blase (Pigmentum nigrum); e distale Lamelle (Retina); g Glaskörper; l Linsenblase bei ol weit offen, im Grunde bei l' wie mit einer warzenförmigen Auflagerung; m Mesoderma mit e einem Ringgefässe am vorderen Rande der sekundären Blase; e Ectoderma. (Nach KÖLLIKER.)

Fig. 173. Auge eines Kaninchens von 14 Tagen im Horizontalschnitte. Vergr. 65mal. o Opticus; p Pigmentum nigrum; r Retina; g Glaskörper. Zwischen beiden Theilen ein durch Schrumpfen des Glaskörpers entstandener Zwischenraum; l hintere dicke Wand der Linsenblase oder Anlage der Linse; le vordere dünne Wand der Linsenblase oder Epithel der Linsenkapsel. Zwischen beiden der Rest der Höhlung der Linsenblase; m Mesoderma um die sekundäre Augenblase herum, noch ohne Andeutung von Sclera und Chorioidea; m' Stelle, wo dieses Mesoderma mit der mesodermatischen Umhüllung der hinteren Wand der Linse oder dem Glaskörper zusammenhängt; m'' dünne Mesodermmlage vor der Linse, Anlage der Pupillarmantel und zum Theil auch der Cornea. Das Epithel vor dem Auge (späteres Conjunctivalepithel) ist bis auf einen kleinen Rest bei e abgefallen. (Nach KÖLLIKER.)

eine beträchtliche Verlängerung und bilden die späteren Linsenfaser, während sich nun das Linsengrübchen vorne mehr und mehr schliesst, breitet sich hinter ihm das Mesoderm als zunächst dünne Lamelle aus und bildet die Anlage des Glaskörpers. Tritt nun eine Verschmelzung der Aussenränder des Linsengrübchens ein, so gestalten sich die Lagen folgendermaassen: zu äusserst (Fig. 173) liegt das dünne Ectoderm (e) und direct unter ihm zieht bei Säugthierembryonen eine Mesodermmlamelle (m'') vor der Linsenblase her (sie fehlt beim Vogel), zu Seiten derselben setzt sich dieselbe in die Schicht des Glaskörpers (g) fort, umhüllt also mantelartig die Linsenblase. An der letzteren haben sich die vorderen Wände der primitiven Grube zu einem einschichtigen Häutchen zusammengelegt, aus dem sich später das Epithel der vorderen Linsenfläche bildet; die hinteren Zellen haben sich in der Augenachse verlängert, zeigen alle noch deutliche Kerne und legen sich nach und nach der vorderen

Epithelwand fest an und bilden später durch Verschmelzung den eigentlichen Linsenkörper. Um diese Linse legt sich eine zarte Membran herum, die demnächstige Linsenkapsel, deren Entwicklung nicht genau bekannt ist (es handelt sich bei ihr darum, ob sie eine cuticuläre Bildung der Linsenzellen oder ein Product des Mesoderms ist).

Die Einstülpung der Retina erfolgt nicht ringsum gleichförmig; es legt sich dieselbe vom Augenblasenstiele aus wie ein Kelch an, dessen Wand sich nicht gleichmässig, sondern etwa in der oberen Fläche zunächst bildet; dann schreitet das Wachsthum derselben seitlich nach unten fort und stellt endlich ein Gebilde dar, ähnlich einem gestielten Becher, dessen Wand einseitig der Länge nach bis auf den Stiel gespalten ist. Der Spalt ist durch eine einseitige Mesodermwucherung, von der aus sich der Glaskörper entwickelt, erzeugt; er wird als fötaler Augenspalt bezeichnet und bleibt sein letzter Rest im vollkommen geschlossenen Auge als eine pigmentlose Linie kenntlich, welche sich vom Sehnerv zur Linse hinzieht und erst nach längerem Bestehen vom Pigmente überwuchert wird.

Der Glaskörper geht aus einer Mesodermlage hervor, welche von der Augenblase und dem Stiele derselben her eingewandert ist; mit diesem Mesoderm bilden sich auch Gefässe im Augennern aus (*Arteria capsularis* und *Arteriae centrales retinae*) und wird der Glaskörper als auf zweierlei Weise entstanden erklärt. Bei den Säugern und dem Menschen soll er sich direct als bindegewebiges Gebilde an der inneren Linsenwand, aus der daselbst eingewanderten Mesodermlage entwickeln, während er beim Hühnchen als Transsudat der Mesodermzellen aufgefasst wird. Ein gallertiges Transsudat findet sich aber auch bei dem Glaskörper der Säuger als Intercellularsubstanz der Bindegewebszellen, und wenn dasselbe beim Hühnchen in vielleicht beträchtlicherer Menge ausgeschieden wird, so ist dies doch noch kein Grund zur Annahme einer durchaus verschiedenen Entwicklung des Glaskörpers. Glaskörper und Linse werden von einem feinen Blutgefässnetze umspinnen, welches sich in den Mesodermsschichten, die sich vor der Linse herziehen und dieselbe noch hinten umhüllen, bildet. Diese Gefässe entstammen einem Aste der *Art. centralis retinae*, welcher als *Art. hyaloidea s. capsularis* bezeichnet wird; gegen das Ende des Fötallebens verschwinden sie zum grössten Theile wieder und bleiben vielleicht Reste derselben in den Retinagefässen zurück, welche letztere sich in der directen Nähe des Sehnerveneintritts erhalten zeigen. Diese Gefässe haben lediglich den Zweck, eine energische Ernährung der inneren Augentheile zu veranlassen, denn Linse, Glaskörper und Retina erfahren während der letzten Hälfte des Fötallebens ganz beträchtliche Veränderungen.

Die *Zonula Zinii* bildet sich aus feinen Fäserchen im Innern der Gefässmembran der Linse und gehen dieselben von dem Linsenrande gegen die oberen Theile der Retina hin.

Das *Corpus ciliare* entwickelt sich aus einer seitlich der Linse und unter der Iris gelegenen Wucherung der gleich zu besprechenden Gefässhaut, welche die Pigmentschicht äusserlich überzieht; vielleicht nimmt auch noch der obere Rand der secundären Augenblasenwand an seiner Bildung Theil.

Die *Cornea*, *Sclerotica* und *Chorioidea* entstammen den Mesodermsschichten, welche den primitiven Bulbus umlagern.

Cornea. Beim Hühnchen entwickelt sich die Hornhaut im Laufe des vierten und fünften Tages, indem das Mesoderm in einer dünnen Schicht zwischen Ectoderm und Linse einwuchert. Wie oben erwähnt, nimmt das mittlere Keimblatt beim Vogel keinen Antheil an der Linsenbildung, sondern legt sich anfänglich nur ringförmig dem vorderen Rande der secundären Augenblase auf und wuchert später erst vor der Linse her. Von den vorwuchernden Mesodermzellen wird zunächst eine homogene Schicht Intercellularsubstanz ausgeschieden, welche sich unter dem Ectoderm vor dem Einwachsen des Mesoderms herschiebt und als *Cornea propria* bezeichnet wird. Nachdem das Mesoderm im Säugethierauge bis zu einer gewissen Mächtigkeit herangewachsen ist, spaltet es sich in eine obere, dickere Schicht, die eigentliche *Cornea*, und in eine innere, dünne, gefässreiche *Membrana pupillaris*. Zwischen beiden Häuten bildet sich der Spalt später mehr aus und es entsteht aus ihm die vordere Augenkammer. Durch Ausscheidungen von Intercellularsubstanz werden die Zellen der primitiven Hornhaut nach und nach auseinander gedrängt, nur die innere, der Augenkammer zugekehrte Schicht bleibt im Zusammenhang und liefert das spätere Corneaendothel.

Sclerotica. Dieselbe entwickelt sich allmählich von den Mesodermschichten aus, welche dem Bulbus zunächst anliegen. Ihre erste Anlage ist eine mittlere, ringförmige, und schreitet ihr Wachsthum nach der Cornea und dem Sehnerven zu fort; in der Nähe beider bleibt sie noch längere Zeit hindurch (beim Menschen bis nach der Geburt) häutig.

Chorioidea. Die innersten Mesodermschichten, welche zwischen der secundären Augenblase und der Scleraanlage liegen, bilden die Gefässhaut des Auges; dieselbe setzt sich in die *Membrana pupillaris* fort und steht also auch mit den Innengefässen des Auges in Verbindung. Am Rande der secundären Augenblase und beim Uebertritt in die Pupillarhaut bildet die Gefässhaut eine ringförmige Verdickung, welche die Anlage der Iris ist. In resp. unter diese Verdickung tritt dann der modificirte Rand der secundären Augenblase; derselbe wird dünner und länger, zeigt jedoch noch seine beiden Schichten, von denen die äussere als directe Fortsetzung der Pigmentschicht anzunehmen ist, wohingegen die innere Platte der Falte gleichfalls Pigment ablagert und sich dadurch von der Retina, in die sie sich fortsetzt, scheidet. Hinter der Irisanlage liegt dann die des oben besprochenen Ciliarkörpers.

Die Augenlider entstehen aus einer sich hinter der Corneagrenze vom Bulbus abhebenden Ringfalte der äusseren Haut. Im Inneren derselben ist das Mesoderm entwickelt, während das Ectoderm als einschichtiges Epithel die Lider überzieht und sich über die Cornea hin fortsetzt. Das Mesoderm zerfällt dann später in mehrere Schichten; die inneren setzen sich in die Anlage der Sclera und Cornea hinein fort und bilden die Bindehaut derselben (*Conjunctiva scleroticae et corneae*). Bei den Säugern und Vögeln verwachsen die Ränder der Augenlidspalte vor dem Ablaufe des Embryonallebens. An der Schlussstelle entstehen dann beim Menschen und den sonstigen Säugern die Augenwimpern und die Meibom'schen Drüsen.

Die Thränenrüden bilden sich an der Umschlagsstelle der Lider als zunächst einfache Epithelwucherungen, welche in die umgebenden Mesodermschichten zahlreiche Sprossen treiben, sich verlängern und endlich ihre Lumina

durch Höhlenbildung von innen her erhalten; zuerst scheinen die Sprossen und dann die Stämme hohl zu werden, worauf bald der Durchbruch nach aussen erfolgt.

Der Thränennasengang ist bei den höheren Vertebraten ein Rest jener Spalte, welche sich zwischen dem äusseren Nasenfortsatze und dem anliegenden Oberkieferfortsatze von der vorderen Augenwand gegen die Rachenhöhle zu zeigt (vergl. Figg. 462, 479).

b) Gehörorgan.

Auch am Gehörorgane ist die Entwicklung des nervösen Theiles von der des Leitungsapparates verschieden. Der erstere legt sich als eine solide Sprossung vom Gehirn aus an, während der letztere sich ähnlich der Linse als Bläschen vom Ectoderm aus einstülpt und Theile des Skelets, sowie Kiemenspalten zu seiner Bildung heranzieht.

Primitives Gehörbläschen. Die erste Anlage des Labyrinthes ist in zwei kleinen Grübchen zu suchen, welche sich beim Hühnchen ungefähr nach 36 Stunden am hinteren Kopfabschnitte neben dem Nachhirne zeigen (Fig. 174 o).

Fig. 174. Vorderer Theil eines Hühnerembryo des dritten Tages. 25mal vergr. *zh* Vorderhirngegend; *z* Zwischenhirngegend; *mh* Mittelhirngegend, Scheitelhöcker; *hh* Hinterhirngegend; *nh* Nachhirngegend; Nackenhöcker; *a* Auge mit Augenspalte, hohler Linse und noch offener Linsengrube; *o* Ohrbläschen, birnförmig, nach oben noch offen, *ks'*, *ks''*, *ks'''* 1., 2., 3. Kiemenspalte; *m* Gegend der Mundöffnung; *ks'* erster Kiemensbogen (Unterkiefergegend); *uw* Urwirbel; *vj* Vena jugularis; *h* Herz; *hh* Schnittrand der entfernten, das Herz bedeckenden vorderen Halswand (Herzkappe). (Nach KÖLLIKER.)

Zunächst stellen sich diese primitiven Labyrinth- oder Schädelbläschen als Verdickung des Ectoderms dar, dann stülpt sich dasselbe ein und aus dieser anfangs seichten Einstülpung entwickelt sich rasch ein länger werdendes Bläschen gegen das Gehirn zu. Dies Bläschen schnürt sich nach aussen zu allmählich ab und liegt endlich als ein geschlossenes Gebilde ganz im Mesoderm ein-

gebettet; von hinten tritt an dasselbe der primitive Acusticus heran. Die nächste Form, welche das Labyrinthbläschen annimmt, ist die eines birnförmigen, runden, nach oben spitzen Gebildes. Des spitze Ende zieht sich zu einem dünnen, röhrenförmigen Anhange, dem *Recessus vestibuli*¹⁾ aus (vergl. Fig. 122, R), der später nach oben zu in einen erweiterten, der Dura mater angelagerten Blindsack (*Saccus endolymphaticus*) übergeht.

Gleichzeitig mit dieser Ausbuchtung treten an dem primitiven Labyrinthbläschen (Fig. 175) noch weitere Hervorwölbungen seiner Wandungen auf, deren eine obere und vordere zum vordern (*a*), eine mediane zum hinteren (*p*) halbkreisförmigen Canale wird; nach unten entwickelt sich die Anlage des *Sacculus* (*s*) und nach hinten die des Schneckencanales (*c*), der Theil zwischen

Fig. 175. Sagittalschnitt des Gehörbläschens eines Kaninchenembryo von 14 Tagen, 63mal vergr. *av* Recessus vestibuli; *a* Canalis semicircularis anterior; *p* C. s. posterior; *c* querdurchschnittene Spitze des Canalis cochlearis; *o* Anlage des Sacculus (nach KÖLLIKER).

Fig. 176. Primitives Gehörbläschen eines vier Wochen alten menschlichen Embryo, 1,4 mm lang (n. KÖLLIKER).

a und *p* entspricht dem Utriculus. — In Fig. 176 ist die hintere (*A*) und seitliche Ansicht des Gehörbläschens eines vierwöchentlichen menschlichen Embryo gegeben. Im mittleren Theile (*v*) befindet sich die Anlage des primitiven Vorhofssäckchens, von dem nach oben die erste Ausbuchtung des verticalen, halbkreisförmigen Canales, bei *cs*, *cs* die der vorderen und hinteren erkennbar sind; *c* ist die Spitze der Schneckenanlage. Von dem primitiven Vorhofssäckchen aus entwickeln sich die halbkreisförmigen Canäle als Falten, welche in den mittleren Theilen ihrer Wandungen verwachsen, so dass sie als kurze, gerade, henkelartige Canäle dem Vorhofssäckchen anliegen. Später heben sie sich erst, nach Schwinden der verwachsenen mittleren Wandtheile, vom Säckchen mehr und mehr ab, treten in den Seite 245 geschilderten Zusammenhang und bilden die Ampullen als einfache Anschwellungen ihrer unteren Theile aus.

Als letzter Hauptanhang des primitiven Labyrinthbläschens ist die Schnecke (*Cochlea*) zu betrachten. Bei den Säugern entwickelt sich dieselbe als zunächst kleine, median gerichtete Ausstülpung des unteren Theiles des Labyrinthbläschens. Diese Ausstülpung wächst dann bald zu einem längeren Canale,

1) Der *Recessus vestibuli s. labyrinthi* entspricht dem *Aquaeductus vestibuli membranaceus s. Ductus endolymphaticus* des Menschen, welcher als enges Rohr (von 0,15 mm Lumen) mit zwei Schenkeln an den Vorhofssäckchen entspringt und blind endigt (vergl. Fig. 122 III, R).

ähnlich der Schnecke der Vögel an; nachdem derselbe eine gewisse Länge erreicht hat, biegt seine Spitze um und dreht sich in mehreren Windungen. Aus diesem primitiven Canale bilden sich jedoch nicht die späteren Scalae-Wandungen, sondern nur das Spiralblatt mit dem *Ductus cochlearis* innerhalb der Scalae. Die obere, der Scala tympani demnächst anliegende Seite des Ductus cochlearis ist dick, die untere, an die Scala vestibuli grenzende (die REISSNERsche Membran) dünn. An den primitiven Schneckengang tritt frühzeitig der Nervus acusticus heran und bildet innerhalb der Windungen das *Ganglion spirale*, welches der Windung dicht anliegt (Fig. 177 g) und ihrem Verlaufe folgt.

Was nun zunächst die Hüllen dieser eben kurz besprochenen Labyrinthabschnitte anlangt, so sind dieselben als bindegewebige, knorpelige und knöcherne nach und nach entstanden, und selbstredend verdanken sie, mit den in sie eindringenden Gefäßen, dem Mesoderm ihre Entstehung. Als erste Hülle tritt am gesamten Labyrinth eine zarte Bindegewebshaut auf, um welche herum sich eine festere, dickere Schicht ablagert, die allmählich eine knorpelige Beschaffenheit annimmt und das spätere knöcherne Labyrinth mit der dasselbe umgebenden *Pars petrosa ossis temporum* (vergl. Kopfskelet S. 460 u. f.) bildet. In der bindegewebigen Hülle verlaufen die Gefäße des inneren Ohres.

— Das häutige, aus dem Ectoderm hervorgegangene Labyrinth liegt anfänglich lose innerhalb dieser Hüllen, später tritt es in engere Verbindung mit denselben, und dann gehen um es herum eine Reihe von Veränderungen vor sich, welche die Bildung äusserer Höhlen zur Folge haben. Um die *Canales semicirculares* bilden sich über ihrer concaven Seite Hohlräume in folgender Weise. Das dem Ectoderm entstammende Epithelrohr eines solchen Canales wird zunächst von einer Bindegewebshülle umgeben, auf diese folgt ein nach aussen

dickeres, gallertiges Gewebe, welches aus sternförmigen Zellen (ähnlich denen der Fig. 23) besteht, zwischen welchen eine gallertige Intercellularsubstanz ausgeschieden ist. Um diese beiden Hüllen legt sich eine Periostschicht, die den Verknöcherungsprocess des Canaltheiles der äusseren Knorpellage einleitet. Gallertgewebe und Periost folgen natürlich dem Verlauf der häutigen Semicircularcanäle und liegen die letzteren mit ihrer convexen Seite dem Periost auf. Nach einiger Zeit zerreißt das Gallertgewebe zum Theil und seine Zellen legen sich den Wandungen des äusseren und inneren Canales an. So entsteht ein Hohlraum um die häutigen Canäle, und in gleicher Weise bildet sich ein weiterer um den Vorhof und entstehen die Treppen der Schnecke. Was die Bildung dieser letzteren Scalae anlangt, so mag hier noch etwas darauf eingegangen

Fig. 177. Frontaler Schnitt durch die Schnecke eines 8,4 cm langen Rindembryo, vergr. dargestellt. *O* knorpelige Kapsel der Schnecke; *v* Vorsprünge derselben nach innen, die eine spirale Furchung begrenzen; *k* knorpeliger Keilbeinkörper, mit *C* direct zusammenhängend; *o* Acusticus; *g* Ganglion spirale desselben bei drei Querschnitten von Windungen erkennbar; *a* epithelialer Schneckencanal mit seiner Faserhülle; *sp* Andeutung der Lamina spiralis, ein derber Bindegewebszug mit Nerven und Gefäßen; *s* Andeutung einer häutigen Scheidewand zwischen zwei Windungen; *p* inneres Perichondrium der knorpeligen Schnecke; *m* Gallertgewebe zwischen demselben und dem Schneckencanal und der Lamina spiralis, Vorläufer der Scalae; *ch* Chorda.

(Nach KÖLLIKER.)

werden. Haben sich die Schneckenwindungen des Ductus cochlearis gebildet, so sehen wir, dass der Acusticus ins Innere der Windungen eingedrungen ist (Fig. 177, o), und dass sich das Ganglion spirale, der Innenseite des Ganges folgend, spiralgig ausgebildet hat. Anfänglich wird die primitive Schnecke von einer glatten, linsenförmigen Knorpelkapsel umgeben, die im Innern mit Bindegewebe ausgefüllt ist, welches Schneckengang und Acusticus umhüllt und die Blutgefässe führt. Nach und nach treten die Gangwindungen etwas mehr nach aussen, und die ihnen eng anliegende Knorpelmasse wölbt sich spiralgig hervor, vertieft sich also anscheinend zwischen den Windungen (v, v). Die Spindel der Schnecke wird auf diesem Stadium nur von Nerven und den Hauptgefässen markirt; von ihr gehen gegen das Ganglion spirale zu festere Züge (sp), welche später das Spindelblatt liefern; zwischen den Gängen treten endlich auch schon festere Scheidewände (s) auf. Die Scalae entstehen nun dadurch, dass sich das Bindegewebe, welches oberhalb und unterhalb der Spindelplatte (sp) und des Ductus cochlearis liegt, in Gallertgewebe umwandelt, welches letzteres dann in der oben geschilderten Weise zerreisst und damit die Scalae tympani et vestibuli bildet. Der Ductus cochlearis ist verhältnissmässig klein geblieben und stellt sich nun ein Durchschnitt der Schnecke wie in Fig. 178 dar. Die weissen Innentheile der Figur verknöchern, ohne dass das Bindegewebe einem Knorpelgewebe Platz gemacht hätte. Die äussere, graue Knorpelmasse ossificirt von Knochenkernen aus, welche um das Labyrinth herum in ihr auftreten. Betrachten wir schliesslich noch die innere Ausbildung des Ductus cochlearis, so finden wir, dass in Fig. 124 die Epithelschicht der daselbst punktirt gezeichneten REISSNER'schen Membran die gegen die Scala vestibuli sich absetzende Wand des Ductus cochlearis ist. Die CORTI'sche Membran (Mt) ist eine Cuticularbildung der Zellen, welche gegen die Scala tympani zu gelegen sind. Aus den Zellen derselben Wand ging mehr nach vorn das CORTI'sche Organ (l—f) hervor. Die äussere Wand enthält eine Epithelschicht, welche einem Bindegewebsspolster aufliegt; unter derselben ist im oberen Theile ein gefässreiches Bindegewebe, die *Stria vascularis* (Stv), entwickelt.

Die Schnecke führt mit einem kurzen, engen Canale (*Canalis reuniens*) in den Sacculus, der sich nach und nach von dem Utriculus abgeschnürt hat und mit diesem nur durch die beiden Schenkel des Recessus labyrinthi communicirt. Das häutige Labyrinth zerfällt also in drei Abschnitte: 1) Schnecke, Canalis reuniens und Sacculus; 2) Recessus labyrinthi mit dem oberen Saccus endolymphaticus und den unteren beiden Schenkeln; 3) Utriculus mit den Canales semicirculares (vergl. Fig. 122, III).

Fig. 178. Senkrechter Durchschnitt durch die Schnecke eines älteren Kalbsembryo, deren Gehäuse mit Ausnahme einer kleinen knorpeligen Stelle schon verknöchert war, während die Spindel und Spiral-lamelle noch häutig waren. In allen Windungen ist der Canalis cochlearis sichtbar, dessen Höhe 0,56 mm, die Breite 0,59 mm betrug, wobei zu bemerken, dass die scheinbar grössere Breite desselben in der Kuppel daher rührt, dass der Schnitt hier seitlich neben dem Spindelblatte vorbeiging. Im Canalis cochlearis sind die Habenula sulcata und die zwei Epithelwülste auf der Membrana basilaris sichtbar. Vergr. 6mal. Breite der Schnecke an der Basis 8,26 mm. Höhe derselben 4,99 mm. (Nach KÖLLIKER.)

Die Knorpelhülle ist nur an den als *Fenestra ovalis* und *Fenestra rotunda* bezeichneten Stellen nicht entwickelt, und ebenso fehlen hier auch später die Knochenhüllen. Die letzteren bilden sich um vier Knochenpunkte innerhalb der Knorpelkapsel und verschmelzen die Kerne schon vor der Geburt vollständig mit einander.

Entwicklung des mittleren und äusseren Ohres. Die Höhlungen dieses Abschnittes gehen aus der ersten Kiemenspalte hervor, während sich die Gehörknöchelchen aus dem ersten und zweiten Kiemenbogen entwickeln. Ihre Entwicklung ist Seite 278 und 279 schon kurz besprochen worden.

Die erste Kiemenspalte schliesst sich durch Verwachsung des vorderen Theiles des ersten und zweiten Kiemenbogens, es bleibt von ihr nur ein hinten gelegener, nach der Mundhöhle führender, gegen die Aussenseite des Kopfes aber geschlossener Canal (die Anlage der *Tuba Eustachii*) übrig, der *Canalis pharyngo-tympanicus*. Die nach aussen liegende Verschlussplatte bildet später das Trommelfell und befindet sich vor derselben ein äusseres Grübchen, das sich später zum äusseren Gehörgang (*Meatus auditorius externus*) umformt. Die primitive Anlage der Tuba verlängert sich nach aussen, oben und hinten durch einen sich von ihrem Ende ausstülpenden Blindsack, und gleichzeitig vertieft sich der äussere Gehörgang röhrenförmig nach unten und innen. Zwischen den Enden beider Gänge liegen die Gehörknöchelchen in Bindegewebe eingebettet, welches nach und nach in Gallertgewebe übergeht und nur den Stiel des Hammers frei lässt. Die Enden des *Canalis pharyngo-tympanicus* und des *Meatus externus* nehmen an Weite mehr und mehr ab, ihre Lumina verschwinden fast vollkommen und in den oberen Theilen legen sie sich aneinander. Das Gallertgewebe, welches sich um die inneren Theile der späteren Paukenhöhle bis an das knorpelige resp. knöcherne Labyrinth erstreckt, wird erst nach der Geburt, in Folge der Athmung, aufgelöst und resorbirt; von der Tuba aus tritt dann an seine Stelle eine Schleimhaut, welche sich den Wandungen der immer weiter werdenden Paukenhöhle anlegt. Die Auskleidung mit Schleimhaut findet jedoch nicht an allen Stellen gleichmässig statt, an einigen Abschnitten wird sie resorbirt, an anderen bildet sie Verwachsungen und Falten.

Das Trommelfell legt sich erst nach Bildung der oberen Ausstülpungen des äusseren Gehörganges und des Rachen-Paukenhöhlencanals an. Diese Endtheile der primitiven Ohrgänge legen sich mit ihren Wandungen unterhalb des Hammerstieles aneinander, und aus dieser gemeinsamen Wandung geht nach und nach das Trommelfell hervor. Zunächst liegt dasselbe, dem Verlaufe der Canäle entsprechend, mehr horizontal, und richtet sich erst nach der Geburt langsam auf.

Die *Membrana tympani secundaria* ist ein nicht verknorpelnder Rest des Bindegewebes, welches das häutige Labyrinth anfänglich umgab. Mit Ausbildung des Schneckenknorpels wird sie die Verschlusshaut des runden Fensters. Auf der Labyrinthseite entwickelt sich hinter ihr die Scala tympani der Schnecke, vorn grenzt mit einem kurzen Canale die Paukenhöhle an sie heran. Dieser Canal, der vom Schneckenknorpel gebildet wird, ist wie die Paukenhöhle mit Gallertgewebe angefüllt; vor der Geburt wird die an die Scala tympani grenzende Seite (durch Entwicklung der Treppe) frei, nach der Geburt und der Resorption des Gallertgewebes die andere, der Paukenhöhle zugekehrte.

Die Ohrmuschel entwickelt sich aus drei Wülsten, welche beim Menschen zu Ende des zweiten Monats sich am Rande der ersten Kiemenspalte hervorwölben; zwei dieser Wülste bilden den hinteren Ohrmuschelrand, der dritte den vorderen kleinen Theil derselben. Der Knorpel der Muschel bildet sich unabhängig von dem des Primordialschädels.

Der äussere Gehörgang umhüllt sich im vorderen Theile mit Knorpel, welcher theils dem Ohrmuschelknorpel entstammt, theils aber auch selbständig entsteht. Der hintere Abschnitt des Meatus externus liegt im Knochengewebe, das sich zunächst als *Annulus tympanicus* um das Trommelfell in Gestalt eines knöchernen Halbringes anlegt; später wächst der Halbring nach vorne zu einer kurzen, oben offenen Rinne aus und gehen mit ihr noch Theile der Schuppe und des Zitzenbeinfortsatzes die Bildung des knöchernen Abschnittes des äusseren Gehörganges ein.

c) Entwicklung des Geruchsorganes.

Als erste Anlage des Geruchsorganes sind zwei Grübchen am Vorderkopfe des Embryo anzusehen, — bei weiterer Entwicklung treten diese sogenannten »Riechgrübchen« mit der Mundhöhle in Verbindung, — den Schluss der Entwicklung bildet die innere Ausbildung des Nasen-Gaumenganges und die des harten und häutigen Gaumens.

Die Riechgrübchen legen sich beim Hühnchen am Ende des dritten Tages als seitlich am Vorderkopfe, vor den Augenanlagen sich einstülpende Vertiefungen an. Zunächst sind dieselben von einem ringförmigen Rande umschlossen, jedoch ändert sich derselbe schon im Laufe des folgenden Tages. Der untere Randtheil verschwindet, und bildet das Grübchen nun jederseits eine seichte untere Furche, welche sich zu den hervortretenden Oberkieferfortsätzen hinzieht und zum Eingange der Mundhöhle führt, es ist dies die Nasenfurche, deren weiteres Schicksal zunächst zu verfolgen ist. Die Ränder der Nasenfurche wölben sich hervor, der äussere bildet den äusseren Nasenfortsatz, welcher zwischen Auge und Nasengrube liegt, der innere Nasenfortsatz stellt den Rand des sich jetzt entwickelnden Stirnfortsatzes dar. Die Nasenfurche vertieft sich mehr und mehr, der Stirnfortsatz wölbt sich über der Mundhöhle hervor und die letztere steht nun mit der Nasenfurche in directer Verbindung (Fig. 179, 1). Jetzt rückt der Oberkieferfortsatz mit seiner oberen Fläche vor der Nasenfurche her an die Stirnfortsätze heran (Fig. 179, 2) und schliesst die Furche vorne ab. Verfolgt man die letztere in die Tiefe, so gewahrt man, dass von ihr ein feiner Canal gegen die Mundhöhle zu geht, es ist dies der Nasengang; die beiden Nasengänge münden mit zwei inneren Nasenlöchern im vorderen Abschnitt der Mundhöhle aus. — Diese Nasengänge sind die Anlagen der später als Labyrinth der Nase zu bezeichnenden Bildungen.

Bei den Säugern und dem Menschen bilden sich die Nasengrübchen, in fast genau gleicher Weise wie beim Hühnchen, als Einstülpungen des Ectoderms und gleichzeitige Verdickung desselben an den betreffenden Stellen. Die

Fig. 162 stellt ungefähr ein Stadium der Nasenentwicklung des Menschen dar, welches dem der Fig. 179, 4 vom Hühnchen entspricht. Die Nasengruben (*a*) entsenden die Nasenfurche zur Mundhöhle; die äusseren Nasenfortsätze (*an*) sind schon mit den hervortretenden Oberkieferfortsätzen in Verbind-

Fig. 179. Zwei Köpfe von Hühnerembryonen, 1. vom Ende des vierten, 2. vom Anfange des fünften Brütages. *n* Geruchsgrübchen; *o* Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens; *u* Unterkieferfortsatz desselben; *sp* Chorioidealspalte am Auge; *k'* zweiter Kiemenbogen; *s* Schlundhöhle; *in* innerer, *an* äusserer Nasenfortsatz; *nf* Nasenfurche; *m* Mundhöhle; *st* Stirnfortsatz. (Nach KÖLLIKER.)

zung getreten. In Fig. 163 haben sich die Nasengänge schon gebildet und münden dieselben mit den inneren Nasenöffnungen (*in*) in der Mundhöhle aus, welche sich auf diesem Stadium durch Hervorwachsen der Gaumenplatten in einen oberen respiratorischen und einen unteren digestiven Abschnitt trennt (s. Seite 278). Die Seite 244 erwähnten Stenox'schen Gänge und die *Canales incisivi* sind die Reste der ursprünglichen Verbindung der Nasen- und Mundhöhle.

Das Labyrinth der Nase (Fig. 180) entsteht aus dem vorderen Schädel-

Fig. 180. Frontalschnitt durch die Nasenhöhlen eines menschlichen Embryo von 5 Monaten in der Gegend des Antrum Highmori. Zur Seite der Augenhöhlen unten die Mundhöhle. Vergr. 4mal. *cg* Crista galli; *cr* Foramina cribrosa; *cl* seitliche Nasenknorpel; *cs* knorpelige Wand des Sinus maxillaris *a*; *cm* Concha media; *ci* Concha inferior; *ms* Maxilla superior; *s* Septum cartilagineum. (Nach KÖLLIKER.)

theile und dem Ectodermbelag, welcher sich im primitiven Rietsäckchen ausgebildet zeigt. Der Stirnfortsatz wird zur mittleren Nasenscheidewand und

erhält als Deckknochen den Vomer und die Zwischenkiefer. Die äusseren Nasenfortsätze lassen die Siebbeinlabyrinth hervorgehen (*Labyrinthus oss. ethmoidei*) und bilden weiter die äusseren Nasentheile mit den aufgelagerten Thränen- und Nasenbeinen; bald entwickeln sich dann auch von den Seitenknorpeln die Muscheln als knorpelige Hervorwölbungen ¹⁾.

Die Nebenhöhlen der Nase stülpen sich als Knorpelhöhlen in die Belegknochen aus, diese Höhlen werden von der Schleimhaut überzogen; später verschwindet der Knorpel und die Höhle liegt den Knochen direct an. Solche Höhlen gehen in mehrfacher Anzahl (*Antrum Highmori*, *Sinus ethmoidales*, *frontales*, *sphenoidales*) in die umliegenden Knochentheile hinein.

Der Geruchsnerv geht vom *Bulbus olfactorius* des ersten Gehirnbläschen zum Labyrinth, und treten seine Endfasern mit den Seite 244 geschilderten Endapparaten in Verbindung.

Die äussere Nase bildet sich endlich durch Hervorwucherung des vorderen Theiles des Primordialschädels aus, und treten die Ossificationen in ihrem Umkreis in der früher geschilderten Weise auf.

All diese Betrachtungen über die Entwicklung des Nervensystems und der Sinnesorgane — und zwar der Reize percipirenden Theile der letzteren — haben uns erkennen lassen, dass die Behauptung, welche am Anfang des von den Sinnesorganen handelnden vergleichend-anatomischen Abschnittes ausgesprochen wurde, volle Gültigkeit hat; wir können den erweiterten Satz aufstellen: Nervensystem und Sinnesorgane sind modificirte Hautstellen, und ihre mehr oder minder weite Ausbildung ist entscheidend für die Stellung, welche ein Thier in der Reihe der Lebewesen einnimmt.

¹⁾ Die äussere Wand des Labyrinthes bildet die *Lamina papyracea*, eine dünne Platte, welche später mit dem Siebbein, den Stirn-, Nasen- und Gaumenbeinen in Verbindung tritt. Die innere Labyrinthwand ist die *Lamina concharum*, von welcher sich die Muscheln (*Concha superior* und *Concha media*) absetzen.

Dritter Abschnitt.

Systematik.

Allgemeine Eintheilung des Thierreichs.

Schon in der Einleitung ist erwähnt worden, dass die Zoologen seit ARISTOTELES bemüht waren, das Thierreich in verschiedene zusammengehörige Gruppen zu zergliedern, diese Gruppen wieder in Untergruppen u. s. w. zu theilen. An eine einigermaassen correcte Darstellung einer sogenannten »Systematik des Thierreichs« konnte jedoch bei allen älteren Forschern absolut nicht gedacht werden, weil ihnen weder die Kenntnisse des anatomischen Baues und der physiologischen Bedeutung der einzelnen Körpertheile, noch auch die Entwicklung des thierischen Organismus aus der Eizelle und niederen Thierformen genügend bekannt war. Erst in dem Maasse, wie die Erkenntniss der letztgenannten Eigenartigkeiten des Thierkörpers wuchs, wurde auch die Systematik mehr und mehr gefördert, und gerade der Neuzeit war es vorbehalten, dieselbe, gestützt auf vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte, durchaus zu reformiren. Aber trotz des weiten Vorgeschrittenseins unserer Wissenschaft sind wir doch noch nicht im Stande, eine durchaus richtige Systematik zu schaffen, noch immer fehlt uns die Kenntniss von der Zusammengehörigkeit vieler Thiergruppen. Besonders sind es die niederen Thiere, welche viele Schwierigkeiten darbieten, wenn es darauf ankommt, sie in bestimmte Gruppen zu ordnen. Mit den einzelligen Protozoen ist man nach einem gewissen Uebereinkommen verfahren, nachdem die Aufstellung eines gesonderten Protistenreiches nicht durchführbar war. Die höheren sogenannten Metazoen hat man in eine verschiedene Anzahl von Typen zerlegt, welche jedoch keineswegs als ganz feststehend zu betrachten sind. Aus einem Urtypus sind vielleicht wenige neue Typen, und aus diesen dann je wieder weitere Unterabtheilungen hervorgegangen. Jeder Typus, deren wir mit CARL CLAUS neun unterscheiden wollen, wird wieder in Classen zergliedert, diese zerfallen in Ordnungen, die Ordnungen in Unterordnungen, diese in Familien, die sich endlich in Gattungen und Arten auflösen.

Die Auffassung der Art ist von je her eine sehr verschiedene gewesen. LINNÉ betrachtete dieselbe als etwas durchaus Feststehendes, von Anfang an Geschaffenes. Seine Species sollte sich mit gleichen Eigenschaften und durch

gleiche Fortpflanzung seit Urbeginn erhalten haben. Noch bis in neuere Zeiten hinein haben viele Zoologen an diesem Artbegriff festgehalten; erst seit die Werke von DARWIN, HAECKEL u. A. mehr und mehr Anerkennung und weitere Ausarbeitung erfuhren, hat man allgemein die Unhaltbarkeit einer solchen Definition der Art eingesehen, jedoch noch nicht vermocht, eine correcte dafür einzusetzen. Die Abkömmlinge eines und desselben Mutterthieres sind diesem niemals vollkommen gleich, sondern nur ähnlich gebaut, denn ebenso wie der Organismus der Mutter von den Einflüssen der Aussenwelt zum Theil abhängig ist, ebenso ist es der werdende eines neuen Individuums. Es kann daher kommen, dass von gleichen Eltern Nachkommen entstammen, welche nach mehreren Generationen den Stammeltern und nächsten Verwandten nicht mehr so vollkommen gleichen, aber auch nicht so weit von ihnen getrennt sind, dass sie eine neue Art bildeten, dergleichen veränderte Formen werden als Varietäten bezeichnet. Neufundländer und Mops sind zwei Varietäten oder Racen der Species Haushund — sie würden sicher als Arten aufgestellt werden, wenn uns nicht die Zwischenglieder zwischen beiden bekannt wären.

Die Annahme, dass die Bastarde, welche aus der Verschmelzung zweier verschiedener Arten hervorgehen, nicht fortpflanzungsfähig sein sollten, ist absolut noch nicht als Gesetz hinzustellen.

Im Folgenden werden kurz die neun Typen des Thierreichs hinter einander aufgeführt werden und die weitere Eintheilung derselben bis zur Familie verfolgt. Nur bei jenen Formen, welche entweder meist zu wissenschaftlichen Zwecken verwandt werden oder mit dem Menschen in nähere Berührung treten, wird auch eine kürzere Schilderung der Art gegeben.

I. Typus.

Protozoa, Urthiere.

Der Typus der Protozoen umfasst die niedrigsten Lebewesen, jene Formen, aus denen die Pflanzen einerseits und die Thiere andererseits hervorgegangen zu sein scheinen. Der Körper der Protozoen ist meist einzellig, nur bei sehr wenigen hierher gerechneten Formen nimmt er vorübergehend einen mehrzelligen Bau an, so bei den Catallacten und Labyrinthuleen, welche früher schon erwähnt wurden. Das Zellplasma, die *Sarcode*, versieht alle Functionen, welche ein thierischer Organismus zu leisten hat. Die Bewegung und Nahrungsaufnahme wird entweder durch Pseudopodien oder durch Wimpern bewirkt. Die Fortpflanzung geschieht durch einfache Zelltheilung oder nach erfolgter *Conjugation*. Bei der ersten, man könnte sagen ungeschlechtlichen Fortpflanzung tritt häufig ein Ruhestadium des Protozoon ein, es bewegt sich nicht weiter, zieht die Fortsätze und Wimpern ein, nimmt Kugelform an und lässt dann in diesem Kugelstadium das Plasma in einzelne (zwei bis mehrere) Theile zerfallen.

Die Protozoen zerfallen in die beiden Classen der *Rhizopoden* und *Infusorien*. Abgelöst hat man von ihnen die *Schizomyceten*, *Myxomyceten*, *Flagellaten* und *Noctilucen*, sowie die *Catallacten*, *Labyrinthuleen* und *Gregarinen*.

Als *Schizomyceten* (*Bakterien*) bezeichnet man sehr kleine, rundliche, stabförmige oder spiralig gewundene Organismen, welche sich sehr energisch durch fortgesetzte Quertheilung vermehren und entweder frei umherschwärmen oder sich zu vielen in einem Gallertklümpchen (*Zoogloea*-Stadium) vereinigt halten. Ob der zarte Körper stets von einer Membran umgeben wird, ist noch nicht ausgemacht. Man unterscheidet vier Gruppen: Kugelbakterien (*Micrococcus*), Stäbchenbakterien (*Bacterium*), Fadenbakterien (*Bacillus* und *Vibrio*) und Schraubenbakterien (*Spirillum* und *Spirochaete*).

Die *Myxomyceten* oder Schleimpilze zeichnen sich durch die gallertartige Beschaffenheit ihres Körpers aus. Derselbe ist kugelig oder länglich blasenförmig, selten cylindrisch oder platt schlauchförmig. Die Höhlungen und Schläuche sind mit den Sporen angefüllt, welche nach Wasseraufnahme quellen, dann die Fruchtkörpermembran durchbrechen und amöbenartig nach aussen kriechen. Diese Schwärmer bewegen sich kriechend oder schwimmend mit einer Cilie, theilen sich häufig und bilden schliesslich durch Zusammenfliessen ein kernloses Plasmahäufchen, welches sich amöbenartig ernährt, nach und nach wächst, endlich aber eine äussere, festere Hülle abscheidet, unter der sich das Plasma zu neuen Sporen umformt, welche dann wie die erste sich fortpflanzen.

Flagellaten sind einfache Organismen, welche den Infusorien nahe stehen, eine oder mehrere Cilien als Bewegungsorgane besitzen und aus contractilem, Vacuolen bildenden Protoplasma bestehen. Als Parasiten beim Menschen sind *Cercomonas urinarius*, *C. testinalis*, *Trichomonas vaginalis* u. a. bekannt. Zu den Flagellaten sind dann neben anderen die *Monaden* zu zählen, theils kernhaltige, theils kernlose Plasmaklumpchen, die sich oft nach Art der Amöben bewegen und ernähren. Die kernlosen Formen werden von HAECKEL als *Moneren* bezeichnet. Die Fortpflanzung derselben geschieht durch Schwärmer, welche oft zu mehreren zusammenfliessen, schliesslich aber einen kugeligen Ruhezustand bilden, aus dem durch Zufall des Plasmas neue Schwärmer hervorgehen.

Noctilucen. Als solche bezeichnet man niedere Meeresthiere, welche stark leuchtend sind und in oft colossalen Massen zusammen auftreten. Der ovale Körper zeigt an einer Stelle einen tiefen Einschnitt, von dem aus ein tentakelförmiger Stiel abgeht. Vor dem Stiel befindet sich eine schwingende Geissel, an deren Grunde die Oeffnung der sonst festen Membran liegt. Das Plasma umschliesst einen hellen Kern und zeigt einen maschigen und strahligen Bau. Die Fortpflanzung geschieht durch Theilung und Sporenbildung. Der Sporenbildung geht ein kugeliges Zusammenziehen des Plasma nebst Geissel u. s. w., und das Schwinden des Kernes voraus; darauf theilt sich das Plasma in zwei bis vier Ballen, welche an einem Ende hervortreten und hier zahlreiche kleinere Plasmaklumpchen abscheiden, aus denen sich die kleinen Sporen entwickeln, welche sich endlich von dem kleiner und scheibenförmig werdenden Körper lösen und neue Noctilucen bilden.

Catallacten. Seite 22 sind diese marinen Flimmerkugeln, welche ein Endstadium der Entwicklung eines Protozoon darstellen, erwähnt. Die Kapseln lösen sich nämlich in einzelne Zellen auf, welche schliesslich zu Boden fallen und hier sich abrunden, amöboid ernähren, endlich wieder einkapseln und die zuerst geschilderten Zellkugeln hervorgehen lassen.

Labyrinthuleen sind Haufen kernhaltiger Zellen, welche verschiedene Theilungen durchmachen und sich endlich zu mehreren in einer Cyste vereinigen, in welcher dann jede Zelle sich wieder in vier neue theilt.

Gregarinae. Diese Protozoen leben meist als membran- und kernführende Schmarotzer im Inneren vieler Thiere. Der Körper derselben ist wurmartig gestreckt und zeigt vorn einen spitzen Kopftheil. Die Membran kann in mehrere Schichten zerfallen. Die Fortpflanzung geschieht durch Theilung nach meist vorhergegangener Verschmelzung zweier Individuen mit einander. Nach einiger Zeit kapselt sich das aus diesen hervorgehende Individuum ein. Das Plasma löst sich nach Zerfließen der Kerne in eine grössere Anzahl kleiner Bläschen auf, aus denen sich je wieder zahlreiche Keimkörner (*Pseudonavicellen*) bilden, welche die Cyste nach und nach anfüllen, sie endlich als kernlose Plasmahäufchen verlassen und nun amöboid sich ernähren, schliesslich einen neuen Kern und eine Membran erhalten und so die erst geschilderten Formen aus sich entwickeln. Der vordere Körpertheil erhält oft noch chitinige Widerhaken zur Anheftung an die Darmschleimhaut.

I. Classe.

Rhizopoda, Wurzelfüsser.

Dem Sarcodeleib fehlen äussere Hüllen, das Plasma zeigt Körnchenbewegungen und häufig pulsirende Vacuolen. Die Bewegung und Nahrungsaufnahme geschieht durch Pseudopodien. Die Sarcode hat ein Kieselgerüst oder ein Kalkgehäuse ausgeschieden.

1. Ordnung: **Foraminifera**, Foraminiferen. Die Sarcode scheidet meist eine Kalkschale aus, welche einfach oder gekammert sein kann. Dieselbe besitzt eine grössere Oeffnung oder zahlreiche feine zum Durchtritt der Pseudopodien.

1. Unterordnung: **Amoeboformes**. Körper nackt oder mit ausgeschiedener häutiger Schale, oft mit einer schützenden Hülle aus Fremdkörpern überdeckt. Vacuolen meist entwickelt. Die Pseudopodien treten gross und lappig oder in Form feiner Plasmastrahlen auf.

1. Familie: *Amoebidae*. Meist nackt, im Wasser oder an feuchten Orten lebend. *Amoeba* (*Protamoeba*), *Petalopus*, *Podostoma*.

Weitere Familien sind: *Diffugiidae*. *Plagiophryidae*. *Euglyphidae*. *Pleurophryidae*. *Diplophryidae*. *Arcellidae*.

2. Unterordnung: **Reticularia**. Selten nackt, meist mit vielkammeriger Schale. Pulsirende Vacuolen fehlen.

a) *Imperforata*. Schale ohne feine Poren, nur mit einer Oeffnung.

Familien: *Gromidae*, Schale chitinig. *Miliolidae*, Schale porcellanartig. *Lituolidae*, Schale aus Fremdkörpern gebildet.

b) *Perforata*. Kalkschale mit zahlreichen feinen Poren.

Familien: *Lagenidae*, Gehäuse hart, mit einer Oeffnung. *Globigerinidae*. *Numulinidae*, grösste Foraminifere mit fester Schale und innerem Zwischen skelet. — *Nummulina*.

2. Ordnung: **Heliozoa**, Sonnenthierchen. Meist sind pulsirende Vacuolen, oft ein radiäres Kieselskelet vorhanden. Der Körper enthält einen bis mehrere Kerne.

Familien: *Actinophryidae*, ohne Skelet. *Acanthocystidae*, mit Skelet. *Clathrulinidae*, der gestielte Körper mit Skelet.

3. Ordnung: **Radiolaria**, Radiolarien. Im Innern des Sarcodeleibes findet sich eine häutige Kapsel (Centralkapsel) mit einem oder mehreren Kernen und feinkörnigem Inhalt. Die peripherisch gelagerte Sarcodeschicht enthält Fett- und Eiweisskugeln und meist ein festes Skelet. Die Radiolarien leben im Meere.

1. Unterordnung: **Thalassicolleea**. Skelet fehlt oder besteht aus losen Spicula. Die Individuen leben einzeln. Centralkapsel ohne Skelettheile.

Familien: *Thalassicollidae*, skeletlos. *Thalassosphaeridae*. *Aulacanthidae*. *Acanthodesmidae*. Letztere drei mit Skelet.

2. Unterordnung: **Polycystinea**. Skelet als gitterartiges Gehäuse mit oft mehreren concentrisch eingeschachtelten Innentheilen ausgebildet.

Familien: *Cyrtidae*. *Ethmosphaeridae*. *Aulosphaeridae*.

3. Unterordnung: **Acanthometrae**. Radiale Stäbe gehen von der Centralkapsel aus und werden oft durch peripherische Gitterschalen verbunden.

Familien: *Acanthometridae*, ohne Gitterschale. *Ommatidae*. *Sponguridae*. *Discidae*, Skelet scheibenförmig.

4. Unterordnung: **Polycyttaria**. Zahlreiche Centralkapseln; Skelet fehlt oder ist in verschiedener Weise entwickelt.

Familien: *Sphaerozoidae*, Skelet fehlt oder ist durch Spicula ersetzt. *Collo-sphaeridae*, je eine Centralkapsel wird von einer Gitterkugel umgeben.

II. Classe.

Infusoria, Infusionsthierchen.

Die Körperform wird meist durch eine äussere feste Membran bestimmt. In der Sarcode sind ein oder mehrere Kerne entwickelt, ebenso pulsirende Vacuolen. Eine Mund- und Afteröffnung ist in der Regel vorhanden. Der Körper ist mit Cilien, Borsten und Griffeln besetzt. Das Plasma zeigt häufig bandartige Streifungen, »Muskelstreifen«. Einzelne Formen sitzen Muskelstielen auf. Die Vermehrung geschieht durch Theilung nach meist vorhergegangener Conjugation zweier Individuen. Sie leben hauptsächlich im Süsswasser.

1. Ordnung: **Suctoria**. Wimperlos, mit zurückziehbaren Saugröhren und Greifpseudopodien. Schmarotzen auf anderen Infusorien.

Familie: *Acinetidae*. *Acineta* ist gestielt und sitzt in einem Gehäuse.

2. Ordnung: **Holotricha**. Der gesammte Körper ist mit feinen Cilien besetzt, diese sind kürzer als der Körper und stehen in Längsreihen.

Familien: *Opalinidae*, schmarotzen im Darne höherer Thiere (Frosch z. B.), sind mund- und afterlos. *Trachelidae*, Mund bauchständig, Körper halsartig

verlängert. *Enchelyidae*, Mund endständig. *Paramaecidae*, Mund bauchständig. *Cinetochilidae*, Mund ventral, rechts gelegen.

3. Ordnung: **Heterotricha**. Körper insgesamt mit feinen Cilien besetzt, zum Munde zieht eine gerade oder spiralig verlaufende Wimperzone, aus stärkeren Cilien gebildet. Mund liegt ventral, After endständig.

Familien: *Bursariidae*, die adoralen Wimpern verlaufen gerade oder schräg, nicht spiralig (Fig. 5, A). *Stentoridae*, Körper lang gestreckt, vorne trichterförmig, hinten anheftbar, Wimpern spiralig verlaufend. *Spirostomidae*.

4. Ordnung: **Hypotricha**. Bilateral gebaut, dorsal ohne Cilien, ventral mit verschieden gestalteten Cilien.

Familien: *Chlamyodontidae*, Körperhaut fest. *Aspidiscidae*, gepanzert. *Euplotidae*. *Oxytrichinidae*.

5. Ordnung: **Peritricha**. Körper drehrund, nackt, selten allseitig bewimpert, oft mit einem queren Bogen grösserer Wimpern und einer adoralen Spiralzone ausgestattet. Sitzen häufig auf Muskelstielchen auf.

Familien: *Halteriidae*, nackt, rund, Wimperspirale um den Mund. *Tintinnidae*, glockenförmig, in eine Gallerthülle eingeschlossen. *Trichodinidae*. *Vorticellidae*, Körper zusammenziehbar, an einem Muskelstiele befestigt; mit einstülpbarer Wimperscheide und mundständiger Spiralzone. *Ophryoscolecidae*, Parasiten im Pansen der Wiederkäuer.

Zwischen Protozoen und Metazoen sind noch die *Dicyemiden* einzureihen (vergl. Fig. 2, Seite 19). Die infusorienähnlichen, kernhaltigen Keime derselben entwickeln sich in der centralen Zelle, und zwar im Plasma derselben, unabhängig vom Kern der Achsenzelle.

II. Typus.

Coelenterata s. Zoophyta, Pflanzenthiere.

Der Körper besteht mindestens aus zwei, meist aus drei und mehr Schichten; er ist radiär gebaut und herrscht der Numerus 4 oder 6 vor (d. h. alle nicht in der Hauptachse, welche den Mund- und Hauptdarm durchläuft, liegenden Organe sind in regelmässig von einander abstehenden Radien angeordnet). Der einfache Verdauungsapparat steht mit den radiären und peripherischen Gefässen in directer Verbindung. Fortpflanzung ungeschlechtlich oder geschlechtlich. Zwischen ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Individuen kommt vielfach *Polymorphismus* vor. Meist Meeresbewohner, nur *Spongilla* (Spongie), *Hydra* und *Cordylophora* leben im Süsswasser.

I. Subtypus.

Spongiariae s. Porifera, Schwämme (Spongien).

Körper massig oder gelappt und verästelt. Die einzelnen Zellen desselben meist ohne Membran (amöbenartig). Die Leibesmasse wird von zahlreichen Poren durchsetzt, welche in eine oder mehrere grössere Räume einführen, die eine oder mehrere Auswurfsöffnungen (*Oscula*) besitzen. Ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung.

1. Ordnung: **Fibrospongiae**. Skelet fehlt oder es wird durch Hornfasern oder durch vereinzelte Kieselspicula repräsentirt. Körper schleimig.

1. Unterordnung: **Myxospongia**, Gallertschwämme. Weich, skeletlos.

Familie: *Halisarcidae*. Als gallertige Ueberzüge auf Steinen, Muscheln u. s. w. Ectoderm mit Geisselzellen ausgestattet.

2. Unterordnung: **Ceraospongia**, Hornschwämme. Mit Hornskelet verästelt oder massig, oft sind einzelne Kieselnadeln ausgeschieden.

Familien: *Spongiidae*, Skelet aus Hornfasern bestehend; *Euspongia* wird als Wasch- und Badeschwamm verwandt. — *Aplysinidae*, Hornfasern weich, um die weiche Körperachse gelagert.

3. Unterordnung: **Halichondriae**, Hornnadeln von einfacher Form und Kieselspicula sind ausgeschieden.

Familien: *Chondrosidae*, von lederartiger Structur. *Chalinidae*, mit Hornfasern und Kieselspicula. *Renieridae*. *Suberitidae*, massige Schwämme. *Desmacidonidae*. *Chalinopsidae*, verästelte Schwämme, oft mit Hornfasern und langen Kieselnadeln.

4. Unterordnung: **Lithospongiae**, Steinschwämme. Ein festes Kiesel-skelet wird aus vierstrahligen Gebilden in Platten, Röhren, Scheiben und Netzen ausgeschieden.

Familien: *Geodiidae*, Ankernadeln und andere Kieselgebilde in der Rindenschicht. *Ancorinidae*, die Rindenschicht wird von ankerförmigen Skelettheilen durchbrochen. *Lithistidae*, Kiesel-Anker-, -Netze und -Fäden sind mit einander vermengt.

5. Unterordnung: **Hyalospongiae**, Glasschwämme. Das Kiesel-skelet ist gitterförmig, oft hyalin aus Nadeln zusammengesetzt.

Familien: *Hexactinellidae*, Glasschwämme. Skelet meist zierlich, gitterförmig, aus 6strahligen Kieselnadeln gebildet.

2. Ordnung: **Calcispongiae**, Kalkschwämme. Das Skelet besteht aus einfachen oder drei- bis vierstrahligen Kalknadeln.

Familien: *Asconidae*, Wandungen mit einfachen Porengängen. *Leuconidae*, Wandungen dick, Porengänge verästelt. *Syconidae*, meist Einzelthiere mit dicken, von geraden Canälen durchsetzten Wandungen.

II. Subtypus.

Cnidaria, Nesselthiere.

Das Ectoderm ist durch Ausbildung von *Cnidoblasten* (Nesselzellen) charakterisirt. Mund einfach, ebenso die verdauende Centralhöhle, welche mit dem Gefäßsystem in Verbindung steht (*Gastrovascularraum*).

I. Classe.

Anthozoa s. Actinozoa, Korallenpolypen.

Die Einzelindividuen sind meist zu Stöcken vereinigt und durch ein ausgeschiedenes Kalkskelet gestützt. Die den vorderen Körpertheil umstehenden Fangarme sind als Multipla von 4 oder 6 ausgebildet, ebenso die zwischen dem primitiven Darmrohr und der Leibeswand auftretenden Mesenterialfalten.

1. Ordnung: **Alcyonaria**. Den Mund umstehen 8 gefiederte Fangarme; im Innern sind eine gleiche Anzahl Mesenterialfalten entwickelt, meist leben die Alcyonarien in Stöcken vereinigt, und trennen sich die Geschlechter auch auf verschiedene Stöcke. Das Skelet besteht aus zierlichen Kalkspicula.

Familien: *Alcyonidae*, festsitzend ohne feste Achse. *Pennatulidae*, Seefedern, ohne feste Basis, mit horniger Achse. *Siphonogorgiaceae*, Achsenskelet hornig oder kalkig, verästelt. *Gorgonidae*, zu denselben gehören die Edelkorallen, *Corallium rubrum*, an den Küsten von Tunis und Algier. *Helioporidae*, mit compactem Kalkskelet. *Tubiporidae*, Orgelkorallen, die Polypen sitzen in orgelartig neben einander gestellten Tuben.

2. Ordnung: **Zoantharia**. Um die Mundöffnung stehen 6, 12, 24, 48 u. s. w. Tentakeln, meist in concentrischen Kreisen angeordnet. Der Körper ist weich oder er wird von einer hornigen oder verkalkten Achse durchzogen.

1. Unterordnung: **Antipatharia**. Achse hornig, Rinde unverkalkt, 6, seltener bis 24 Fangarme. Der Körper zeigt oft Kalkspicula eingelagert.

Familien: *Antipathidae*, von sechs Mesenterialfalten sind nur zwei stärker entwickelt und an den Ecken des langen Mundes ausgebildet; sechs kurze Tentakeln. *Gerardidae*, 24 Tentakeln von verschiedener Länge.

2. Unterordnung: **Actiniaria**. Fleischige, skeletlose, einzeln lebende Polypen.

Familien: *Actinidae*, zahlreiche Fangarme, welche je von einer Kammer des Gastrovascularsystems ausgehen. *Cerianthidae*, zwei Reihen von Fangarmen, von denen zwei aus einem Interseptalraume hervorgehen; Septa ungleich entwickelt.

3. Unterordnung: **Madreporaria**. Polypenstöcke mit hartem, zusammenhängendem Skelet. Die gemeinsame Körpermasse (*Coenenchym* s. *Sarcosom*) ist verkalkt.

a) *Perforata*. Mauerblatt, Sarcosom und Septen von Poren durchsetzt.

Familien: *Poritidae*, alle Individuen sind innig verschmolzen. *Madreporidae*. *Eupsammidae*.

b) *Aporosa*, Riffkorallen. Einzeln oder in Stöcken; Mauerblatt und *Coenenchym compact*.

Familien: *Fungidae*, Pilzkorallen; flach scheibenförmig. *Astraeidae*, Polypenstöcke mit verwachsenen Mauerblättern. *Oculinidae*. *Turbinolidae*, Einzelpolypen.

II. Classe.

Hydromedusae s. Polypomedusae, Hydromedusen.

Der Körper ist polypenartig, oft stockförmig. Primitives Darmrohr fehlt, indem der Mund sofort in den Gastrovascularraum führt. Aus den Polypenstadien lösen sich medusenähnliche Geschlechtsgemmen ab. Festes Stützskelet fehlt meist, nur selten ist eine äussere feste Hülle abgeschieden. Mesoderm meist wenig und nur lamellös entwickelt.

1. Ordnung: **Hydroidea**. Die Hydroiden sind meist festsitzende, verzweigte Thiere. Der Körper entwickelt polypoide Sprossen und medusoide Geschlechtsgemmen oder Medusen als Geschlechtsthiere. Körper vielfach in einer hornigen Hülle. Selten Einzelthiere (*Hydra*). Geschlechter meist getrennt.

1. Unterordnung: **Hydrocorallinae**. Korallenähnliche Hydroidstöcke mit oft verkalktem Coenenchym. Septa fehlen. Nährthiere mit 4—12 Tentakeln.

Familien: *Milleporidae*. *Stylasteridae*, sehr feste Hydroiden mit verkalktem, von Canälen durchsetztem Coenenchym.

2. Unterordnung: **Tubulariae**. Meist mit Chitingehäuse; Geschlechtsgemmen sind einfache, medusoide Knospen.

Familien: *Hydridae*, langgestreckte Einzelthiere, Tentakeln um den Mund (*Hydra*, Süßwasserpolyyp). *Clavidae*, Polypenstöckchen (*Cordylophora*) in Chitinhüllen. *Hydractinidae*. *Corynidae*. *Diocorynidae*. *Bimeridae*. *Cladonemidae*. *Eudendridae*. *Pennaridae*. *Tubularidae*. *Spongiocolidae*.

3. Unterordnung: **Campanulariae**. Die Chitinhülle erweitert sich unter den Köpfchen trichterförmig. Köpfchen in den Trichter zurückziehbar.

Familien: *Phymularidae*. *Sertularidae*. *Campanularidae*, Stöckchen verästelt; es werden freie Medusen erzeugt (*Campanularia*). *Thaumantiadae*. *Aequoridae*. Der Medusenkörper der letzten beiden Familien ist halbkugelig oder scheibenförmig.

4. Unterordnung: **Trachymedusae**. Der Gallertschirm der Medusen ist starr oder wird durch Knorpelleisten gestützt; die Tentakeln sind starr und persistiren selten. Sie entwickeln sich aus Eiern, durchlaufen eine Metamorphose, ohne ein Hydroidammenstadium zu bilden.

Familien: *Trachynemidae*. *Aeginidae*, meist ohne Ringgefäss, der scheibenförmige Schirm am Rande gelappt. *Geryonidae*, Schirmrand mit einem den Nervenring bedeckenden Nesselwulst; 4- oder 6strahlige Formen.

2. Ordnung: **Syphonophorae**, Röhrenquallen. Die einem Individuum ähnlichen Hydroidstöcke schwimmen frei. An einem Stamme, der oben eine blasenförmige Luftkammer haben kann, sind die verschiedenen Individuen angeheftet; dieselben zerfallen in Nährpolypen, zwischen denen Fangfäden stehen,

in Geschlechtsgemmen, Deckstücke und Tentakeln. Stamm und Einzelindividuen sind hohl und communiciren die Höhlungen mit einander. Auf mehrere, durch Sprossung entstandene Hydroidstöcke folgt gewöhnlich eine Geschlechts- generation.

1. Unterordnung: **Physophoridae**, Blasen träger. Der Stamm ist kurz und sackförmig oder lang und spiralig. In den weiblichen Gemmen entwickelt sich je ein Ei.

Familien: *Athorybiadae*. *Physophoridae*, mit kurzem Stamm. *Agalmidae*. *Apolemiadae*. *Rhizophysidae*, mit langem Stamme.

2. Unterordnung: **Physalidae**. Stamm als 'grosse, quergestellte Blase entwickelt, ventral stehen die Nährpolypen und Fangarme, sowie die Geschlechtsgemmen.

Familie: *Physalidae*, ohne Schwimmglocken und Deckstücke; Blase des Stammes nach aussen geöffnet.

3. Unterordnung: **Calycophoridae**. Stamm lang, ohne Luftsack und Taster.

Familien: *Hippopodiidae*. *Diphyidae*, mit zwei grossen, oberen Schwimmglocken. *Monophyidae*, mit nur einer Schwimmglocke.

4. Unterordnung: **Discoideae**. Der Stamm ist flach scheibenförmig, auf ihm liegt der Luftsack, der aus Canälen gebildet wird, die sich nach aussen öffnen. Nach unten liegen die Geschlechtspolypen und ein grosser Nährpolyp; die Geschlechtsgemmen entwickeln sich zu kleinen, freien Medusen.

Familie: *Veilellidae*. *Veilella*, Körpertheile flach, oval, mit dorsalem Kamme.

3. Ordnung: **Acalephae**. Grosse Scheibenquallen, welche in ihrer Jugend nicht Hydroidstöcken, sondern sogenannte *Scyphistoma*- und *Strobila*-Formen durchlaufen. Die *Scyphistoma*form entsteht aus der dem Ei entschlüpfenden Larve, welche als *Gastrula* ausgebildet ist, sich festsetzt und nun am freien Rande um den Mund herum Tentakeln hervorsprossen lässt; aus dieser polypoiden Form geht durch Einschnürung eine Tannenzapfen ähnliche hervor, die *Strobila*; die vorderen Glieder lösen sich als kleine Medusen ab.

4. Unterordnung: **Calycozoa**, Becherquallen. Der Körper ist becherförmig, am aboralen Pole mit einem oft vierkammerigen, musculösen Stiele festsitzend. Im Innern sind vier weite Gefässtaschen ausgebildet. Den Scheibenrand umgeben acht armförmige, mit Tentakeln ausgestattete Anhänge.

Familien: *Eleuthero carpidae* und *Cleistocarpidae*.

2. Unterordnung: **Marsupialida**, Beutelquallen. Der Leib ist hoch, beutel- oder glockenförmig, vierstrahlig. Das vom Mantelrande abspringende Velum ist ganzrandig, der Schirmrand mit vier Lappenanhängen ausgestattet. Vier Randkörper und vier weite Gefässtaschen.

Familie: *Charybdeidae*.

4. Unterordnung: **Discophora**, Scheibenquallen. Der Körper ist meist achtstrahlig, der Schirmrand gelappt, enthält die acht, zwölf oder sechzehn Randkörper in Vertiefungen eingefügt. Unter dem Schirm befinden sich in vier weiten, offenen Schirmhöhlen die Geschlechtsorgane.

a) *Monostomeae*. Mundöffnung gross, central gelegen, wird von vier Armen des Mundstieles umgeben. Der Schirmrand ist gelappt und meist mit Randfäden ausgestattet.

Familien: *Nausithoidae*. *Pelagidae*. *Discomedusida*. *Cyaneidae*. *Sthenonidae*. *Aureliae*.

b) *Rhizostomeae*. Randfäden fehlen; die acht Mundarme sind mit kleinen Saugöffnungen versehen, während sich die Mundöffnung schliesst.

Familien: *Rhizostomidae*, acht Randkörper, vier Genitalhöhlen. *Cepheidae*. *Polyclonidae*, zwölf Randkörper, vier Genitalhöhlen. *Cassiopeidae*, acht Randkörper, vier Genitalhöhlen. *Crambessidae*, acht Randkörper, vier Genitalhöhlen mit einem Geschlechtsorgan.

III. Classe.

Ctenophorae, Rippenquallen.

Der zweistrahlige Körper ist kugelig, walzenförmig, seltener bandartig. Auf ihm verlaufen acht meridionale Plattenreihen, welche aus parallel gestellten Plättchen, die sich aus Cilien zusammensetzen, bestehen. Vielfach sind zwei lange, zurückziehbare Senkfäden entwickelt.

1. Ordnung: *Eurystomeae*. Körper seitlich comprimirt, ohne Lappenanhänge und Senkfäden. Rippengefäße verzweigt.

Familien: *Beroideae*, Mundpol ganzrandig. *Rangidae*, Mundpol eingeschnitten.

2. Ordnung: *Saccatae*. Körper kugelig oder walzig, mit zwei Senkfäden.

Familien: *Cydippidae*. *Mertensidae*. *Callianiridae*.

3. Ordnung: *Taeniatae*. Körper seitlich stark comprimirt, bandförmig. Zwei Senkfäden und vier Rippen sind entwickelt.

Familien: *Cestidae*, besonders bekannt der Venusgürtel des Mittelmeeres (*Cestum veneris*).

4. Ordnung: *Lobatae*. Der seitlich weniger comprimirt Körper ist mit lappigen und schirmförmigen Fortsätzen ausgezeichnet. Die Rippen sind ungleich entwickelt und setzen sich auf die Lappen fort. Senkfäden sind vielfach vorhanden.

Familien: *Mnemiidae*, zwei Lappen um den Mund, keine Senkfäden. *Callymnidae*, die Rippen sind stark ausgeprägt.

III. Typus.

Echinodermata, Stachelhäuter.

Der Echinodermenkörper ist meist radiär gebaut und herrscht der Numerus 5 bei der Ausbildung der Organe vor. Einen vollkommen radiären Charakter hat jedoch der Echinodermenkörper nicht, sondern er lässt sich auf den

bilateral-symmetrischen Typus zurückzuführen. Die äussere Haut ist meist durch Kalbablagerungen, die ein mehr oder minder vollständiges äusseres Hautskelet bilden, ausgezeichnet.

I. Classe.

Crinoidea, Haarsterne.

Die Crinoiden sind in den meisten Fällen vermittelt eines, vom Scheitel ausgehenden Stieles festgewachsen. Der Stiel ist gegliedert; eine Madreporen-porenplatte fehlt. Am Rande des kelchförmigen Leibes stehen eine grössere Anzahl Arme, welche mit Anhängen (*Pinnulae*) ausgestattet sind und die Tastorgane in Gestalt von Tentakeln tragen.

1. Ordnung: **Tesselata**, Tafellilien. Der Kelch ist vollständig getäfelt. Die vom Silur bis zur Kreide weit verbreitete Crinoidenordnung ist nur durch einen lebenden Vertreter, *Hyocrinus bethelianus*, bekannt.

2. Ordnung: **Articulata**, Gliederlilien. Der Kelch ist unvollständig getäfelt.

Lebende Familien: *Apiocrinidae* mit *Rhizocrinus*, *Bathycrinus*. *Pentacrinidae* mit *Pentacrinus*. *Comatulidae* mit *Antedon*, *Actinometra*. *Holopus*.

Die Comatuliden sind nur in der Jugend angewachsen, später frei schwimmend.

II. Classe.

Asteroidea, Seesterne.

Der Seesternkörper ist flach, pentagonal oder an den Ecken im Arme sternförmig ausgezogen. Ambulacralfüsschen nur ventral. Abgetrennte Arme können sich zu neuen Individuen entwickeln.

1. Ordnung: **Stellaridea**. Asteriden. Die Ambulacralfurche ist unbedeckt.

Familien: *Asteridae*, Pedicellarien gestielt, Ambulacralfüsschen in vier und mehreren Reihen. Bei allen anderen Familien sitzen die Pedicellarien auf und finden sich nur zwei Füsschen-Reihen. *Solasteridae*. *Ophidiasteridae*. *Asterinidae*. *Culcitidae*. *Goniasteridae*. *Oreasteridae*. *Astropectinidae*. *Brsingidae*.

2. Ordnung: **Ophiuridea**, Schlangensterne. Die Arme sind lang und gegen die Scheibe scharf abgesetzt, ventral mit Schildern bedeckt. After fehlt. Einzelne sind lebendig gebärend.

1. Unterordnung: **Euryaleae**. Arme einfach oder verzweigt, ohne Schilder.

Familien: *Astrophytidae*, Arme verästelt. *Astronychidae*, Arme unverästelt.

2. Unterordnung: **Ophiureae**. Arme einfach. Ambulacralfurche mit Bauchschildern.

Familien: *Ophiodermatidae* und *Ophiolepididae* mit beschuppten oder granulierten Armen. *Ophiacanthidae*, *Amphiuridae*, *Ophiocomidae*, *Ophiotrichidae* und *Ophiomyxidae* mit stacheliger oder rauher Bedeckung.

III. Classe.

Echinoidea, Seeigel.

Der Körper ist kugelig, herzförmig oder zusammengedrückt scheibenförmig. Die Kalkplatten sind zu einem in der Regel festen Skelete angeordnet. Auf demselben sind bewegliche Stacheln aufgesetzt.

1. Ordnung: **Regularia**. Mund central. After liegt dorsal im Scheitelfelde.

1. Unterordnung: **Echinothurideae**. Die Schale ist beweglich, indem die Platten derselben schuppenförmig ausgebildet sind und etwas über einander greifen.

Familien: *Echinothuridae*. *Calveria*, sehr beweglich, *Phormosoma*, wenig beweglich.

2. Unterordnung: **Cidarideae**. Schale fest, fast kugelig. Stacheln keulenförmig.

Familien: *Saleniadae*. *Cidaridae*. Ambulacralfelder schmal.

3. Unterordnung: **Echinideae**. Ambulacralfelder breiter, jedoch schmalere als die Interambulacralfelder.

Familien: *Arbaciadae*. *Diadematidae*. *Echinidae*, mit dem essbaren Seeigel *Echinus esculentus*. *Olgopori*. *Polypori*. *Echinometradae*.

2. Ordnung: **Clypeastroideae**. Die äussere Form ist irregulär, schildförmig; die Ambulacren sind breit; die Ambulacralrosette auf dem Scheitel ist 5blättrig. Der Mund liegt central.

Familien: *Clypeastridae*, flach, fünfeckig; die Ambulacren liegen in der fünfblättrigen Scheitelrosette. *Scutellidae*, Schale oft eingeschnitten und durchlöchert.

3. Ordnung: **Spatangoideae**. Irreguläre, herzförmige Seeigel ohne Kiefer. Kiefergerüst und Zähne fehlen. Die Ambulacralrosette ist meist vierblättrig.

1. Unterordnung: **Cassidulidae**. Schale oval; Rosette fünfblättrig.

Familien: *Echinoneidae*. *Cassidulidae*.

2. Unterordnung: **Spatangidae**. Schale herzförmig; Rosette vierblättrig, Mund spaltenförmig, quergestellt.

Familien: *Collyritidae*. *Anachytidae*. *Spatangidae*.

IV. Classe.

Holothurioidea, Seewalzen.

Die Haut des langgestreckten Körpers ist lederartig, mit eingelagerten Kalkkörpern; den Mund umstehen eine Anzahl meist zurückziehbarer Tentakeln. After liegt am entgegengesetzten Ende.

1. Ordnung: **Pedata**. Holothurien mit Saugfüsschen, welche entweder in den Radien oder über die gesammte Bauchfläche zerstreut liegen. Mit Lungen.

Familien: *Aspidochirotae*, Tentakeln schildförmig. *Dendrochirotae*, Tentakeln verästelt, *Rhopalodinidae*.

2. Ordnung: **Apoda**. Fusslose Holothurien, mit oder ohne Lungen.

4. Unterordnung: **Pneumonophora**. Tentakeln cylindrisch, schildförmig oder gefiedert. Lungen vorhanden.

Familie: *Molpadidae*.

2. Unterordnung: **Apneumona**. Tentakeln dünn, gefingert oder gefiedert. Lungenlos.

Familie: *Synaptidae*, mit trichterförmigen Wimperorganen.

IV. Typus.

Vermes, Würmer.

Der Körper ist mit nur wenig Ausnahmen äusserlich bilateral-symmetrisch, glatt oder geringelt, ungegliedert oder gleichartig gegliedert. Gegliederte Gliedmaassen fehlen. Fortpflanzung geschlechtlich oder ungeschlechtlich.

I. Classe.

Plathelminthes, Plattwürmer.

Der Körper ist platt, entweder einfach ungegliedert oder in hinter einander folgende, oft selbständig werdende Segmente zerlegt. Die meisten Formen sind Parasiten.

4. Ordnung **Cestodes**, Bandwürmer. Parasitirende, mund- und darmlose, lange, platte, meist gegliederte Thierformen. Der vordere Leibestheil ist mit Saugnäpfen oder Chitinhaken ausgerüstet.

Nur wenige Formen (*Ligula*, *Caryophyllaeus*) sind ungegliedert, die übrigen lassen eine mehr oder minder weitgehende Quergliederung erkennen. Der vorderste, rundliche Abschnitt wird als Kopf (*Scolex*) bezeichnet; derselbe ist mit rundlichen oder länglichen Saugnäpfen und vielfach mit einem einfachen oder doppelten Kranze von Hafthaken ausgerüstet; seltener ist er rüsselartig ausgezogen und mit Widerhaken besetzt. Auf ihn folgt nach hinten zu ein dünner, als Hals bezeichneter Abschnitt, welcher durch Sprossung die Glieder hervorgehen lässt. Ein solches Glied (*Proglottis*) kann als Individuum aufgefasst werden, indem es nach Ablauf einer gewissen Zeit selbständig wird und beiderlei Geschlechtsproducte zur Entwicklung bringt. Die reifen Proglottiden lösen sich meist ab und verlassen den Körper des Wirthes, in dem der Kopf und die unentwickelten Glieder zurückbleiben. Die Entwicklung der Bandwürmer schliesst sich an die Ablösung der Glieder an und gestaltet sich im Allgemeinen folgendermaassen: Eine Proglottide verlässt ihren Wirth (meist mit dem Kothe desselben) und lebt nun im Wasser oder auf dem Lande selbständig,

bewegt sich eine Zeit lang und entleert seine Eier in das umgebende Wasser oder legt sie an Pflanzentheile u. s. w. ab. Von pflanzenfressenden Thieren oder von Wasserbewohnern werden nun die Eier oder die Proglottiden selbst gefressen und kommen im Darmcanale dieses Zwischenwirthes zur Entwicklung. Nur selten geht eine Weiterentwicklung des Eies zu einem frei lebenden Embryo schon im Wasser vor sich. Im Darne werden die Eihüllen gelöst und ein kleiner Embryo, dessen vorderes Leibesende meist mit Häkchen bewaffnet ist, wird frei, bohrt sich durch die Schleimhaut des Darmcanales, gelangt in den Blutstrom, wird von demselben fortgerissen und in irgend einem Organe abgesetzt. Hier verlieren die Embryonen ihre (6 oder 4) Häkchen und umhüllen sich mit einer Bindegewebshaut, unter welcher sie die Form eines mit Flüssigkeit gefüllten Bläschens (*Cyste*), die der sogenannten Finne, annehmen. Von den Wandungen der Finne können nun entweder nur eine (*Cysticercus*) oder zahlreiche (*Coenurus*) Hohlknospen hervorwuchern, welche zum Kopfe eines späteren Bandwurmes werden. Im Grunde der Höhlung eines solchen Sprosses entwickeln sich die Haftorgane. Eine derartige Blase kann aber auch grösser werden und in ihrem Innern neue, weitere Tochterblasen entwickeln, in denen dann eine Kopfbildung stattfindet (*Echinococcus*). Eine solche Finne oder Blase muss nun, falls sich aus ihrem Kopfstück ein Bandwurm weiter entwickeln soll, in den Darmcanal eines neuen Thieres gelangen, was dadurch geschieht, dass der Zwischenwirth als Beute gefressen wird. Im Darne dieses neuen Wirthes wird die Kapsel um den Kopf herum gelöst, der Kopf stülpt sich um, heftet sich mit seinen Haken oder Saugnapfen an der Darmwandung an und beginnt nun einen Halstheil zu bilden, an dem sich fortwährend neue Proglottiden entwickeln, welche geschlechtsreif werden, nach aussen gelangen und eventuell wieder von einem Zwischenwirth gefressen werden. Die Wirthes des eigentlichen Bandwurms sind meist Fleischfresser, resp. Omnivoren, die der Finne in der Regel Pflanzenfresser. Ein Beispiel mag hier noch folgen: Der Mensch beherbergt unter anderen einen Bandwurm, die *Taenia solium*, die reifen Glieder desselben gelangen mit dem Kothe nach aussen, bewegen sich selbständig und werden z. B. von einem Schweine gefressen. Im Darmcanal desselben gelangen die zahlreichen Eier der Proglottide zur Entwicklung, einem Theile der Embryonen gelingt es, die Darmwandungen zu durchbohren und in den Blutstrom einzutreten. In dem Muskelfleische und in den verschiedenen Organen bleiben sie haften und entwickeln sich zu einer Finne (*Cysticercus cellulosae*). In diesem Stadium verharren sie nun zunächst ruhig; wird aber das Schwein vom Menschen wieder als Nahrung verwandt und Theile desselben mit eingeschlossenen Finnen roh gegessen, so entwickelt sich aus dem *Cysticercus* wieder im Darmcanale des Menschen ein Bandwurm. Zunächst wird die Kapsel der Finne verdaut, dann stülpt sich der in derselben liegende Kopf um, heftet sich mit Haken und Saugnapfen an und beginnt nach hinten neue Proglottiden abzusetzen. Die *Taenia solium* kann aber für die Gesundheit des Menschen verhängnissvoll werden, dadurch, dass sie sich im Körper desselben zu Finnen entwickelt. Der Bandwurm erzeugt Brechneigung, dadurch gelangen reife Proglottiden unter Umständen in den Magen des Menschen, werden hier verdaut und die frei werdenden Eier derselben gelangen in den Darmcanal, wo sie sich, wie sonst im Schweinedarm, zu Embryonen entwickeln; diese gehen

nun durch die Darmwandungen des Menschen in das Blut desselben über und gelangen durch den Blutstrom in die Organe des Körpers, in die Muskeln, die Augen und das Gehirn, wo sie sich zu Finnen umwandeln und selbstredend oft bedenkliche Functionsstörungen der betreffenden Organe veranlassen.

Ein weiterer, sehr gefährlicher Gast im Leibe des Menschen ist die Finne eines Hundebandwurmes, der *Taenia echinococcus*. Dieselbe ist sehr klein und entwickelt nur wenige Proglottiden; gelangen die letzteren oder die Eier aus denselben in den Darm des Menschen, so werden die Embryonen frei, gehen in verschiedene Organe (besonders in die Leber) über und bilden hier oft sehr grosse Blasen, die Tochterblasen und Bandwurmköpfchen entwickeln.

1. Familie: *Taeniadae*. Kopf kugelig oder birnförmig, stets mit vier musculösen Saugnapfen ausgestattet; dazu kommt noch ein einfacher oder doppelter Hakenkranz, welcher einem oft einziehbaren Stirnzapfen (*Rostellum*) ansitzt. Die Geschlechtsorgane münden an den Seiten des Körpers aus.

1. Subfamilie: *Cystotaeniae*, Blasenbandwürmer. — *Cystotaenia*. Die Köpfe entstehen an der Embryonalblase. *Taenia solium*. 2—3 Meter lang. Kopf mit doppeltem Hakenkranze. Reife Proglottide 9—10 mm lang, 6—7 mm breit; der Eibehälter macht 7—10 dendritische Verzweigungen (Wirth: Mensch, Zwischenwirth: Schwein). — *T. coenurus* im Hundedarm; Finne im Schaf als *Coenurus cerebralis*. — *T. saginata* s. *mediocanellata* im Darne des Menschen, 4 Meter lang; Kopf ohne Haken, Saugnapfe gross; Proglottide bis 18 mm lang, 7—9 mm breit; der Eibehälter entsendet 20—35 sich dichotomisch verästelnde Seitenzweige; die Finne lebt im Fleische des Rindes. — *T. echinococcus*, im Darne des Hundes, wenige mm lang; Finne in der Leber und Lunge des Menschen als *Echinococcus* lebend. Der Kopf der Taenie besitzt zahlreiche kleine Haken.

2. Subfamilie: *Cystoideae*. Der finnenähnliche Zustand von geringer Grösse ohne wässrige Flüssigkeit in der Blase. Die Jugendformen leben besonders in Wirbellosen. *T. cucumerina* im Darm der Stubenhunde, ihre Finne in der Hundelaut. *T. nana* im Darm des Menschen (Abessynier), ca. 20 mm lang. *T. flavopunctata* im menschlichen Darm.

2. Familie: *Bothriocephalidae*. An den Seiten des Kopfes nur zwei längliche, schwache Sauggruben. Die Geschlechtsorgane münden auf der Fläche der Proglottide aus. — *Bothriocephalus latus*, im Darm des Menschen, wird bis 9 Meter lang; die reifen Proglottiden sind 10—12 mm lang und 3—5 mm breit, gehen in grösseren, zusammenhängenden Abschnitten ab. Zwischenwirth noch nicht bekannt.

Weitere Familien: *Ligulidae*, leben im Darm der Vögel und in Knochenfischen. — *Tetrarhynchidae*, Kopf mit vier vorstülpbaren, mit Widerhaken bewehrten Rüsseln. Leben im Darm der Rochen und Haie, die Jugendform in Knochenfischen. Ebenso die *Tetraphyllidae*. Die *Caryophyllidae* leben in Knochenfischen und Würmern (?). *Amphilinidae* in Fischen.

2. Ordnung: **Trematodes**, Saugwürmer. Der Körper dieser Parasiten ist ungliedert, meist blattförmig, seltener drehrund. Darmcanal verzweigt, afterlos. Am Bauche liegen meist Saugscheiben.

Das Leben vom Ei bis zum ausgebildeten Individuum ist meist complicirter als das der Cestoden, indem die Trematoden durch drei Wirthe hindurch

gehen. In seltenen Fällen entschlüpft dem Ei ein Embryo, der sich ohne weiteres zur ursprünglichen, geschlechtsreifen Form entwickelt. In anderen Fällen gehen aus den meist ins Wasser abgelegten, kleinen Eiern contractile oder bewimperte Embryonen hervor, welche sich selbständig weiter bewegen und in einen ersten Wirth (Schnecke z. B.) gelangen. Hier bilden sich aus den Embryonen längere, verästelte Schläuche (Keimschläuche), die *Sporocysten* oder *Redien*, deren Inhalt in Zellhaufen zerfällt, die sich zu geschwänzten Formen, den *Cercarien*, umbilden (aus den ersten Schläuchen können auch zunächst Tochterschläuche hervorgehen, welche dann geschwänzte Cercarien produciren). Als Cercarie verlassen sie den als »Amm« zu bezeichnenden Keimschlauch und wandern wieder ins Wasser, wo sie sich frei bewegen und von einem Wurme, einer Schnecke, Fischen oder Fröschen u. s. w. aufgenommen werden, resp. sich in dieselben einbohren. In diesem zweiten Wirthe verlieren sie den Schwanz und kapseln sich in eine häutige Cyste ein. Mit dem Fleische dieses zweiten Wirthes gehen die Cysten nun eventuell in den Darmeanal eines dritten über, die Hüllen werden hier verdaut, und die ungeschwänzte, geschlechtslose Distomee dringt durch die Darmwandung hindurch und gelangt an die Stelle ihrer endlichen Ausbildung (Augenhöhle, Lunge, Blase u. s. w.). Der zweite Zwischenwirth kann jedoch auch fehlen, so dass aus der Cercarienform die Geschlechtsform hervorgeht.

4. Unterordnung: **Distomeae**. Die Distomeen besitzen ein bis zwei Saugnäpfe, jedoch keine Hakenkränze. Die Jugendformen leben meist in Mollusken, die Geschlechtsthiere im Darne der Wirbelthiere.

1. Familie: *Monostomidae*, mit nur einem Saugnapfe am Vorderende des Körpers. *Monostomum lentis* lebt als Jugendform in der Linse des Menschen. — 2. Familie: *Holostomidae*, mit zwei hinter einander liegenden Saugnäpfen. — 3. Familie: *Distomidae*, mit zwei Saugnäpfen, der vordere um den Mund gelagert, der hintere in der Mitte des Leibes. *Distomum hepaticum*, der Leberegel, lebt in der Jugend in einer kleinen Wasserschnecke, kommt mit dieser in den Darmeanal der Hausthiere und gelangt so in die Gallengänge und Leber. Der Körper ist breit, platt. Seltener findet er sich beim Menschen. *D. crassum*, im Darm der Chinesen. *D. heterophyes*, oval, vorn zugespitzt, 4—4,5 mm, im Darm der Aegypter. *D. haematobium*, Körper langgestreckt, der des Weibchens schlank, cylindrisch; Männchen mit starken Saugnäpfen. Leben paarweise in der Pfortader, Milz, Darm- und Harnblasenvenen der Aegypter (sehr verbreitet!). — 4. Fam.: *Gasterostomidae*, in Fischen.

2. Unterordnung: **Polystomeae**. Vorn zwei kleine, hinten ein oder mehrere Saugnäpfe; am Hinterende häufig noch zwei grosse Chitinhaken.

4. Familie: *Tristomidae*, hinten nur ein grosser, bauchständiger Saugnapf. — 2. Familie: *Polystomidae*, mehrere paarige, hintere Saugnäpfe mit Hakenbewaffnung. — 3. Familie: *Gyrodactylidae*.

3. Ordnung: **Turbellaria**, Strudelwürmer. Frei lebende, blatt- oder bandförmige, ovale Plattwürmer. Saugscheibe und Haken fehlen meist. Haut mit Flimmerhaaren bedeckt. In der Oberhaut sind grüne, braune oder schwarze Pigmente ausgeschieden. Die Entwicklung ist meist eine directe, selten wird ein Larvenstadium gebildet.

4. Unterordnung: **Rhabdocoela**. Körper rundlich; Darm afterlos, mit vorstülpbarem Pharynx. Meist Hermaphroditen.

Familien: *Opisthomidae*. *Derostomidae*. *Mesostomidae*. *Macrostomidae*. *Convolutidae*. *Prostomidae*. *Microstomidae*.

2. Unterordnung: **Dendrocoela**. Körper breit, platt, Seitenränder oft gefaltet, vorn hin und wieder tentakelartige Anhänge. Darm afterlos, verzweigt. Schlund musculös, vorstreckbar. Meist Hermaphroditen.

a) *Monogonopora*, nur eine Geschlechtsöffnung.

Familien: *Planariidae*. *Geoplanidae*, Landplanarien. *Leimacopsidae*, Landplanarien. Der Körper ist langgestreckt, abgeflacht.

b) *Digonopora*, Geschlechtsöffnung doppelt, meist marine Formen.

Familien: *Stylochidae*. *Leptoplanidae*. *Euryleptidae*.

4. Ordnung: **Nemertini**, Schnürwürmer. Langgestreckte, oft bandförmige Strudelwürmer. Darm gerade verlaufend, mit After. Rüssel vorstülubar. Getrennten Geschlechts. Die Formen sind meist marin.

1. Unterordnung: **Enopla**. Rüssel mit Stiletten bewaffnet. Seitlich des Kopfes zwei Spalten, welche in die Seitenorgane führen. Entwicklung ohne Metamorphose.

Familie: *Amphiporidae*. Die oberen Ganglien bedecken die unteren nicht.

2. Unterordnung: **Anopla**. Rüssel ohne Stilete. Die seitlichen Kopfspalten führen in die Seitenorgane ein. Entwicklung meist mit Larvenstadium.

Familien: *Lineidae*. *Cephalotricidae* und *Malacobdellidae*, ohne Kopfspalten und Seitenorgane.

II. Classe.

Nemathelminthes, Rundwürmer.

Der langgestreckte Körper ist drehrund, schlauch- oder fadenförmig, nicht gegliedert, höchstens geringelt. Das Vorderende ist mit Papillen oder Haken ausgestattet. Die Rundwürmer sind meist getrennt-geschlechtliche Parasiten. Die Entwicklung geht entweder direct oder vermittelt einer Metamorphose vor sich.

1. Ordnung: **Nematodes**, Fadenwürmer. Der Körper ist langgestreckt, drehrund, spul- oder fadenförmig. Der Darmcanal mit Mund und After. Am vorderen Körperende sind Papillen oder Spitzen, Haken und Stacheln ausgebildet. Meist legen die Nematoden Eier ab, seltener entwickeln sich diese im Körper schon zu Embryonen. Die Jugendformen leben in der Regel an anderen Orten als die geschlechtsreifen Thiere; die ersteren besitzen häufig am vorderen Ende Bohraparate, welche später verloren gehen. Die Entwicklung ist eine sehr wechselnde. Die Jugendformen können sich in den Körpern anderer Thiere bis zu einem gewissen Stadium entwickeln, sich daselbst auch eventuell einkapseln; gehen sie nun in ein weiteres Thier über, so bilden sie sich in diesem erst zu geschlechtsreifen Individuen aus. Andere Nematoden entwickeln sich in feuchter Erde zu sogenannten *Rhabditiden*, welche nun erst in den Körper eines späteren Wirthes eindringen. Solche *Rhabditis*-formen können auch

geschlechtsreif werden, einige Nachkommen erzeugen, welche dann in höhere Thiere einwandern und hier zur ausgebildeten Nematode heranwachsen.

1. Familie: *Ascaridae*. Körper verhältnissmässig kurz und dick. Mund mit drei papillenartigen Lippen (eine oben, zwei ventral). Hinteres Leibesende des Männchens gekrümmt und meist mit zwei Chitinstacheln bewehrt. *Ascaris lumbricoides*, Spulwurm des Menschen. Jugendform noch nicht genau nach ihrer Entwicklung bekannt. *A. megalocephala*, bis 37 cm lang, im Dünndarm der Pferde und Rinder. — *Oxyuris vermicularis*, der Madenwurm. Weibchen 10 mm lang, Männchen kleiner, mit Saugscheiben am hinteren Leibesende; sie leben in oft colossaler Menge im Dickdarm des Menschen; die Embryonen werden meist direct auf ihren ersten Wirth wieder übertragen.

2. Familie: *Strongylidae*. *Eustrongylus gigas*, bis 90 cm lang und 12 mm dick, kommt nur selten im Menschen vor. *Dochmius duodenalis*, 10—18 mm lang. Mit sechs Mundpapillen und zwei Spicula. Der Mund mit einer starken gezähnelten Hornkapsel bewehrt. Der Wurm kommt oft massenhaft im Dünndarm des Menschen vor (Nilländer, Brasilien, Italien). *D. equinum*, lebt als 20—40 mm langer Wurm im Darm und in den Gekrösearterien der Pferde und bewirkt die Kolik derselben.

3. Familie: *Trichotrachelidae*. *Trichocephalus dispar*, Peitschenwurm. Lebt in grosser Anzahl im Colon des Menschen. Der fadenförmige Vorderleib ist in die Magenschleimhaut eingesenkt, der verdickte Hinterleib ragt frei ins Darm-lumen hinein. Uebertragung durch Wasser, in welchem sich Embryonen des Wurmes entwickeln. — *Trichina*. Der Körper ist dünn. Die Geschlechtsöffnung des Weibchens liegt beinahe in der Mitte des Körpers, die des Männchens am hinteren Leibesende und trägt zwei conische Zapfen. *T. spiralis*, Trichine. Die nur wenige Millimeter langen Trichinen kommen als sogenannte Muskeltrichinen beim Genuss rohen Fleisches (besonders Schweinefleisches) in den Magen des Menschen, woselbst sie von der um sie abgeschiedenen Hülle (Kalkkapsel) befreit werden und sich dann nach 3—4 Tagen begatten, worauf das Weibchen bald eine grosse Anzahl (bis 1000) lebende Embryonen ablegt. Die Embryonen dringen durch die Darmwandungen und gelangen so in die verschiedensten Muskeln hinein, setzen sich in einer Muskelfaser fort, rollen sich innerhalb 14 Tagen auf und umhüllen sich mit einer gallertigen, aus zerfallener Muskelsubstanz bestehenden Hülle, um welche sich im Laufe der Zeit eine Kalkkapsel ausscheidet; die Trichine ist zur Muskeltrichine geworden. Das Schwein, welches meist die Muskeltrichinen auf den Menschen überträgt, wird durch Ratten, welche es frisst, inficirt.

4. Familie: *Filariidae*. *Filaria medinensis*, der Medinawurm. Fadendünn und beträchtlich lang, lebt in den Tropengegenden der alten Welt unter der Haut vieler Thiere und des Menschen. Die nur bekannten Weibchen sind vivipar und ohne Geschlechtsöffnung. Das vordere Leibesende des bis meterlangen Wurmes ist mit zwei kleineren und zwei grösseren Papillen ausgerüstet. Im Bindegewebe zwischen Muskel und äusserer Haut gelangt der Wurm zur Entwicklung, ruft hier nach der Geschlechtsreife eiterige Processe hervor, und mit dem Eiter gelangt die junge Brut nach aussen, hier vielleicht in kleine Wasserkrebse und durch diese wieder zurück in die Gewebe des Menschen (?).

5. Familie: *Mermithidae*, leben in Insecten. — 6. Familie: *Gordiidae*, in

Wasserinsecten und Fischen. — 7. Fam.: *Anguillulidae*. *Anguillula* s. *Tylenchus tritici*, Weizenälchen. Jugendform gelangt durch die Aussaat kranker Weizenkörner in die Erde, die kleinen Würmer kriechen in den Trieb des Weizenhalmes, später in die Aehre und in die sich bildende Frucht, wo sie sich begatten und die Körner nach und nach ganz mit Embryonen füllen. *A. aceti*, Essigälchen. — 8. Fam.: *Eunoptidae*, frei lebende kleine Nematoden.

Die **Desmocoleciden** sind geringelte Nematoden mit Borstenpaaren auf dem Rücken der meisten Leibessegmente.

Die *Chaetosomiden* zeigen ein kopfartig angeschwollenes vorderes Leibesende. Am Kopf sind im Halbkreis oft bewegliche Haken ausgebildet. An diese Gruppe ist die Gattung *Sagitta* anzureihen. Körper hyalin, Kopf scharf abgesetzt. Zu Seiten des Körpers zwei Flossen.

2. Ordnung: **Acanthocephali**, Kratzer. Der Körper ist rund, schlauchförmig, runzelig; am vorderen Ende befindet sich ein mit Widerhaken besetzter Rüssel, welcher in die Darmwandung des Wirthes eingebohrt wird.

Familien: *Echinorhynchus*, im Darmcanale vieler Wirbelthiere, sehr selten (!) im Menschen. *E. gigas*, im Schweine.

III. Classe.

Rotiferi s. Rotatoria, Räderthiere.

Der Körper zeigt nur eine Gliederung des Integuments. Am vorderen, erweiterten Leibesende befindet sich ein vorstülplbares, einfaches oder doppeltes, selten rudimentäres Räderorgan, welches aus Wimperkränzen besteht. Die Rotiferen sind getrennt-geschlechtlich; die Männchen waren ihrer Kleinheit wegen lange unbekannt. Die Weibchen produciren zweierlei Eier (s. S. 422).

Familien: *Floscularidae*, festsitzend, Räderorgan gelappt. *Philodinidae*. *Brachionidae*. *Hydatinidae*. *Asplanchnidae*. *Trochosphaeridae*. *Atrocha*.

An die Rotiferen sind die **Echinoderiden** und **Gastrotrichen** anzureihen.

IV. Classe.

Gephyrei, Sternwürmer.

Die Gephyreen besitzen einen meist cylindrischen, ungegliederten Körper, an dessen vorderem Ende ein Rüssel mit der Mundöffnung und häufig eine Anzahl von Tentakeln stehen. Als Bewegungsorgane können zwei Haken am vorderen, und am hinteren Leibesende zwei stabförmige Borsten entwickelt sein. Die Entwicklung geschieht durch Metamorphose.

1. Ordnung: **Gephyrei inermes**. Borstenlose Sternwürmer, mit der Mundöffnung am vorderen Ende des Rüssels, dieselbe wird von wimpernden Tentakeln umstellt.

Familien: *Sipunculidae*. *Priapulidae*.

2. Ordnung: **Gephyrei chaetiferi**. Körper ventral mit zwei Hakenborsten, hinten oft mit zwei Borstenkämmen ausgestattet. After endständig.

Familie: *Echiuridae*, mit der oft erwähnten *Bonellia*. *B. viridis*.

V. Classe.

Annelides, Gliederwürmer.

Der Körper ist rund oder von oben nach unten abgeplattet, äusserlich geringelt und im Innern in hinter einander liegende Metameren zerlegt. Bewegungsorgane sind als Haftscheiben (Blutegel) oder Borsten, welche auf kurzen Extremitätenstummeln sitzen, ausgebildet. Die Fortpflanzung geschieht geschlechtlich oder bei kleinen Chaetopoden durch Sprossung.

1. Ordnung: **Hirudinei**, Blutegel. Körper kurz, im Querschnitt ungefähr halbmondförmig, äusserlich geringelt oder glatt. Am vorderen und hinteren Leibesende je eine Saugscheibe. Mehrere äussere Ringel entsprechen einem inneren Segmente. Die Mundöffnung, welche mit Chitinkiefern bewehrt sein kann, liegt ventral in oder unter dem vorderen Saugnapf. Die Blutegel sind Zwitter.

1. Familie: *Rhynchobdellidae*. Vorderes Leibesende durch einen Rüssel innerhalb der Mundhöhle ausgezeichnet. *Ichthyobdellidae*, Fischegel. *Clepsinidae*, mit der mexicanischen officinellen *Haementaria mexicana*.

2. Familie: *Gnathobdellidae*. Kopf mit 3 Kiefern, Blut röthlich. *Hirudo*, mit 95 Ringeln. *H. medicinalis*, medicinischer Blutegel, wird im dritten Jahre geschlechtsreif.

3. Familie: *Branchiobdellidae*. Körper cylindrisch, wenig segmentirt.

2. Ordnung: **Chaetopodes**, Borstenwürmer. Der auch äusserlich segmentirte Körper trägt an fast jedem Segmente paarige Borsten, welche in Gruben oder auf Extremitätenstummeln stehen, daneben kommen Kiemen und Cirren als Anhänge vor. Kopf oft mit beweglichen Kieferzähnen am Schlunde ausgestattet; der letztere kann bei einzelnen Formen rüsselartig vorgestülpt werden.

1. Unterordnung: **Oligochaetae**. Ohne Schlundbewaffnung und ohne Anhänge an den einzelnen Segmenten. Am Leibe sind meist Tastborsten entwickelt. Die Oligochaeten sind Zwitter.

a) *Oligochaetae terricolae*. Leben in der Erde. Blut roth gefärbt.

Familien: *Lumbricidae* mit *Lumbricus terrestris*, Regenwurm. *Eudrilidae*, *Acanthodrilidae*. *Perichaetidae*. *Moniligastridae*.

b) *Oligochaetae limicolae*. Leben im Wasser.

Familien: *Phreoryctidae*. *Tubificidae*. *Enchytracidae*. *Naideae*.

2. Unterordnung: **Polychaetae**. Leben im Meere. Der Kopf wohl abgesetzt mit Fühlern und Cirren; die einzelnen Segmente mit Fussstummeln und Kiemen.

a) *Sedentaria*. Sie leben in festen Röhren. Kopf mit kurzem Rüssel ohne Kiefer. Kiemenanhänge fehlen oder sind auf wenige Segmente beschränkt.

Familien: *Saccocirridae*. *Opheliidae*. *Capitellidae*. *Thelethusidae*. *Maldanidae*. *Aricidae*. *Cirratulidae*. *Spionidae*. *Chaetopteridae*. *Sternaspidae*. *Chlorhaemidae*. *Terebellidae*. *Amphictenidae*. *Hermellidae*. *Serpulidae*.

b) *Nereidae*. Die Extremitätenstummeln zeigen die Borstenanhänge häufig

in Ruderform entwickelt. Sinnesorgane hoch entwickelt (Alciopidenauge s. S. 204).

Familien: *Aphroditidae*. *Palmyridae*. *Amphinomidae*. *Eunicidae*. *Nereidae*. *Nephtyidae*. *Glyceridae*. *Syllidae*. *Hesionidae*. *Phyllodocidae*. *Alciopidae*. *Tomopteridae*.

Angereiht an die Classen der Würmer wird die Gattung **Balanoglossus**. Die Kiemen sind innerlich entwickelt. Der Vorderkörper setzt sich rüsselartig von dem folgenden langen Abschnitte, der Kiemenregion, ab. Der Hinterleib zerfällt in einen Magenabschnitt mit vier Reihen Geschlechtsdrüsen, und in den Schwanztheil mit dem endständigen After.

V. Typus.

Arthropoda, Gliederfüssler.

Der Körper ist äusserlich streng bilateral-symmetrisch gebaut und heteronom segmentirt. Man kann im Allgemeinen an ihm einen vorderen Kopf-, einen mittleren Brust- und einen hinteren Abdominalabschnitt unterscheiden. Extremitäten treten an der Bauchfläche der Segmente auf und kann ein jedes Segment ein Paar erzeugen; allerdings erfahren dieselben dann in verschiedenen Abschnitten verschiedene Ausbildung, am Kopfe werden sie Fresswerkzeug, an der Brust Propulsionsorgane, am Endabschnitt des Körpers endlich Haftapparate zur Unterstützung der Begattung. Einzelne oder alle Segmente können verschmelzen. — Die Fortpflanzung ist eine geschlechtliche, oft durch unbefruchtete Eier, niemals durch Sprossung.

I. Classe.

Crustacea, Krebse.

Die Crustaceen bewohnen fast sämmtlich das Wasser und athmen daher durch Kiemen. Kopf und Brust verschmelzen häufig zu dem sogenannten Cephalothorax. Der Körper der Kruster ist meist von einer Kalkschale bedeckt. Die Entwicklung geht selten direct vor sich; meist tritt eine complicirte Metamorphose ein. Das Anfangsglied der Entwicklung ist die Naupliusform; der Larvenkörper ist oval, ungliedert und besitzt ventral drei Extremitätenpaare, welche den späteren Antennen und Mandibeln entsprechen. Das Auge ist einfach. Allmählich bilden sich von vorn nach hinten neue Segmente mit neuen Gliedmaassenpaaren aus. Die letzteren sind nach Art von Bewegungsorganen gebaut und wandeln sich erst später in Mundwerkzeuge u. s. w. um.

Bei höheren Crustaceen verlässt die Larve das Ei als *Zoea*, mit sieben Gliedmaassenpaaren und Abdominalsegmenten.

4. Gruppe:

Entomostraca.

1. Ordnung: **Phyllopoda**. Körper gestreckt, deutlich gegliedert, meist mit einer schildförmigen oder seitlich comprimierten, zweischaligen Hautduplicatur. 4 oder mehr Paar Schwimmfüsse.

1. Unterordnung: **Branchiopoda**. Körper deutlich segmentirt mit zweiklappiger oder schildförmiger Schale, 10—40 Paar Schwimmfüssen und deutlichen Kiemenanhängen.

1. Familie: *Branchiopodidae*, ohne Schalenumhüllung; 11 Beinpaare. *Branchipus*, in Wassertümpeln. Die zweiten Antennen des Männchens sind zu Greifantennen umgewandelt. Larven mit Naupliusform. — 2. Fam.: *Apusidae*, mit einer flachen dorsalen Kopfbrustschale, 30 und mehr Beinpaaren. *Apus cancriformis*, in austrocknenden Tümpeln; Männchen selten. — 3. Fam.: *Estheridae*, mit zweiklappiger Chitinschale.

2. Unterordnung: **Cladocera**, Wasserflöhe. Der seitlich comprimerte Körper ist bis auf den Kopf von einer zweiklappigen Schale umschlossen und trägt grosse Ruderantennen. 4—6 Paar Schwimmfüsse. Vielfach sind die Formen klein, jedoch sehr zahlreich.

Familien: *Sididae*, *Daphnidae*, zahlreich im Süsswasser. *Lynceidae*, *Polphemidae*.

2. Ordnung: **Ostracoda**, Muschelkrebse. Klein, seitlich comprimirt, Schale zweiklappig, 7 Gliedmaassenpaare.

Familien: *Cypridinidae*, *Halocypridae*, *Cytheridae*, *Cypridae*.

3. Ordnung: **Copepoda**. Körper gestreckt, wohl gegliedert, ohne Schale, 4 Paar Mandibeln, 4 Paar Maxillen, 2 Paar Kieferfüsse, 4—5 Paar Ruderbeine. Abdomen ohne Gliedmaassen, fünfgliedrig.

1. Unterordnung: **Eucopepoda**. Mundwerkzeuge kauend, stechend oder saugend. Ruderfüsse mit 2—3gliederigen, kurzen Aesten.

a) *Gnathostomata*. Mundtheile kauend; Oberlippe stark vorspringend. Unterlippe zweiklappig. Körpergliederung vollkommen.

Familien: *Cyclopidae*, *Cyclops*, häufig im Süsswasser. *Harpactidae*, *Calanidae*, *Pontellidae*, *Notodelphyidae*.

b) *Parasitica*. Mundtheile stechend oder saugend. Viele leben als Parasiten. Körpergliederung häufig zurückgegangen.

Familien: *Corycaeidae*, *Ergasilidae*, *Bomolochidae*, *Chondracanthidae*, mit stechenden Mundwerkzeugen ohne Saugrüssel. — *Ascomyzontidae*, *Caligidae*, *Dichelestidae*, *Lernaeidae*, *Lernaeopodidae*, mit wohl entwickeltem Saugrüssel. Die Weibchen der Lernaeiden werden wurmförmig, ohne scharfe Segmentirung.

2. Unterordnung: **Branchiura**. Kopfbruststück schildförmig, Abdomen flach, gespalten. Vor der Saugröhre des Mundes ein langer, vorstülpbare Stachel. Vier langgestreckte Schwimmpaare; Kieferfüsse in grosse Saugnapfe umgestaltet.

Familie: *Argulidae*, *Argulus foliaceus*, Karpfenlaus.

4. Ordnung: **Cirripedia**, Rankenfüssler. Der Körper ist mit einem Stiele, der vom Kopfende ausgeht, festgewachsen, ausserdem von einer Hautduplicatur

umhüllt, in welcher einzelne Kalkplatten ausgeschieden sind. Die Gliedmaassen bestehen aus meist 6 Paaren sogenannter Rankenfüsse, die Aeste derselben sind verlängert und mit Borsten besetzt (die Rankenfüsse können auch in der Anzahl zurückgehen oder ganz fehlen). Den Mund umstehen Oberlippe mit Lippentastern, 4 Paar Mandibeln und 2 Paar Maxillen. Gliedmaassen und Gliederung können endlich ganz fehlen, und der Körper kann sich einfach sack- oder scheibenförmig gestalten. Die Cirripeden sind meist Zwitter.

1. Unterordnung: **Thoracica**. Mantel mit Kalkplatten.

a) *Pedunculata*. 6 Paar Rankenfüsse. Mantel mit 5 Kalkplatten, ohne Muskeln zum Zusammenziehen, Körper gestielt.

Familien: *Lepadidae*. *Pollicipedidae*.

b) *Operculata*. Der Mantel ist durch Muskeln zusammenziehbar; Stiel kann fehlen. Sechs Rankenfusspaare. Zwei Mantellappen als Kiemen.

Familien: *Verrucidae*. *Chthamalidae*. *Balanidae*. *Coronulidae*.

2. Unterordnung: **Abdominalia**. Ungleich segmentirt, Mantel flaschenförmig. 3 Paar Rankenfüsse. Parasiten mit wohl ausgebildeten Mundtheilen. Männchen oft sehr klein und unvollkommen (Zwergmännchen).

Familien: *Alcippidae*. *Cryptophyalidae*.

3. Unterordnung: **Apoda**. Körper gestreckt, ohne Mantel, in 11 Segmente zerlegt, ohne Rankenfüsse. Parasiten mit Saugmund.

Familie: *Proteolepadidae*.

4. Unterordnung: **Rhizocephala**. Körper schlauch- oder scheibenförmig, ohne Segmente und Gliedmaassen. Mit einem kurzen Fortsatz, von welchem fadenförmige Fortsätze entspringen, heften sie sich parasitirend an und in andere Krebse fest. Mund- und darmlos.

Familie: *Peltogastridae*. Mantel sackförmig ohne Schalen.

2. Gruppe:

Malacostraca (*Aristoteles*).

Der Malakostrakenkörper zeigt in der Regel eine constante Anzahl von Segmenten und Gliedmaassenpaaren. Kopfbrusttheil mit 13, Abdomen mit meist 6 Segmenten; auf jedes Segment kommt ein Gliedmaassenpaar. Das Endstück des Leibes trägt den After (Afterplatte, *Telson*). Larven treten selten im Nauplius-, meist im Zoëa-Stadium auf.

I. Leptostraca.

Schale dünnhäutig, zweiklappig. Abdomen aus 8 Segmenten bestehend, die letzten beiden aber fusslos, nur mit langen, gabeligen Aesten.

Familie: *Nebalidae*. Körper seitlich comprimirt, 8 gesonderte Brustsegmente.

II. Arthrostraca, Ringelkrebse.

Kopf mit 2 Antennen-, 2 Maxillenpaaren, 4 Mandibeln-, 4 Maxillarfusspaar. Augen seitlich aufsitzend. Brust besteht aus 7 (selten 6 oder 5) Ringen mit 7 Beinpaaren. Abdomen meist mit 6 beintragenden Segmenten, dazu

ein letztes beinloses; das Abdomen kann sich reduciren oder rudimentär werden.

1. Ordnung: **Amphipoda**, Flohkrebse. Körper seitlich comprimirt. Brust aus 7 (selten 6) Segmenten mit kiementragenden Füßen bestehend; Abdomen meist langgestreckt, seine drei vorderen Beinpaare dienen zum Schwimmen, die drei letzten sind zu Springbeinen modificirt.

1. Unterordnung: **Laemodipoda**, Kehlfüssler. Vordere Beinpaare kehlständig, Abdomen verkümmert; Kopf und Brust verschmolzen.

Familien: *Caprellidae*, *Cyamidae*, parasitirend auf Walen.

2. Unterordnung: **Crevettina**. Kopf und Augen klein; Antennenpaare lang, vielgliederig; Kieferfüsse vielgliederig, beinartig.

Familien: *Dulichtiidae*, *Cheburidae*, *Corophiidae*, *Orchestiidae*, *Gammaridae*.

3. Unterordnung: **Hyperina**. Kopf und Augen gross. Antennen verschieden lang, das letzte Paar kann fehlen. Kieferfüsse klein, 2—3lappig, bilden die Unterlippe.

Familien: *Vibilidae*, *Hyperidae*, *Phronimidae*, *Platyscelidae*.

2. Ordnung: **Isopoda**, Asseln. Körper von oben nach unten comprimirt, breite Brustsegmente frei (7). Abdomen meist stark zusammengezogen, aus sechs Segmenten bestehend, deren fünf erste Beinpaare zu Schwimmfüßen und Kiemenfüßen umgeformt sind. Die Brustbeine sind Schreit- oder Klammerfüsse.

1. Unterordnung: **Anisopoda**. Abdomen mit zweiästigen, nicht als Kiemen verwandten Schwimm- oder Flossenfüßen.

Familien: *Tanaidae*, erstes Fusspaar als Scheerenfuss ausgebildet. *Anthuridae*, Mundtheile stechend oder saugend. *Pranizidae*.

2. Unterordnung: **Euisopoda**. Sieben freie Brustsegmente. Abdomen kurz und breit; Abdominalfüsse mit Kiemenlamellen.

Familien: *Cymothoidae*, *Sphaeromidae*, *Idoteidae*, *Munnopsidae*, *Asellidae* (*Asellus aquaticus*, Süßwasserassel), *Bopyridae*, *Etoniscidae*, *Oniscidae*, Landasseln, mit *Oniscus murarius*, Mauerassel, und *Armadillo officinarum*.

III. Thoracostraca, Schalenkrebse.

Die 7 Brustsegmente werden nach oben von einem Rückenschilde, welches den Cephalothorax überdeckt, dargestellt. Die Augen sind in der Regel gestielt. Die Kiemen sind büschelförmig, ihre Anheftung verschieden, entweder auf den Brust- oder den Abdominalfüßen.

1. Ordnung: **Cumacea**. Auge unpaar, oder zwei dicht neben einander stehende ungestielte Augen. Kopfbrustschild ist frei und lässt 4—5 Brustsegmente unbedeckt. 2 Kieferfusspaare. 6 Beinpaare, deren vorderste Spaltfüsse sind. Abdomen langgestreckt, 6gliedrig, mit 2, 3 oder 5 Schwimmfusspaaren.

Familie: *Diastylidae*.

2. Ordnung: **Stomatopoda**, Maulfüssler. Grosse Schalenkrebse. Brustsegmente kurz, Abdomen stark entwickelt. Fünf Paar Mundfüsse und 3 spaltästige Beinpaare. Schwimmfüsse des Abdomens mit Kiemenbüscheln.

Familie: *Squillidae*, Heuschreckenkrebe.

3. Ordnung: **Podophthalmata**, Stieläugige Schalenkrebse.

4. Unterordnung: **Schizopoda**, Spaltfüssler. Kopfbrustschild gross. 8 Paar Spaltfüsse mit oft hervorragenden Kiemenanhängen.

Familien: *Mysidae*. *Euphausidae*. *Lophogastridae*. *Chalaraspidae*.

2. Unterordnung: **Decapoda**, Zehnfüssler. Rückenschild gross, meist mit allen Kopfbrustsegmenten verwachsen. 3 oder 2 Kieferfusspaare und 5—6 Gehfusspaare, die zum Theil mit Scheeren bewaffnet sind.

1. **Macrura**, Langschwänze. Abdomen mächtig entwickelt, meist länger als der Cephalothorax, mit fünf Paar Afterfüssen und einer Schwanzflosse. Die inneren, oberen Fühler mit 2 bis 3 Geisselfortsätzen, die äusseren Fühler mit einem, jedoch meist mit einer Schuppe versehen.

Familien: *Sergestidae*. — *Carididae*, Garneelen; Rückenschild meist in einen langen Schnabel ausgezogen (*Peneus*, *Palaemon*). — *Astacidae*. Körper gross, Kopfbrustschild mit querer Suture; die äussere Antenne mit langer Geissel und kleiner Schuppe; vorderes Beinpaar mit mächtiger Scheere (*Astacus fluviatilis*, Flusskrebs, und *Homarus vulgaris*, Hummer). — *Palinuridae*. *Gala-theidae*. *Thalassinidae*. — *Paguridae*, mit *Pagurus*, Einsiedlerkrebs, Abdomen häutig, in Schneckenschalen versteckt. — *Hippidae*.

2. **Brachyura**, Kurzschwänze. Körper zusammengedrückt, Kopfbrustschild breit; das Weibchen schlägt das Abdomen unter dasselbe. Abdomen ohne Schwanzflosse.

a) **Notopoda**. Das letzte und oft auch das vorletzte Beinpaar nach dem Rücken zu erhoben.

Familien: *Porcellanidae*. *Lithodidae*. *Dromiidae*. *Dorippidae*.

b) **Oxystomata**. Schale mehr rundlich, 6 bis 9 Kiemen jederseits. Kiemenhöhle öffnet sich am Munde.

Familien: *Raninidae*. *Leucosiidae*. *Calappidae*.

c) **Oxyrhyncha**. Kopfbrusttheil dreieckig, vorn zugespitzt. Jederseits 9 Kiemen. Nervensystem sehr concentrirt.

Familien: *Majidae*. *Parthenopidae*.

d) **Cyclometopa** s. **Cancroidea**, Bogenkrabben. Kopfbrustschild breit, nach hinten schmaler werdend. Jederseits 9 Kiemen.

Familien: *Canceridae* mit *Cancer pagurus*, Taschenkrebs. — *Eriphidae*. *Portunidae*. *Corystidae*. *Telphusidae*.

e) **Catometopa**. Cephalothorax viereckig. Meist weniger als 9 Kiemenpaare.

Familien: *Pinnotheridae*. *Gonoplacidae*. *Ocypodidae*. *Grapsidae*. *Gecarcinidae*, Landkrabben.

3. Gruppe.

Gigantostraca.

Nur noch in einer Gattung fortbestehend, sonst fossil. Im Silur finden sich riesige *Merostomen* (*Eurypterus*).

Lebende Ordnung: **Xiphosura**, Schwertschwänze, mit der gleichnamigen einzigen Familie.

Gattung: *Limulus*. *L. moluccanus*, der Molukkenkrebs. Cephalothorax gross, schildförmig, unter dem Kopfbrustschild befinden sich 6 Gliedmaassenpaare, das vordere steht vor der Mundöffnung als Fühler, die anderen seitlich der-

selben als Kauwerkzeuge. Abdomen schildförmig, ist mit einem queren Gelenk an der Brust angeheftet und einschlagbar, trägt 5 Paar lamellöse Füße mit 5 Paar Kiemenanhängen. Auf das Abdomen folgt ein schwertförmiger, beweglicher Schwanzstachel. *L. longispinus*, Japan, *L. polyphemus*, Nordamerika.

II. Classe.

Arachnoidea.

Der Körper zerfällt nur selten in drei gesonderte Abschnitte: Kopf, Brust und Abdomen. Meist sind Kopf und Brust zum Cephalothorax vereint; selten verschmilzt auch noch der Hinterleib mit dem letzteren. Kopf nur mit zwei Anhängen (Mundwerkzeuge). Brust mit 8 Beinen. Abdomen ohne Gliedmassen, meist auch ohne Segmentirung. Athmung in der Regel durch Tracheen.

1. Ordnung: **Linguatulida**, Zungenwürmer. Parasiten mit wurmförmig gestrecktem, geringeltem Körper. Um den kieferlosen Mund stehen zwei Paar von Klammerhaken. Ohne Tracheenathmung.

Familie: *Pentastomidae*. *Pentastomum taenioides*, in den Nasenhöhlen und Stirnsinus des Hundes und Wolfes. Die Eier der Pentastomiden gelangen mit dem Nasenschleim an Pflanzen, von hier in den Magen des Kaninchens u. a. Herbivoren, selten in den des Menschen. Die Embryonen gehen durch die Darmwandungen hindurch in die Leber, wo sie sich zunächst encystiren, dann nach Ablauf einer Metamorphose zu beinahe erwachsenen Formen ausbilden, die Leber wieder durchbrechen, eine Zeitlang wandern und sich von Neuem einkapseln. In diesem Stadium gelangen sie in die Rachenhöhle eines Hundes oder Wolfes und entwickeln sich dann hier wieder, wie angegeben. *P. constrictum*, lebt im Jugendzustand in der Leber der Neger in Aegypten.

2. Ordnung: **Acarina**, Milben. Körper gedrungen, ungegliedert. Abdomen und Cephalothorax mit einander verschmolzen. Athmen meist durch Tracheen. Mundwerkzeuge stechend oder saugend:

1. Familie: *Dermatophili*, Haarbalgmilben. Klein, lang gestreckt, Abdomen geringelt, Kopf mit Saugrüssel, Beine stummelartig, mit Haken bewehrt. *Demodex folliculorum*, in den Talgdrüsen des Menschen und vieler Säuger.

2. Familie: *Sarcoptidae*, Krätzmilben. Klein, ohne Augen und Tracheen. Männchen mit Chitinstacheln am Körper. *Sarcoptes scabiei*, Krätzmilbe des Menschen, lebt unter der Oberhaut in Säugern. *Dermatodectes*, parasitirt auf Hausthieren.

3. Familie: *Tyroglyphidae*, Käsemilben. Langgestreckt, mit fünfgliederigen langen Beinen.

4. Familie: *Gamasidae*. Schmarotzer auf Insecten, Vögeln, Säugern und Menschen.

5. Familie: *Ixodidae*, Zecken. Gross, flachgedrückt, Blutsauger, Tracheenathmer. *Ixodes reflexus*, gelegentlich am Menschen.

Weitere Familien: *Phytoseptidae*, Gallmilben. *Trombididae*, Laufmilben.

Hydrachnidae, Wassermilben. *Oribatidae*. *Bdellidae*. An die Milben werden die Asselspinnen angereicht, *Pygogonidae*.

3. Ordnung: **Tardigrada**. Hermaphroditen. Mundwerkzeuge saugend oder stechend. Ohne Herz und Tracheen. Körper wurmförmig gestreckt. Beine kurz. Leben im Wasser.

Familie: *Arctiscoideae*.

4. Ordnung: **Araneida**, Spinnen. Die klauenförmigen Kieferfühler sind mit Giftdrüsen versehen, die Kiefertaster sind beinartig. Abdomen ungegliedert, sitzt mit einem kurzen Stiel dem Cephalothorax an, am Hinterende des Abdomens liegen die Oeffnungen von 4—6 Spinndrüsen, im Abdomen 2 oder 4 Fächertracheen, sogenannte Lungensäckchen. Entwicklung ohne Metamorphose.

a) *Tetrapneumones*. 4 Lungen und 4, selten 6 Spinnwarzen.

1) **Territelariae**, Erdspinnen, weben Gänge in Ritzen der Bäume, in Erdlöcher u. s. w., welche sie durch einen Deckel verschliessen.

Familie: *Theraphosidae*. *Mygale avicularia*, Vogelspinne.

b) *Dipneumones*. Mit 2 Lungen und 6 Spinnwarzen.

2) **Saltigradae**, Springspinnen. Bauen keine Netze.

Familien: *Attoidae*. *Eresoidae*.

3) **Citigradae**, Wolfsspinnen. Beine lang und stark.

Familien: *Lycosidae*. *Oxyopidae*.

4) **Laterigradae**, Krabbenspinnen. Abdomen breit, flach.

Familien: *Thomisidae*. *Philodromidae*. Laufen rückwärts und seitwärts.

5) **Tubitelariae**, Röhrenspinne. Weben filzige Röhren.

Familien: *Dysderidae*. *Drassidae*. *Argyronetidae*, leben im Wasser, woselbst sie Gespinnste weben und mit Luftblasen füllen. *Agalenidae*.

6) **Retitelariae**, Weberspinnen. Bauen regelmässige Netze. Von den 8 Augen stehen die mittleren 4 im Quadrat.

Familien: *Pholcidae*. *Theridiidae*.

7) **Orbitelariae**, Radspinnen. Augen in zwei Querreihen, weit abstehend.

Familien: *Epeiridae*. *Epeira diadema*, Kreuzspinne. — *Tetragnathidae*. *Uloboridae*.

5. Ordnung: **Phalangida**, Afterspinnen. Kieferfühler scheerenförmig. Beine lang und dünn. Abdomen und Cephalothorax breit verwachsen, ersteres gegliedert. Spinndrüsen fehlen. Athmen durch Tracheen.

Familien: *Phalangidae*. *Gonyleptidae*. *Cyphophthalmidae*. *Gibocellidae*. Gemein ist *Phalangium opilio*, der Weberknecht.

6. Ordnung: **Pedipalpi**, Scorpionspinnen. Vorderbeine fuhlerartig verlängert. 2 Paar Lungen. Abdomen 11—12 gliederig. 8 Augen, 2 grössere an der Stirn. *Phrynus* ist vivipar. Die Arten sind giftig.

Familien: *Phrynidae*. *Thelyphonidae*.

7. Ordnung: **Scorpionidea**, Scorpione. Kieferfühler und Kiefertaster scheerenförmig, letztere beinartig verlängert. Dem Cephalothorax sitzt ein 7gliederiges, rundes Praeabdomen an, auf welches ein 6gliederiges, dünnes Postabdomen folgt. Schwanzende mit Giftstachel. 4 Paar Fächertracheen. Die Scorpione sind vivipar.

Familien: *Androctonidae*; *Buthus occitanus*, in Spanien und Griechenland. — *Telegonidae*. *Scorpionidae*; *Heterometrus africanus*; *Scorpio europaeus*, in Italien und Tyrol.

8. Ordnung: **Pseudoscorpionidae**, Afterscorpione. Klein, scorpionen-ähnlich gebaut. Hinterleib 40- oder 44gliederig. 2—4 Augen. Tracheenathmer. Giftstachel fehlt.

Familien: *Chernetidae*. *Chelifer cancroides*, Bücherscorpion.

9. Ordnung: **Solifugae**, Walzenspinnen. Kopf und Brustabschnitt getrennt; Hinterleib langgestreckt, 9—10gliederig; Kieferfühler scheerenförmig; Kiefertaster beinartig. Tracheenathmer.

Familie: *Solpugidae*. Leben in warmen Gegenden.

III. Classe.

Onychophora.

Der Körper der Onychophoren ist gestreckt, wurmförmig; Kopf abgesetzt. Es sind zwei Fühler, zwei einfache Augen und an jedem der 14—30 Segmente ein Paar Gliedmaassenstummel entwickelt.

Familien: *Peripatidae*. *Peripatus*.

IV. Classe.

Myriopoda, Tausendfüsse.

Kopf abgesetzt, mit einem Paar Fühler und zwei Paar Kiefern. Der Leib ist in hintereinander folgende, gleiche Segmente getheilt, deren 9—80 vorhanden sein können. Athmen durch Tracheen.

1. Ordnung: **Chilognatha**. Körper rund oder halbcylindrisch, die mittleren und hinteren Leibessegmente tragen je zwei Beinpaare.

Familien: *Polyzonidae*. *Julidae*. *Julus*, erster Brusttring breiter als die anderen. — *Polydesmidae*. *Polyxenidae*. *Glomeridae*.

2. Ordnung: **Chilopoda**. Körper meist flach gedrückt. Kopf mit langen, vielgegliederten Fühlern und grossem Kieferfusse. Jeder Leibesring mit einem Gliedmaassenpaare.

Familien: *Geophilidae*. *Scolopendridae*. *Lithobiidae*. *Sentigeridae*.

V. Classe.

Insecta, Insecten.

Der Körper zerfällt in Kopf, Brust und Abdomen. Der Kopf trägt ein Fühlerpaar und verschieden gestaltete Mundwerkzeuge; die dreigliederige Brust besitzt drei Beinpaare und ein oder zwei Flügelpaare an Mittel- und Hinterbrust. Abdomen 10gliederig oder reducirt, ohne Gliedmaassen. Athmung durch Tracheen. Fortpflanzung vermittelt einer mehr oder minder compli-

cirten Metamorphose. Die Larven vieler Insecten leben als Parasiten im Inneren anderer Thierformen, die ausgebildeten Individuen schmarotzen oft auf Insecten und Wirbelthieren.

1. Ordnung: **Orthoptera**, Geradflügler. Flügellose oder mit zwei Paar ungleich ausgebildeten Flügeln. Mundtheile beissend. Der grosse Kopf trägt meist zwei lange, vielgliedrige Fühler und zwei grosse, seitliche Facettenaugen. Die Vorderbrust ist gegen die Mittelbrust beweglich abgesetzt. Der Hinterleib zeigt sich an der Hinterbrust in seiner ganzen Breite angewachsen und ist stets deutlich segmentirt.

1. Unterordnung: **Thysanura**. Körper flügellos, behaart oder beschuppt; am hinteren Leibesende sind Borsten entwickelt, welche eingeschlagen und als Springapparat benutzt werden können. Entwicklung ohne Metamorphose.

Familien: *Campodeidae*, *Poduridae*, Springschwänze. *Lepismidae*, Borstenschwänze, mit *Lepisma saccharina*, Zuckergast, Silberfischchen.

2. Unterordnung: **Orthoptera genuina**. Vorderflügel klein, schmal und fest; Hinterflügel breit, häutig, zusammenfaltbar.

a) **Cursoria**, mit Laufbeinen.

Familien: *Forficulidae*, Ohrwürmer, leben von Pflanzen. *Blattidae*, Körper flach, oval, Prothorax grosschildförmig, Fühler lang, die Eier werden in Kapseln abgelegt. *Periplaneta orientalis*, Küchenschabe.

b) **Gressoria**, mit Schreitbeinen.

Familien: *Mantidae*, Fangheuschrecken. Körper lang, Vorderfüsse in Raubfüsse umgewandelt. *Mantis religiosa*, Gottesanbeterin. — *Phasmidae*, Gespenstheuschrecken.

c) **Saltatoria**, die Hinterbeine zum Springen eingerichtet.

Familien: *Acrididae*, Feldheuschrecken. *Locustidae*, Laubheuschrecke, mit *Locusta viridissima*, grünes Heupferd. *Gryllidae*, Grillen oder Grabheuschrecken. *Grillus domesticus*, Heimchen. *Grillotalpa vulgaris*, Maulwurfsgrille.

3. Unterordnung: **Orthoptera Pseudo-Neuroptera**. Flügel dünnhäutig, gleich gebaut, meist zusammenfaltbar.

a) **Physopoda**, Blasenfüsse, mit saugenden Mundtheilen.

Familie: *Thripsidae*, Fussglieder mit Saugscheiben. Fühler fadenförmig.

b) **Corrodentia**, Flügel wenig geadert, oft ohne Querader.

Familien: *Psocidae*, Bücherläuse. Flügellose, kleine Insecten. *Troctes pulsatorius*, Bücherlaus. — *Embiidae*. — *Termitidae*, Termiten; gesellig lebende Thiere, die Geschlechtsthiere sind geflügelt.

c) **Amphibiotica**. Larven leben im Wasser und athmen durch Tracheenkiemen.

Familien: *Perlidae*, Afterfrühlingsfliegen. *Perla viridis*, grüne Florfliege. *Ephemeridae*, Eintagsfliegen, Haffe. *Ephemera vulgata*. — *Libellulidae*, Wasserjungfern. *Agriion*. *Aeschna*. *Libellula*.

2. Ordnung: **Neuroptera**, Netzflügler. Der Kopf besitzt beissende oder saugende Mundwerkzeuge. Die beiden Laden der Unterlippe sind mit einander verwachsen. Der Prothorax ist stets frei beweglich. Die Flügel sind häutig, netzförmig geadert, fast gleich gestaltet, die hinteren können häufig zusammen-

gefaltet werden; in vielen Fällen sind die Flügel mit Schuppen und Haaren bedeckt. Die Beine mit 5gliederigen Tarsen. Das Abdomen 8—9gliederig. Die Metamorphose ist unvollkommen, indem die Puppe, welche das Ruhestadium der Larve bildet, schon die Theile des geflügelten Insectes zeigt. Die Larven leben im Wasser.

1. Unterordnung: **Planipennia**. Alle Flügel gleichartig, die hinteren nicht faltbar. Mundtheile sind kräftige Kauwerkzeuge.

Familien: *Sialidae*. *Panorpidae*, Schnabelfliegen. *Hemerobidae*, Florfliegen, mit *Chrysopa perla*, Florfliege. — *Myrmeleontidae*, Ameisenlöwen; die Larven, deren Kopf gross und mit mächtigen Mandibeln ausgestattet ist, graben häufig Trichter in den Sand, in welchen sie sich aufhalten und ihre Beute fangen.

2. Unterordnung: **Trichoptera**. Flügel mit Schuppen oder Haaren ausgestattet, die Hinterflügel sind meist einschlagbar. Oberlippe verkümmert, Unterkiefer und Unterlippe zu einem Saugrüssel verschmolzen. Die Larven leben im Wasser, die der *Phryganiden* umkleben ihren Körper mit einer Hülle von Sand, Steinchen, Schneckenhäusern, Pflanzentheilen u. s. w., das Gehäuse der *Helicopsyche* ist schneckenhausartig gewunden.

Familie: *Phryganidae*, Frühlingsfliegen.

3. Ordnung: **Strepsiptera**, Fächerflügler. Die Vorderflügel sind stummelförmig, an der Spitze aufgerollt; die Hinterflügel gross, meist faltbar. Die Mundtheile sind wenig entwickelt. Nur die Männchen sind freilebend, die Weibchen parasitiren in Bienen, Wespen u. a. und erweisen sich augen-, bein- und flügellos.

Familie: *Stylopidae*.

4. Ordnung: **Rhynchotha**, Schnabelkerfe. Die Mundwerkzeuge sind selten beissend, meist ist die Unterlippe zu einem Schnabel umgewandelt. Mandibeln und Maxillen sind in Stechborsten umgewandelt. Flügel sind zu vier, selten zu zwei oder gar nicht ausgebildet. Zwei Stigmen am Thorax, sechs am Abdomen.

1. Unterordnung: **Aptera s. Parasitica**. Flügellos; die Mundtheile entweder schwache beissende, oder einziehbare stechende. Brust wenig segmentirt; Hinterleib 9gliederig.

1. Familie: *Pediculidae*, Läuse. Flügellos, Mundtheile saugend und stechend, Unter- und Oberlippe zu einer Widerhaken tragenden Scheide umgewandelt, in welcher die zu einem Stechrüssel modificirten Ober- und Unterkiefer bewegt werden. — *Pediculus capitis*, Kopflaus, schlank gebaut. *P. vestimenti*, Kleiderlaus, grösser und heller gefärbt. *Phthirus pubis*, Filzlaus, herzförmig, mit kleinem Kopf und grossen Krallen.

2. Familie: *Mallophaga*, Pelzfresser. Prothorax deutlich, Mundtheile beissend; leben auf Säugern und Vögeln von jungen Haaren und Federn, sowie von Blut. *Trichodectes canis*, Hundelaus.

2. Unterordnung: **Phytophthires**, Pflanzenläuse. Vier- oder zweiflügelig. Die Kiefer in vier lange Stechborsten verwandelt, mit langem Schnabel.

1. Familie: *Coccidae*, Schildläuse. Männchen geflügelt, Weibchen flügellos, die letzteren mit langem Schnabel im Gegensatz zu den ersteren. Der

Körper des Weibchens oft mit einem Schilde bedeckt. *Coccus cacti*, Cochenillenlaus.

2. Familie: *Aphidae*, Blattläuse. Meist geschnäbelt und mit vier häutigen Flügeln versehen, die Geschlechtsthiere können schnabellos, Männchen und Weibchen auch hin und wieder flügellos sein. Im Frühjahr und Sommer gelangen geflügelte, lebendig gebärende (unbefruchtete) Weibchen zur Entwicklung; im Herbst folgt dann meist erst eine Geschlechtsgeneration, welche aus geflügelten Männchen und flügellosen Weibchen besteht, die sich befruchten, worauf das Weibchen Eier ablegt. Die Reblaus entsteht im Frühjahr aus einem unter der Rinde abgelegten Ei, erzeugt zunächst an den Blättern Gallen und pflanzt sich ungeschlechtlich fort, die ungeschlechtlichen, flügellosen Generationen gehen an die Wurzeln, saugen diese an und produciren später Eier, aus denen Männchen und Weibchen hervorgehen.

a) Blattläuse, Fühler 7—6gliederig. *Aphis*.

b) Rindenläuse, Fühler 3gliederig. *Chermes* und *Phylloxera vastatrix*, Reblaus.

3. Familie: *Psyllidae*, Blattflöhe, Fühler 10gliederig.

3. Unterordnung: **Cicadaria**, Cicaden, Zirpen. Die Flügel sind häutig, lang, die vorderen oft lederartig und gefärbt; der Schnabel ist lang, dreigliederig. Die Hinterbeine sind häufig Sprungbeine. Die Männchen der Singcicaden besitzen ein trommelartiges Stimmorgan am Hinterleibe.

Familien: *Cicadellidae*, die Larven leben oft in einer Schaumhülle (Kukuspeichel). *Membracidae*, Buckelzirpen. *Fulgoridae*, Leuchtzirpen, Kopf mit grossen, stark aufgetriebenen Fortsätzen. *Cicadidae*, Singcicaden, Hinterleib mit Stimmorgan.

4. Unterordnung: **Hemiptera**, Wanzen. Der Körper ist flach und breit, entweder flügellos oder mit flach aufliegenden Flügeln.

a) *Hydrocorisae*, Wasserwanzen. Fühler kurz, 3—4gliederig, Tarsen 3, 2—4 gliederig, saugen Thiere an.

Familien: *Notonectidae*, Rückenschwimmer. *Notonecta glauca*, Wasserwanze. — *Nepidae*, Wasserscorpione, Vorderbeine zu Raubfüssen umgewandelt, Tibia und Tarsus gegen den Femur einschlagbar. *Nepa cinerea*, Wasserscorpion mit langer Athemröhre. — *Galgulinidae*.

b) *Geocores*, Landwanzen; Fühler 4—3gliederig, Tarsen 3gliederig.

Familien: *Hydrometridae*. *Reduviidae*, Schreitwanze. *Acanthiidae*, Hautwanze. *Acanthia lectularia*, Bettwanze, in Grossstädten häufig. *Capsidae*, Blindwanzen. *Lygaeidae*, Saugwanzen. *Coreidae*, Randwanzen. *Pentatomidae*, Schildwanzen.

5. Ordnung: **Diptera**, Zweiflügler. Kopf mit grossen Facettenaugen; Vorderflügel lang und oft breit, nicht zusammenfaltbar, glasig; Hinterflügel rudimentär als sogenannte Schwingkölbchen (*Halteren*) ausgebildet, selten fehlen die Flügel. Abdomen gegliedert. Fühler klein, mit borstenförmigem Anhang oder lang vielgliederig, oft gefiedert. Mundtheile saugend oder stechend; die Saugröhre ist aus den Unterlippen hervorgegangen. Vollkommene Metamorphose.

4. Unterordnung: **Brachycera**, Fliegen. Fühler kurz, meist 3gliedrig, in einer Borste endigend. Flügel meist vorhanden.

a) Pupiparae, Lausfliegen. Abdomen breit, flach. Flügel sind rudimentär oder fehlen; schmarotzen auf Säugern, selten auf Insecten.

Familien: *Braulidae*, Bienenläuse. *Nycteribiidae*, Fledermausfliege, langbeinig; Kopf beweglich und zurückschlagbar. — *Hippoboscidae*, Lausfliegen. *Melophagus ovinus*, Schafzecke. *Hippobosca equina*, Pferdelaus.

b) Muscaria. Mit Stirnblase und verkümmerten Maxillen. Puppen in sogenannten Tönnchen eingeschlossen.

Familien: *Phoridae*. *Acalypterae*. *Muscidae*, Rüssel endet in einer herzförmigen, weichen, fleischigen Anschwellung. *Musca domestica*, Stubenfliege. *Musca vomitoria*, Brummfliege. *Sarcophaga carnaria*, Fleischfliege. — *Conopidae*. *Stomoxysidae*. *Oestridae*, Larven leben in den Athemhöhlen, unter der Haut und im Darmcanal der Säugethiere. — *Syrphidae*, Schwebfliegen. *Platyppezidae*, Pilzfliegen.

c) Tanystomata. Rüssel lang, mit stiletförmigen Kiefern.

α) Orthocera, Larven mit Kieferkapseln und Hakenkiefern.

Familien: *Dolichopodidae*. *Empidae*. *Asilidae*, Raubfliegen. *Bombyliidae*, Hummelfliegen. *Henopiidae*. *Therevidae*.

β) Cyclocera, Larven mit abgesetztem Kopf, Puppe frei.

Familien: *Tabanidae*, Bremsen. *Tabanus bovinus*, Rinderbremse. *Leptidae*, Schnepfenfliegen. *Xylophagidae*, Holzfliegen. *Stratiomyidae*, Waffenfliegen.

2. Unterordnung: **Nemoceras**. **Tipulariae**, Langhörner. Langgestreckte zarte Formen. Fühler vielgliedrig, oft buschig. Beine lang, dünn. Flügel oft behaart. Rüssel kurz, häufig mit Stechborsten ausgerüstet. Larven mit abgesetztem Kopfe. Puppe ruhend oder frei beweglich. Die Weibchen saugen meist Blut.

Familien: *Bibionidae*. *Simulia columbacschensis*, Komlumbacsche Mücke, oft schaaarenweise auf Viehheerden in Ungarn. *S. pertinax*, Musquito in Südamerika. — *Fungicolae*, Pilzmücken; die Larven von *Sciara Thomae* wandern in grossen Zügen (Heerwurm). — *Noctuiiformes*, Eulenartige Mücken. *Culiciformes*, *Corethra plumicornis*. — *Culicidae* mit *Culex pipiens*, Stech- oder Singmücke. — *Gallicolae* mit *Cecidomyia*. *C. destructor*, Hessenfliege als Weizenverwüster in Nordamerika. — *Limnobiidae*, Schnaken.

3. Unterordnung: **Apahniptera**, Flöhe. Flügellose, seitlich plattgedrückte Dipteren; Thoraxsegmente getrennt, Fühler kurz.

Familie: *Pulicidae*. Oberlippe fehlt, Mandibeln sägeartige Stechapparate, die Unterlippe umschliesst als Rüsselscheide die Stechborste. *Pulex irritans*, Floh des Menschen. *Sarcopsylla penetrans*, Sandfloh, bohrt sich in die Fusshaut des Menschen und vieler Säuger und legt hier seine Eier ab, die Larven erzeugen Geschwüre.

6. Ordnung: **Lepidoptera**, Schmetterlinge. Kopf gross, mit zwei Facettenaugen; Fühler lang, gegliedert und von verschiedener Form. Oberlippe und Mandibeln als Rudimente vorhanden; die Unterkiefer bilden je eine Halbrinne, welche sich rüsselartig auf einander legen. Kiefertaster rudimentär,

Lippentaster kurz, buschig; Unterlippe dreieckig, klein. Die Thoracalringe sind verschmolzen; meist trägt die Brust vier beschuppte Flügel. Eier, Raupen und Puppen sind als Jugendzustände bekannt.

4. Unterordnung: **Microlepidoptera**, Kleinschmetterlinge. Klein, zart gebaut. Flügel hin und wieder in Lappen gespalten.

Familien: *Pterophoridae*, Federgeistchen. *Teneidae*, Flügel lang und schmal, Fühler borstenförmig; *Tinea granella*, Kornmotte. Eier am Getreide, die Larven zerstören als sogenannter weisser Kornwurm die Körner. *T. pellionella*, Pelzmotte. — *Tortricidae*, Wickler. *Grapholitha pomonella*, Apfelwickler. — *Pyralidae*, Zünsler.

2. Unterordnung: **Geometrina**, Spinner. Der Körper ist schlank, der Kopf klein, mit borstenförmigen Tastern; die Raupen besitzen 8—6 Fusspaare, die am vorderen und hinteren Leibesende stehen, sie bewegen sich spannend.

Familien: *Phylometridae*. *Dendrometridae*.

3. Unterordnung: **Noctuidae**, Eulen. Der Leib ist breit, die Flügel dunkel gefärbt; Fühler sind lang, beim Männchen oft verkümmert. Raupen behaart oder nackt, mit 8, 7 oder 6 Paar Beinen.

Familien: *Deltoideae*. *Ophiuinae*, Ordensbänder. *Phasiidae*. *Agrotidae*. *Orthosiidae*. *Cuculiidae*. *Hadenidae*. *Acronyctidae*.

4. Unterordnung: **Bombycina**, Spinner. Körper breit, dicht behaart. Fühler borstenförmig, beim Männchen gekämmt. Dem Weibchen können die Flügel fehlen oder verkümmern. Raupen leben in grösseren Gesellschaften in oft gemeinsamen Gespinnsten.

Familien: *Lithosiidae*. *Euprepiidae*. *Liparidae*, mit der Laub- und Nadelholz schädlichen *Liparis monacha*, Nonne. — *Notodontidae*, mit *Cnethocampa processionea*, Processionsspinner, Raupe lebt schaarenweise auf Eichen, schädlich und gefährlich. — *Bombycidae* mit *Gastropacha pini*, Raupe, schädlich auf Nadelholz. *Bombyx mori*, Seidenspinner: das Puppengespinnt der Raupe liefert die Seidenfäden. — *Saturniidae*. *Psychidae*, Raupen in Säckchen, welche oft schneckenhausartig gewunden sind. — *Zygaenidae*. *Capsidae*. *Hepialidae*.

5. Unterordnung: **Sphingina**, Schwärmer. Körper langgestreckt, vorn breit, hinten spitz; Vorderflügel lang und schmal, bedeutend grösser als die Hinterflügel; Raupen mit 8 Beinpaaren.

Familien: *Sesiidae*, Glasflügler. *Sphingidae*, mit *Acherontia atropos*, Todtenkopf. *Sphinx elenor*, Wolfsmilchschwärmer. *S. porcellus*, Weinschwärmer u. a. *Smerinthus populi*, Pappelschwärmer. *S. tiliae*, Lindenschwärmer. *S. ocellatus*, Nachtpfauenaug.

6. Unterordnung: **Rhopalocera**, Tagfalter. Körper dünn, schlank, Kopf gross, mit Facettenaugen und keulenförmigen Fühlern. Flügel breit, in der Ruhe nach oben zusammengelegt. Die Falter fliegen bei Tage. Raupen nackt oder mit Dornen und acht Beinpaaren. Puppen meist ohne Gespinnsthüllen.

Familien: *Hesperidae*, kleine Tagfalter. *Lycaenidae*, Bläulinge und Röthlinge. *Satyridae*. *Nymphalidae*, *Vanessa cardui*, Distelfalter. *V. atalanta*, Admiral. *V. antiopa*, Trauermantel. *V. io*, Tagpfauenaug. *V. urticae*, kleiner Fuchs. *Argynnis aglaia*, Perlmutterfalter. — *Pieridae*, Weisslinge. *Pieris bras-*

sicae, Kohlweissling. *Colias rhamni*, Citronenfalter. — *Danaidae*. *Helioconiidae*. *Equitidae* mit *Papilio Machaon*, Schwalbenschwanz. *P. Podalirius*, Segelfalter.

7. Ordnung: **Coleoptera**, Käfer. Körper im Umriss länglich oder oval. Der Kopf ist frei oder in die Brust eingelenkt; meist mit Beiss- und Kauwerkzeugen und 11gliederigen Fühlern, sowie mit Facettenaugen ausgestattet. Kiefertaster meist 4gliederig, die Lippentaster dreigliederig. Der Prothorax ist oben breit (Halsschild) und frei beweglich; Meso- und Metathorax getrennt. Die vier Flügel sind im ersten Paar als Deck- und Schutzflügel, im hinteren Paar häutig und zusammenfaltbar ausgebildet. Der Fuss besteht meist aus fünf, seltener aus vier, oder vorne fünf und hinten vier Tarsen, wenig häufig sind 3-, 2- oder 1gliederige Füße. Metamorphose vollkommen.

4. Unterordnung: **Cryptotetramera**. Von den vier Fussgliedern bleibt ein Glied rudimentär.

Familien: *Coccinellidae*, Marienkäferchen. *Endomychidae*, Pilzkäfer.

2. Unterordnung: **Cryptopentamera**. Von den fünf Fussgliedern bleibt ein Glied rudimentär.

Familien: *Chrysomelidae*, Blattkäfer. *Chrysomela decemlineata*, Colorado-käfer. — *Cerambycidae*, Bockkäfer, mit langen 11gliederigen, fadenförmigen, gezähnten oder gesägten Fühlern. — *Bostrychidae*, Borkenkäfer; Körper klein, cylindrisch, Kopf abgestutzt und zurückgezogen. Die Larven sind beinlos. Käfer und Larven bohren Gänge, besonders im Nadelholze unter der Rinde; diese Gänge sind charakteristisch für die betreffenden Arten. Meist sehr schädlich! *Hylurgus ligniperda* und *H. piniperda*. *Hylastes angustatus*. *Hylesinus fraxini*. *Bostrychus chalcographus*. *B. typographus*, Buchdrucker. *B. stenographus*. *Eccoptogaster destructor*. — *Curculionidae*, Rüsselkäfer, Vorderkopf rüsselartig verlängert, Flügeldecken umschliessen die Seiten des Körpers. *Calandra granaria*, Getreidebohrer, schwarzer Kornwurm. *Apion pisi*, Erbsrüsselkäfer. — *Bruchidae*, *Bruchus pisi*, Erbskäfer.

3. Unterordnung: **Heteromera**. Die 4 Vorderfüsse mit 5, die beiden hinteren mit 4 Tarsalgliedern.

Familien: *Oedemeridae*. *Meloidae*, Meloë, ohne Hinterflügel, mit sehr grossem, gewölbtem Hinterleib. *Lytta vesicatoria*, spanische Fliege, langgestreckt, blaugrün schillernd. — *Rhipiphoridae*. *Mordellidae*. *Pyrochroidae*. *Melandyridae*. *Cistelidae*. *Tenebrionidae*, *Tenebrio molitor*, Müller, Larven als Mehlwürmer bekannt. — *Pimeliidae*.

4. Unterordnung: **Pentamera**. Füße mit fünf Tarsalgliedern.

Familien: *Xylophaga*, Holzkäfer; klein, cylindrisch, Kopf zurückziehbar, Larven leben im Holz, thierischen Stoffen u. s. w. *Lymexylon navale*, auf Schiffswerften. *Anobium pertinax*, Todtenuhr, klopft mit dem Kopfe. *Ptinus fur*. — *Cleridae*. *Malacodermata*, mit weicher, lederartiger Haut. *Lampyris noctiluca*, Johanniskwürmchen, Hinterleib mit Leuchtorgan. — *Elateridae*, Schnell- oder Springkäfer, Kopf an die Brust mit Gelenken eingefügt, kann bei Rückenlage kräftig nach oben, resp. unten geschlagen werden. — *Buprestidae*. — *Lamellicornia*, Blatthornkäfer. *Lucanus cervus*, Hirschkäfer. *Geotrupes vernalis*, Mistkäfer. *Melolontha vulgaris*, Maikäfer, Larve ist der sogenannte Engerling, entwickelt sich erst innerhalb 4 Jahren. — *Dermestidae*, Speckkäfer.

Byrrhidae, Pillenkäfer. *Cryptophagidae*. *Cucujidae*. *Colydiidae*. *Nitidulidae*. *Histeridae*. *Trichopterygidae*. *Silphidae*, *Necrophorus*, Todtengräber. *Pselaphidae*. *Staphylinidae*, Kurzflügler. *Hydrophilidae*, Wasserkäfer, *Hydrophilus piceus*. — *Dytiscidae*, Schwimmkäfer. *Dytiscus*. — *Gyrinidae*. *Carabidae*, Laufkäfer, die Deckflügel sind oft verwachsen. *Harpalus*, *Feronia*, *Carabus*, *Cicindela*, die bekanntesten Gattungen, sie sind fast durchweg gefräßige Raubthiere.

8. Ordnung: **Hymenoptera**, Hautflügler. Kopf gross, frei beweglich, mit grossen Facettenaugen, drei Nebenaugen, bissenden und leckenden Mundwerkzeugen. Die Brustsegmente meist verschmolzen. Die vier Flügel sind häutig. Der Hinterleib ist häufig mit einem Stiele der Brust angesetzt und mit Lege- oder Wehrstachel ausgerüstet. Die Hymenopteren leben vielfach in Staaten zusammen. Die Metamorphose ist vollkommen.

1. Unterordnung: **Terebrantia**. Weibchen mit Legeröhre.

a) *Phytophaga*. Larven leben von Pflanzentheilen.

Familien: *Tenthredinidae*, Blattwespen. *Uroceridae*, Holzwespen, die Larven leben im Holze, sind oft schädlich.

b) *Gallicola*. Flügellose, parthenogenetische Generationen wechseln häufig mit geflügelten Geschlechtsgenerationen ab.

Familien: *Cynipidae*, Gallwespen; der Stich erzeugt Gewebswucherungen der Pflanzen (Gallen), in denen die Larven leben. *Cynips quercus folii*, Eichenblattgallwespe. *C. gallae tinctoriae*, Tintengallwespe.

c) *Entomophaga*. Larven schmarotzen in Insectenlarven.

Familien: *Pteromalidae*, Schlupfwespen. *Braconidae*. *Ichneumonidae*. *Evaniidae*.

2. Unterordnung: **Aculeata**. Mit zurückziehbarem, durchbohrtem Giftstachel; die Fühler des Männchens 13gliederig, die des Weibchens 12gliederig.

Familien: *Formicidae*, Ameisen; geflügelte Männchen und Weibchen, ungeflügelte Arbeiter und Soldaten setzen die Staaten derselben zusammen. *Formica herculeus*. *F. rufa*. *Myrmica acervorum*. — *Chrysididae*, Goldwespen. *Heterogyna*. *Fossaria*, Grabwespen. *Vespidae*, Faltenwespen, leben allein oder in Sippen. — *Vespa vulgaris*. *V. crabro*, Hornisse. — *Apidae*, Bienen, die Unterschenkel und das erste Tarsalglied der Hinterbeine sind büstenartig mit Borsten besetzt. *Andreninae*. *Nomadinae*, Schmarotzerbienen. *Anthidiinae*. *Eucerinae*. *Apinae*. *Bombus*, Hummel. *Apis mellifica*, Honigbiene; im Stocke lebt eine Königin, aus unbefruchteten Eiern entwickeln sich die Männchen, Drohnen, aus befruchteten die Königinnen und Arbeiter.

VI. Typus.

Mollusca, Weichthiere.

Der Körper ist ungegliedert, meist bilateral-symmetrisch, ohne gegliederte Anhänge, von einer weichen, schleimigen Haut bedeckt, nur mit Schutz- und Stützskelet. Der Hautmuskelschlauch dient als Locomotionsorgan, an seiner Unterfläche ist er zum sogenannten Fuss erweitert, über diesem wölbt sich eine Hautverdickung, der Mantel, um den Körper oft mit einer Duplicatur herum. Im Mantel werden die festen Skelettheile ausgeschieden. Um den Mund stehen ein Paar Mundlappen. Bei den Cephalopoden setzt sich der Kopf vom Rumpf ab, den Mund umstehen hier mächtige Arme, die als Locomotions- und Fangapparat verwandt werden. Die Fortpflanzung ist eine geschlechtliche, es tritt Wechselbefruchtung der hermaphroditischen Individuen ein; viele Mollusken sind aber auch getrennten Geschlechts. Meist Wasserbewohner.

I. Classe.

Lamellibranchiata, Muschelthiere.

Der den kopflosen Körper umgebende Mantel hat eine zweiklappige Schale ausgeschieden, welche dorsal durch ein Band zusammengehalten wird. Der Körper ist meist symmetrisch, so dass ein Querschnitt zu äusserst jederseits die spangenartige Schale mit dem Mantel, darunter zwei Kiemenblätter, und in der Mitte den als Fuss zu deutenden Abschnitt zeigt. Die Muschelthiere sind in der Regel getrennt-geschlechtlich; die Eier entwickeln sich unter dem Mantel, zwischen den Kiemen, welche Bruttaschen ausgebildet zeigen können.

1. Ordnung: **Asiphoniata**. Der hintere Manteltheil hat sich nicht zu einer Röhre (*Sipho*) umgebildet. Die Schalen zeigen nur einen Muskeleindruck.

Familien: *Ostreidae*, Austern; die Schalen verschieden entwickelt, Schloss zahnlos, Fuss fehlt oder ist rudimentär. *Ostrea edulis*, Auster. — *Pectinidae* mit *Pecten*, Kammmuschel. — *Aviculidae* mit *Meleagrina margaritifera*, Perlmuschel im indischen und persischen Meere. — *Mytilidae* mit *Mytilus edulis*, Miesmuschel. — *Arcadea*. *Trigoniadae*. *Unionidae* mit *Anodonta zygnea*, Teichmuschel. *Unio pictorum*, Malermuschel. *Margaritana margaritifera*, Flussperlmuschel.

2. Ordnung: **Siphoniata**. Die Mantelränder theilweise verwachsen, bilden nach hinten zwei Röhren (*Siphonen*), von denen die untere als Kiemenröhre dient.

Familien: *Chamidae*. *Tridacnidae*. *Cardiidae* mit *Cardium edule*, essbare Herzmuschel, Nordsee, Mittelmeer. — *Lucinidae*. *Cycladidae*. *Cyprinidae*. *Veneridae*. *Macridae*. *Tellinidae*. *Myidae*. *Gastrochaenidae*. *Pholadidae*, Bohrmuscheln; *Pholas* und *Teredo*, *Teredo navalis*, Schiffsbohrwurm, bohrt sich in das Holz der Schiffe ein.

II. Classe.

Scaphopoda.

Kopf- und augenlose Mollusken. Mund mit rudimentären Kiefern und einer Zunge ausgestattet; hinter dem Munde erheben sich eine Anzahl fadenförmiger Tentakeln. Die Schale ist röhrenförmig, gekrümmt.

Ordnung: **Solenaconchae**, Röhrenschnecken.

Familie: *Dentalidae* mit *Dentalium*.

III. Classe.

Gastropoda, Bauchfüßer.

Der Kopf ist nicht immer scharf gesondert, am vorderen Theile stehen 4—2 Paar Fühler, der Mund ist mit einer Reibzunge (*Radula*) bewaffnet. Der bauchständige, muskulöse Fuss fehlt nur sehr selten. Der Mantel ist einfach, ungetheilt, selten rudimentär, scheidet ein flaches oder spiralig gewundenes Gehäuse aus. Die Gastropoden sind Zwitter, welche sich wechselseitig, oder in Ketten oder paarig begatten. Meist Meeresbewohner, weniger Formen leben in Brack- oder Süßwasser, einige sind Landbewohner.

1. Ordnung: **Prosobranchia**. Der Mantel hat eine Schale secernirt. Die Kiemen liegen vor dem Herzen.

1. Unterordnung: **Placophora**. Körper langgestreckt, symmetrisch, mit ventraler, sohlenförmiger Fläche und dorsalen, hinter einander liegenden, halbringförmigen Schildern. Getrennt-geschlechtlich.

Familie: *Chitonidae*, Käferschnecken.

2. Unterordnung: **Cyclobranchia**. Schale flach, schildförmig. Die blattförmigen Kiemen sind kreisförmig angeordnet.

Familien: *Patellidae*, *Tecturidae*, *Lepetidae*.

3. Unterordnung: **Aspidobranchia**. Kiemen nur basal angewachsen.

a) **Zeugobranchia**. Kiemen zweifiederig, symmetrisch.

Familien: *Fissurellidae*, *Haliotidae*, Seeohren. *Pleurotomariidae*.

b) **Scutibranchia**. Kiemen asymmetrisch.

Familien: *Trochidae*, *Neritidae*.

4. Unterordnung: **Ctenobranchia**. Linke Kieme rudimentär. Schale meist spiralig.

a) **Ptenoglossa**, Federzüngler. Zunge ohne Mittelplatten.

Familien: *Janthinidae*, *Solaridae*, *Scalaridae*.

b) **Rhachiglossa**, Schmalzüngler. Mit Rüssel und Siphon; Raubschnecken.

Familien: *Volutidae*, *Olividae*, *Muricidae*, *Buccinidae*.

c) **Toxiglossa**, Pfeilzüngler. Zunge vorschnellbar. Raubschnecken.

Familien: *Conidae*, *Terebridae*, *Pleurotomidae*.

d) **Taenioglossa**, Bandzüngler. Mund mit kleinen Kiefern und langer *Radula*, mit Schnauze oder vorstreckbarem Rüssel.

Familien: *Littorinidae*, Strandschnecken. *Cyclostomidae*. *Paludinidae*, Kiemenschnecken des Süßwassers. *Paludina vivipara*. *Melaniidae*, Schale conisch oder thurmförmig, Süßwasserschnecken. — *Turritellidae*. *Vermetidae*. — *Ampullariidae*. *Valvatidae*. *Capulidae*. *Naticidae*. *Cerithiidae*. *Cyparacidae*, Porcellanschnecke. *Strombidae*. *Doliidae*. *Tritoniidae*.

2. Ordnung: **Heteropoda**, Kielfüssler. Kopf abgesetzt, mit grossen Augen, mit Fühlern und kräftiger Zunge. Der Körper ist durchscheinend, gallertig; der Fuss vorn zu einer Flosse umgewandelt, hinten schwanzartig verlängert. Raubschnecken.

Familien: *Atlantidae*. *Pterotracheidae*.

3. Ordnung: **Pulmonata**, Lungenschnecken. Athmen durch sogenannte Lungen, welche in der inneren Mantelwand vor dem Herzen liegen und sich mit einem rechtsseitigen Athemloch nach aussen öffnen. Zwitter.

1. Unterordnung: **Basommatophora** s. **Limnaeidea**. Mit zwei soliden Fühlern, an deren Basis die Augen liegen.

Familien: *Auriculidae*. *Limnaeidae* mit *Limnaeus*. *Planorbis*, im Süßwasser.

2. Unterordnung; **Stylommatophora** s. **Helicoidea**. Meist vier einziehbare Fühler; an der Spitze des oberen Paares liegen die Augen.

Familien: *Onchidiidae*. *Testacellidae*. *Cylindrellidae*. *Helicidae*, Landschnecken, mit *Helix hortensis*, Gartenschnecke. *H. pomatia*, Weinbergsschnecke. — *Limacidae*, Nachtschnecken, mit *Arion ater*, *rufus*, rothe Waldschnecke. *Limax agrestis*. *L. cinereus*.

4. Ordnung: **Opisthobranchia**. Marine Schnecken, meist nackt, mit Kiemenathmung, Zwitter, Kiemen oft nur einseitig ausgebildet.

1. Unterordnung: **Tectibranchia**. Mit oder ohne Gehäuse.

Familien: *Actaeonidae*. *Bullidae*. *Philinidae*. *Aplysiidae*. *Pleurobranchidae*.

2. Unterordnung: **Dermatobranchia**. Nachtschnecken, athmen durch die Körperhaut, welche Fortsätze oder dorsale Büschelkiemen trägt.

a) *Sacoglossa*. Kiemenlos.

Familie: *Limapontiidae*. *Elysiidae*.

b) *Gymnobranchia*. Mit kegelförmigen Fortsätzen und Kiemen am Rücken.

Familien: *Phillirhoidae*. *Doridiidae*. *Tritoniadae*. *Tethysidae*. *Rhodopidae*. *Aeolidiidae*.

IV. Classe.

Pteropoda. Flossenfüsser.

Der Körper ist gestreckt oder hinten spiralig eingerollt. Ein Kopf ist nicht zu unterscheiden; der Vorderkörper trägt Mund und Fühler, und unterhalb des ersteren zwei grosse Flossen. Der Körper ist nackt oder er scheidet ein horniges, verkalktes und symmetrisches Gehäuse ab. Zwitter.

1. Ordnung: **Thecosomata**. Mit äusserer Schale, rudimentären Tentakeln und Fuss.

Familien: *Hyaleidae*. *Limacidae*. *Cymbuliidae*.

2. Ordnung: **Gymnosomata**. Nackt, mit Tentakeln am Kopfe.

Familien: *Clionidae*, *Clio borealis*. *Pneumodermonidae*.

V. Classe.

Cephalopoda, Kopffüsser.

Der Kopf ist wohl abgesetzt, er trägt seitlich zwei grosse Augen, und um den mit Kiefern ausgerüsteten Mund 8 Arme; der Fuss ist trichterförmig durchbohrt. Der Mantel, dessen hinteres spitzes Ende der Rückenfläche entspricht, scheidet nur bei wenigen Formen eine feste äussere Schale aus, häufiger ist eine flache innere Schale entwickelt, vielfach fehlt aber auch eine jede solche. Die äussere Schale ist gekammert, in der vorderen Kammer sitzt das Individuum.

1. Ordnung: **Tetrabranchiata**. Innerhalb der Mantelhöhle sind 4 Kiemen ausgebildet. Anstatt der Arme sind zahlreiche Tentakeln ausgebildet.

Familien: *Nautilidae*. *Nautilus pompilius*. *Clymenia*.

2. Ordnung: **Dibranchiata**. Innerhalb der Mantelhöhle sind zwei Kiemen ausgebildet. 8 oder 10 Arme, ein Trichter und ein Tintenbeutel sind vorhanden.

1. Unterordnung: **Octopoda**. Auf den 8 Armen befinden sich zahlreiche, 4- oder 2reihige Saugnäpfe.

Familien: *Cirrhoteuthidae*. *Philonexidae* mit *Argonauta argo*. — *Octopodidae* mit *Octopus vulgaris*, Mittelmeer, mit langen Armen.

2. Unterordnung: **Decapoda**. 8 Hauptarme und daneben zwei lange, zurückziehbare, tentakelartige Arme. Die Saugnäpfe der Arme sind gestielt und mit Hornringen ausgestattet. Schale im Innern.

Familien: *Oegopsidae*. *Myopsidae*, mit *Sepia officinalis* und *Loligo vulgaris*. — *Spirulidae*, die Schale ist posthornähnlich gebaut, *Spirula Peronii*.

VII. Typus.

Molluscoidea, Molluscoiden.

Die Molluscoiden sind festsitzend, entweder von einem zweischaligen, muschelähnlichen oder kapselähnlichen Gehäuse umgeben.

I. Classe. *Stichtoet***Bryozoa, Moosthierchen.**

Der Körper der Bryozoen (Fig. 484) ist klein, meist zu Stockchen vereinigt; die einzelnen Individuen eines solchen Stockes können verschieden gebaut sein und verschieden functioniren. Den vorderen Körpertheil umgiebt ein Tentakelstrang. Als Fangapparate dienen den marinen Bryozoen vogelschnabelähnliche, gestielte Gebilde, *Avicularien*. Die Fortpflanzung erfolgt geschlechtlich, durch Samen und Ei, oder ungeschlechtlich, durch Keime oder Knospen. Meist sind die Bryozoen Meeresbewohner, nur wenige Formen leben im Süßwasser.

Fig. 181. Organisation von Bryozoen. A *Plumatella fruticosa*. B *Paludicella Ehrenbergii*. br Tentakelförmige Kiemen. oe Munddarm. v Magen. e Enddarm. a Afteröffnung. i Körperhülle (Gehäuse). x Hinterer, x' vorderer Strang, an deren Insertion an der Körperwand die Geschlechtsproducte sich entwickeln. t Hoden. o Ovarium. m Rückziehmuskel des vorderen Abschnittes der Körperhülle. mr Hauptrückziehmuskel. (Nach ALLMAN.)

I. Entoprocta. Ohne einziehbare Tentakeln, dieselben werden eingerollt.

Familien: *Pedicellinidae*. *Loxosomidae*.

II. Ectoprocta. Die Tentakeln können in eine Tentakelscheide zurückgezogen werden. Der After mündet ausserhalb des Tentakelkranzes.

1. Ordnung: **Gymnolaemata.** Tentakeln umstehen ringförmig den Mund.

1. Unterordnung: **Cyclostomata.** Stockchen gegliedert oder ungegliedert.

Familien: *Crisiidae*. *Diastoporidae*. *Tubuliporidae*. *Lichenoporidae*. *Frondiporidae*. *Corymboporidae*.

2. Unterordnung: **Ctenostomata.** Die Kapselmündungen werden beim Einziehen des Vorderleibes durch Vorsprünge und Leisten geschlossen.

Familien: *Alcyonidiidae*. *Vesicularidae*. *Paludicellidae*, leben im Süßwasser, s. Fig. 484 B.

3. Unterordnung: **Chilostomata.** Kapseln hornig oder kalkig, verschliessbar.

Familien: *Acteidae*. *Eucreatiidae*. *Cellulariidae*. *Bicellariidae*. *Cellariidae*. *Flustridae*. *Membraniporidae*. *Eschariporidae*. *Myrizoizidae*. *Escharidae*. *Discoporidae*. *Celleporidae*. *Reteporidae*.

2. Ordnung: **Phylactolaemata.** Tentakeln stehen hufeisenförmig, über der Mundöffnung ein beweglicher Deckel. Leben im Süßwasser.

Familien: *Cristatellidae*, *Cristatella mucedo*. *Plumatellidae*. *Plumatella* (Fig. 484 A).

III. Pterobranchia. Stöckchen chitinig, kriechend. Im Innern durchzieht das Stöckchen ein cylindrischer Strang, auf dem die Polypiden befestigt sind.
Familien: *Rhabdopleuridae*.

II. Classe.

Brachiopoda, Armfüusser.

Der breite Körper wird von einer zweiklappigen Schale umgeben, die durch ein Schloss verbunden sind; das Oeffnen und Schliessen geschieht durch eine besondere Musculatur. Die Brachiopoden sind durch einen Stiel befestigt.

1. Ordnung: **Ecardines.** Die Schale entbehrt des Schlosses. After mündet seitlich in die Mantelhöhle.

Familien: *Lingulidae*. *Discinidae*. *Craniidae*.

2. Ordnung: **Testicardines.** Schale mit Schloss, letzteres greift mit Zähnen in einander.

Familien: *Rhynchonellidae*. *Terebratulidae*.

VIII. Typus.

Tunicata, Mantelthiere.

Der Körper ist sack- oder tonnenartig und wird von einer gallertigen, leder- oder knorpelartigen Hülle umschlossen. Oft können Einzelthiere zu Stöcken vereint sein. Ausser der geschlechtlichen Fortpflanzung ist bei ihnen seit langer Zeit die als Generationswechsel bekannte Vermehrung bekannt. Sie sind freibeweglich oder festsitzend, sämmtlich Meeresbewohner; einzelne Arten leuchten intensiv.

I. Classe.

Tethyodea, Ascidien, Seescheiden.

Die Ascidien sind schlauchförmig. Neben der ventralen Mundöffnung liegt dorsal der After. Erstere kann geschlossen werden und ist häufig von 4, 6 oder 8 Lappchen umstellt.

1. Ordnung: **Copelatae.** Freischwimmend mit Ruderschwanz, der After mündet ventral nach aussen.

Familie: *Appendicularidae*.

2. Ordnung: **Ascidiae simplices**, einfache Ascidien. Die Einzelthiere bleiben getrennt oder vereinigen sich zu Stöckchen.

Familien: *Clavellinidae*, zu Stöcken vereinigt. — *Asciadiadae*, einzeln lebend.

3. Ordnung: **Ascidiae compositae**. Viele Einzelthiere bilden lappige oder rindenartige Stöckchen und werden von einem gemeinsamen Mantel umhüllt. Mehrere Individuen liegen um eine Cloake.

Familien: *Botryllidae*, *Didemnidae*, *Polyclinidae*.

4. Ordnung: **Ascidiae salpaeformes**. Zahlreiche Einzelthiere sind zu einem schlauchförmigen Körper vereinigt und schwimmen frei an der Meeresoberfläche. Die Einzelthiere stehen senkrecht zur Achse des Hohlzapfens in einem gallertig-knorpeligen Grundgewebe; ein jedes Individuum vermag sich geschlechtlich oder vermittelst Knospung fortzupflanzen. Die Pyrosomen leuchten sehr hell und prächtig.

Familien: *Pyrosomidae* mit *Pyrosoma elegans* und *giganteum*. Mittelmeer.

II. Classe.

Thaliacea, Salpen.

Der Körper ist tonnenförmig, durchsichtig. Die Mund- und Afteröffnungen liegen an den beiden Körperpolen. Die Individuen leben getrennt oder in Ketten vereinigt. Die Fortpflanzung ist abwechselnd geschlechtlich und ungeschlechtlich. Die freien, durch Knospung sich vermehrenden Individuen weichen in Gestalt und Körperbau von den zusammenhängenden und solitäre Individuen geschlechtlich erzeugenden Kettenthieren ab.

1. Ordnung: **Desmomyaria**, Salpen. Körper walzenförmig, nach der Rückenbauchrichtung hin abgeflacht. Wechsel von Ketten und Einzelthieren sehr regelmässig. Ein Individuum der Kette erzeugt zunächst ein Ei, welches durch von aussen mit dem Athemwasser eintretende Samenfäden befruchtet wird und sich dann mit einer Art Placenta zu einem solitären Embryo entwickelt. Das Sperma wird bei diesen hermaphroditischen Salpen erst nach der Entwicklung des Eies producirt.

Familie: *Salpidae*. *S. mucronata*, im Mittelmeere.

2. Ordnung: **Cyclomyaria**. Der tonnenförmige Körper ist mantellos. Im Ovarium entwickeln sich mehrere Eier, mit denen das Sperma gleichzeitig zur Reife gelangt.

Familien: *Doliolidae*. Mittelmeer.

IX. Typus.

Vertebrata, Wirbelthiere.

Der Körper ist äusserlich mit nur wenigen Ausnahmen streng bilateral-symmetrisch; ihn durchzieht dorsal das Centralnervensystem strangförmig als

Gehirn-Rückenmark, unter demselben verläuft eine knorpelige oder knöcherne Skeletachse, die Wirbelsäule, von der nach oben (um das Centralnervensystem) und nach unten (um die Eingeweide) Bögen abgehen. Der Körper besitzt zur

Fig. 192. Schematischer Längsschnitt durch ein Wirbelthier (die Extremitäten sind fortgelassen). *g* Gehirn, umschlossen von der schwarz gezeichneten Schädelkapsel; *r* Rückenmark innerhalb der schwarz punktierten Wirbelsäule; *n* Nasen-, *m* Mund-, *p* Rachenhöhle; *k* Kiemen; *l* Lunge; *eo* Speiseröhre; *v* Magen; *d* Dünndarm; *eh* Leber; *ap* Bauchspeicheldrüse; *rt* Enddarm; *er* Niere; *u* Geschlechtsapparat; *a* After; *h* Herz.

Locomotion höchstens zwei Extremitätenpaare und häufig einen unpaaren Schwanz. Das Blut ist durch rothe Blutzellen gefärbt. Bei den höchsten Wirbelthieren ist eine beträchtliche constante Eigenwärme vorhanden.

I. Classe.

Pisces, Fische.

Wasserbewohner, mit plattenförmigem oder schuppigem Hautskelet. Bluttemperatur wechselnd, je nach der Temperatur des umgebenden Mediums; sie sinkt bis auf wenige Grade über dem Gefrierpunkt und steigt bis an 40° C. heran, ohne die Lebensthätigkeit bedeutend zu modificiren. Das Herz besteht aus einfachem Vorhof- und Kammertheil; die Respiration erfolgt fast ausschliesslich durch Kiemen. Die Schuppen zerfallen in *Placoid*-Schuppen, welche mit Schmelz überzogene Ossificationen der Haut sind; *Cycloid*-Schuppen, flach, mit glattem, kreisförmigem Rand; *Ctenoid*-Schuppen, mit bestacheltem oder gezähneltem Rand; *Ganoid*-Schuppen, rhombische Platten, die in Reihen gestellt den Körper überziehen. Fortpflanzung geschlechtlich; nur wenige Fische sind Zwitter.

4. Unterklasse.

Leptocardii, Röhrenherzen.

Der Körper ist langgestreckt, seitlich abgeplattet, lanzetförmig, seitliche, paarige Flossen fehlen. Die persistente Chorda setzt sich aus grossen, hinter einander gelagerten Zellen und einfacher Scheide zusammen. Das Blut ist farblos, an Stelle des Herzens pulsiren die grossen, röhrenförmigen Hauptgefässstämme. Das Medullarrohr ist einfach. Die Geschlechter sind getrennt, die Keimdrüsen jedoch ähnlich gebaut.

Amphioxus lanceolatus ist der einzige bekannte Repräsentant dieser interessanten Wirbelthiergruppe.

2. Unterklasse.

Cyclostomi, Rundmäuler.

Der Körper ist langgestreckt, rund, ohne Brust- und Bauchflosse. Das Skelet ist knorpelig, die Chorda persistirt und stellt sich im Centraltheile als grossmaschiges Gewebe dar. Die Kiemen liegen als 6—7paarige, beutelförmige Organe unter der Haut.

1. Ordnung: **Hyperoartia**, Neunaugen. Leib rund, die Mundöffnung ohne Bartfäden, mit fleischigen Lippen und kleinen Hornzähnen, in deren Mitte grössere Zähne stehen. Seitlich am Halse liegen 7 Paar Kiemenöffnungen. Auf dem Rücken eine vordere und eine hintere, an die Schwanzflosse sich anschliessende Flosse. Die Jungen durchlaufen eine Metamorphose.

Familien: *Petromyzontidae*, *Petromyzon marinus*, Lamprete. *P. fluviatilis*, Flussneunauge.

2. Ordnung: **Hyperotreta**, Myxinoiden. Der Mund ist ohne Lippen, mit 1 Gaumenzahn und 2 Reihen Zungenzähne. Die Kiemensäcke münden äusserlich mit einer Oeffnung oder 7 Oeffnungen jederseits, oder mit 6 Oeffnungen auf der einen und 7 auf der anderen Seite. Einzelne schmarotzen selbst innerhalb anderer Thiere.

Familie: *Myxiniidae*. *Myxine glutinosa*.

3. Unterklasse.

Chondropterygii s. Selachii, Selachier.

Das Skelet bleibt im Schädelkapseltheile stets knorpelig; die biconcaven Wirbel sind knorpelig, mit meist wenigen eingelagerten Kalksalzen. Der Mund ist mit knöchernen, schmelzüberzogenen Schleimhautzähnen bewaffnet, deren Gestalt sehr wechselnd sein kann. Einzelne Haie sind lebendig gebärend, es kann selbst zur Bildung einer Dottersackplacenta kommen. Ohne Schwimmblase.

1. Ordnung: **Holocephali**. Kopf gross, dick, mit grossen Augen; die Mundöffnung liegt ventral und ist klein. Der Kieferapparat ist mit der Schädelkapsel in feste Verbindung getreten. Haut nackt. Spritzlöcher fehlen. Die äussere Kiemenspalte ist einfach.

Familie: *Chimaeridae*, Seekatzen. Kopf mit Schnauze. Leib lang, Brustflossen gross, vordere Rückenflosse mit einem Stachel, hintere lang; Schwanz läuft peitschenförmig aus. *Chimäre*, Seekatze.

2. Ordnung: **Plagiostomi**, Quermäuler. Der Schädelkopf vorne spitz mit ventral gelegenen Nasenlöchern und breitem, quergestelltem Maule, nach oben sind häufig Spritzlöcher ausgebildet. Der Kiefergaumenapparat ist nicht fest mit der Schädelkapsel verbunden. Längs des Halses liegen meist 5, selten 6 oder 7 Paar Kiemenspalten. Der Leib ist in der Regel langgestreckt, mit einer kräftigen Musculatur ausgestattet. Die Wirbelsäule zerfällt in einzelne Wirbel.

1. Unterordnung: **Squalides**, Haifische. Der Körper ist langgestreckt, mit senkrecht stehenden Brustflossen und kräftigem, aufwärts gerichtetem Schwanz. Die Haut ist mit Kalkeinlagerungen, kleinen spitzen oder mehr

breiten Schuppen und Schildern ausgestattet. Gefräßige und gefürchtete Raubfische.

a) **Dispondyli**. Die Wirbelkörper sind nicht immer wohl ausgeprägt, häufig (in der Schwanzregion stets) besitzt jedes Wirbelsegment zwei Bogenpaare.

Familien: *Notidanidae*, Grauhaie, mit 6—7 Paar Kiemensäcken und Kiemenspalten. *Hexanchus*, *Heptanchus*. Mittelmeer. Nickhaut fehlt.

b) **Cyclospondyli**. Afterflosse fehlt, zwei Rückenflossen vorhanden. Kopf mit Spritzlöchern, Nickhaut fehlt, Zähne mit spitzem, mittlerem Kegel und gezähnelten Seiten.

Familien: *Laemargidae*. *Echinorhinidae*. *Spinacidae* mit *Acanthias vulgaris*, Dornhai.

c) **Asterospondyli**. Afterflosse und zwei Rückenflossen vorhanden. Wirbelkörper amphicoel, im Innern mit verkalktem Doppelkegel.

Familien: *Cestracionidae*. *Scylliolamnidae*. *Lamnidae*, Riesenhaie. *Scyllidae*, Hundshaie. *Galeidae*, *Mustelus vulgaris*, mit Dottersackplacenta. *Carchariidae*, Menschenhaie. *Carcharias*. *Zygæna*, Hammerfisch.

d) **Tectospondyli**. Wirbelkörper amphicoel, mit Centralkegel und um diesen gelagertem Knochenring. Ohne Nickhaut.

Familie: *Squatinae*, Meerengel, Haut mit Schuppen bedeckt. Zähne niedrig, kegelförmig.

2. Unterordnung: **Rajides**, Rochen. Der Körper ist abgeplattet; Afterflosse fehlt, die Brustflossen sind seitlich gross ausgebildet. Die Haut ist nackt oder chagrinartig, oder auch mit spitz auslaufenden Knochenschildern bedeckt. Die Zähne sind kegel- oder plattenförmig.

Familien: *Squatinatorajidae*. *Trygonidae*. *Myliobatidae*. *Rajidae*, Rochen. *Torpedidae*, Zitterrochen.

4. Unterlasse.

Ganoidei, Schmelzschupper.

Das Skelet ist knorpelig und knöchern. Die Schädelkapsel kann Knochenplatten aufgelagert haben und das Primordialeranium ossificirt häufig zum grössten Theile. Die Wirbelsäule gestaltet sich mehr und mehr zu einer knöchernen um, an sie schliessen sich knöcherne Rippen an. Am Kopfe ist ein Kiemendeckel entwickelt, unter welchem die Kiemen frei in der Kiemenhöhle liegen, Spritzlöcher sind meist entwickelt. Der Körper ist meist seitlich comprimirt, langgestreckt, selten nackt, entweder mit Knochenschildern oder rhombischen Schmelzschuppen bedeckt. Die Brustflossen sind gross, die Schwanzflosse ist heterocerk, d. h. die Wirbelsäule setzt sich in den grösseren oberen Abschnitt derselben fort. Am Vorderrande der ersten Flossenstrahlen liegen stachelartige Schindeln. Mit Schwimmblase und Spiralklappe im Enddarm.

4. Ordnung: **Chondrostei**, Knorpelganoiden. Haut nackt oder mit Knochenschildern. Die Zähne sind klein oder fehlen. Die Chorda persistirt. Auf dem Primordialeranium sind Hautknochen aufgelagert.

Familien: *Acipenseridae*, Störe. *Acipenser sturio*, Stör. *A. ruthenus*, Sterlet.

A. huso, Hausen. — *Spatularidae*, Löffelstöre; Schnauze lang, flach, mit spatelförmigem Anhang.

2. Ordnung: **Crossopterygii**. Brust- und Bauchflossen sitzen einem beschuppten Schafte auf.

Familie: *Polypteridae*, Flösselhechte, zahlreiche kleine Rückenflossen.

3. Ordnung: **Euganoides**, Knochenganoiden. Die Schuppen sind rhombisch; liegen durch Gelenke verbunden neben einander.

Familie: *Lepidosteidae*, hechtartig gestaltete Fische, ohne Spritzlöcher. Die Wirbelkörper tragen vorn Gelenkköpfe, hinten die Pfanne für den folgenden Wirbel; *Lepidosteus*, Knochenhecht.

4. Ordnung: **Amiades**. Die Schmelzschuppen sind gross, rund.

Familie: *Amiadae*, Kehlhechte, Schwimmblase doppelt, im Innern zellig.

5. Unterklasse.

Teleostei, *Knochenfische*.

Das Skelet ist knöchern, die Wirbel amphicoel. Meist 4 Kiemen, welche frei in der Kiemenhöhle liegen; häufig sind noch Pseudobranchien entwickelt. Der Bulbus aortae enthält nur zwei Klappen. Spritzlöcher und Spiralklappe im Enddarm fehlen.

1. Ordnung: **Lophobranchii**, Büschelkiemer. Die Kiemen sind büschelförmig, die Kiemenspalte ist eng. Der langgestreckte Körper ist mit dünnen Knochenschildern bedeckt. Der Kopf verlängert sich in eine röhrenförmige Schnauze. Brustflossen klein oder flügelartig vergrössert, Bauchflossen rudimentär.

Familien: *Pegasidae*, Flugfische. *Solenostomidae*. *Syngnathidae*, mit *Hippocampus*, Seepferdchen.

2. Ordnung: **Plectognathi**, Haftkiemer. Der Körper ist kugelig oder seitlich comprimirt; Hautpanzer oft stachelig. Mund eng.

Familien: *Ostracionidae*, Kofferfische. *Balistidae*, Hornfische. *Triacanthidae*. — *Molidae*. *Tetradontidae*.

3. Ordnung: **Physostomi**. Die Flossen sind Weichflossen, d. h. alle Flossenstrahlen sind gegliedert und in der Spitze pinselförmig; die Rücken- und Afterflosse kann mit einem Stachelstrahl beginnen. Die Kiemen sind blätterig. Eine Schwimmblase fehlt nur wenigen Formen; wo sie vorhanden ist, steht sie mit dem Oesophagus in Verbindung.

a) Bauchflossen fehlen.

Familien: *Muraenidae*. Körper langgestreckt, nackt oder schwach beschuppt. *Muraena*. *Anguilla vulgaris*, Aal, Männchen neuerdings bekannt geworden. — *Symbranchidae*. *Gymnotidae*.

b) Mit Bauchflossen, welche hinter den Brustflossen stehen.

Familien: *Clupeidae*, Heringe. *Clupea harengus*, Hering. *C. sprattus*, Sprotte. *Alausa pilchardus*, Sardine. *Engraulis encrasicolus*, Anjovis. — *Mor-myridae*. *Esocidae*. *Esox lucius*, Hecht. — *Salmonidae* *Salmo*. *Trutta salar*, Lachs. *T. trutta*, Lachsforelle. *T. fario*, Forelle. — *Scopelidae*. *Cyprinidae*, *Cyprinus carpio*, Karpfen. *Carassius vulgaris*, Karausche. *C. auratus*, Gold-

fisch. *Tinca vulgaris*, Schleie. *Barbus fluviatilis*, Barbe. *Abramis*, Brassen. *Leuciscus*, Weissfische. — *Acanthopsidae*, Schmerle. *Cyprinodontidae*, Zahnkarpfen, lebendig gebärend. — *Characinidae*. *Siluridae*, *Silurus glanis*, Wels. *Malapterurus electricus*, Zitterwels.

4. Ordnung: **Anacanthini**. Bauchflossen kehlständig. Schwimmblase ohne Luftgang nach dem Oesophagus.

Familien: *Ophidiidae*. *Gadidae*, *Gadus morrhua*, Kabeljau. *G. aeglefinus*, Schellfisch. — *Pleuronectidae*, Seitenschwimmer. Körper seitlich comprimirt, asymmetrisch. *Hippoglossus vulgaris*, Heiligenbutt. *Rhombus maximus*, Steinbutt. *Pleuronectes flesus*, Flunder. *Solea vulgaris*, Seezunge. — *Scomberosocidea*, Brustflossen oft gross, flügelartig.

5. Ordnung: **Acanthopteri**, Stachelflosser. Bauchflossen meist brustständig, mit Ctenoidschuppen; Schwimmblase ohne Luftgang.

Familien: *Chromidae*. *Pomacentridae*. *Labridae*, Lippfische. *Halconoti*. *Percidae* mit *Perca fluviatilis*, Barsch. *Gasterosteidae*, Stichlinge. *Berycidae*. *Pristipomatidae*. *Mullidae*, Meerbarben. *Sparidae*, Meerbrassen. *Cirrhitidae*. *Squamipennes*. *Triglidae*. *Trachinidae*. *Sciaenidae*. *Trichiuridae*. *Scomberidae*. *Gobiidae*. *Blenniidae*. *Discoboli*. *Taenioidae*. *Teuthidae*. *Mugilidae*. *Labyrinthici*. *Notacanthidae*. *Fistularidae*. *Batrachidae*. *Pediculati*.

6. Unterklasse.

Dipnoi, Lurchfische.

Die Athmung geschieht durch Kiemen und durch die zur Lunge umgewandelte Schwimmblase. Die Chorda persistirt und der Darm besitzt eine Spiralklappe.

1. Ordnung: **Monopneumona**. Lunge einfach oder nur zweilappig.

Familie: *Ceratodidae*, in Queensland, bis 6 Fuss lang.

2. Ordnung: **Dipneumona**. Lunge doppelt.

Familien: *Sirenoidae*. *Protopterus annectens*, in Afrika, umgiebt sich zur Trockenzeit mit einer Schlammkapsel. *Lepidosiren paradoxa*, Brasilien.

II. Classe.

Amphibia, Lurche.

Die Eigenwärme des Körpers ist nicht constant. Als Athmungsorgane functioniren die äussere feuchte, glatte Haut, in der Jugend Kiemen, im ausgebildeten Zustande Lungen. Die Körperform ist wechselnd, Extremitäten können fehlen oder nur als vorderes Paar, oder als vorderes und hinteres stummelförmig, oder endlich vollkommen entwickelt sein. Das Skelet ist knöchern. Das Herz mit zwei Vorkammern und einer Herzkammer. Die den Eiern entschlüpfenden Jungen durchlaufen häufig eine complicirte Metamorphose.

4. Ordnung: **Apoda**, Blindwühler. Der Körper ist langgestreckt, fuss- und schwanzlos, mit kleinen Schuppen bedeckt.

Familie: *Coeciliidae*. Augen klein, unter den Nasenlöchern liegt je ein kleines Grübchen. Die Lungen sind ungleich gross.

2. Ordnung: **Caudata s. Urodela**, Geschwänzte Lurche. Nackt, langgestreckt, mit 4 kurzen Extremitäten und bleibendem Schwanz; bei einigen Wasserbewohnern finden sich neben den Lungen noch Kiemen.

1. Unterordnung: **Ichthyoidea**, Kiemenlurche. 3 Paar äussere Kiemen. Wirbel biconcav mit persistirender Chorda.

a) *Perennibranchiata*, mit bleibenden Kiemen. Oberkieferknochen können fehlen.

Familien: *Sirenidae*, Hinterbeine fehlen, Vorderbeine stummelförmig, 3- bis 4zähig. 3 Kiemenspalten persistiren; *Siren*. — *Proteidae*, mit 2 Kiemenspalten und 2 Hinterbeinen. *Proteus anguinus*, Olm. — *Menobranchidae*, Hinterextremitäten 4zähig; jederseits 4 Kiemenspalten.

b) *Derotrema*, ohne Kiemenbüschel, nur mit jederseits einem Kiemenloch.

Familien: *Amphiumidae*, Beine 3—2zähig. — *Menopomidae*, vorn 4, hinten 5 Zehen.

2. Unterordnung: **Salamandrina**, Molche. Kiemen und Kiemenlöcher fehlen; Wirbel opisthocöel. Augenlider entwickelt.

Familien: *Molgidae*. *Plethodontidae*. *Amblystomidae*. *Salamandridae* mit *Triton*, Wassersalamander. *Salamandra*, Erdsalamander.

3. Ordnung: **Batrachia**, Frösche. Nackte Amphibien mit kurzem, schwanzlosem Körper und wohl entwickelten, 4—5zähligen Extremitäten. Kopf platt; Rachen weit, Auge mit Nickhaut. Die Wirbel sind procoel.

1. Unterordnung: **Aglossa**, zungenlose Frösche. Trommelfell unter der Haut. Augen in der Nähe des Mundwinkels.

Familien: *Pipidae*. *Dactylethridae*. *Myobatrachidae*.

2. Unterordnung: **Oxydactylia**. Frösche mit Zunge; Finger und Zehen spitz.

Familien: *Ranidae*, Wasserfrösche. *Rana esculenta*, grüner Wasserfrosch. *R. temporaria*, brauner Grasfrosch. *R. oxyrhina*, Oberlippe spitz vorgezogen; Ohrfleck dunkel. *R. agilis*, Hinterbeine lang und dünn. — *Pelobatidae*, Erdfrösche, mit *Alytes obstetricans*, Geburtshelferkröte. *Pelobates fuscus*, Knoblauchs-kröte, Larven sehr gross. *Bombinator igneus*, Unke. — *Buфонidae*, Kröten, mit *Bufo vulgaris*, gemeine braune Kröte.

3. Unterordnung: **Discodactylia**. Zehen mit Haftscheiben an den Spitzen.

Familien: *Hylidae*, Laubfrösche. *Hyla arborea*, grüner Laubfrosch. — *Phyllomedusidae*. *Dendrobatidae*.

III. Classe.

Reptilia, Reptilien.

Die Körpertemperatur ist nicht constant. Der Körper ist mit Schuppen oder Panzerschildern bedeckt. Das Herz ist in zwei Vorkammern und theil-

weise geschiedene Herzkammer getrennt. Die Athmung geschieht ausschliesslich durch Lungen. Die Embryonen entwickeln sich mit Amnion und Allantois.

1. Ordnung: **Ophidia**, Schlangen. Fusslose, beschuppte Reptilien. Kopf oft gegen den Hinterleib breit abgesetzt. Maul weit, hin und wieder mit Giftzähnen bewaffnet. Schultergürtel und vordere Extremitätenanlage fehlen stets.

a) *Opoterodonta*, Wurmsschlangen. Mund eng; der Schwanz ist kurz oder fehlt.

Familie: *Typhlopidae*.

b) *Colubriiformia*. Der letzte Oberkieferzahn kann ein Giftzahn sein.

Familien: *Uropeltidae*, Schildschwänze. *Tortricidae*, Wickelschlangen. *Pythonidae*, Riesenschlangen, mit *Boa constrictor* und *Python reticulatus*, Tigerschlange. — *Colubridae*, Nattern. Der Kopf ist beschildert. *Coronella laevis*, glatte Natter. *Coluber natrix*, Ringelnatter. — *Dendrophidae*. *Dyrophidae*. *Psammophidae*. *Dipsadidae*. *Scytalidae*.

c) *Proteroglypha*, Giftschlangen, mit grossen Furchenzähnen vorn im Oberkiefer.

Familien: *Elapidae*, mit *Naja tripudians*, Brillenschlange. — *Hydrophidae*, Seeschlangen, Schwanz platt; gebären lebendige Junge.

d) *Solenoglypha*. Kopf nach hinten verbreitert; Oberkiefer mit einem vorderen Giftzahn und mehreren folgenden Reservezähnen.

Familien: *Viperidae*, Ottern, mit *Pelias berus*, Kreuzotter. — *Crotalidae*, mit *Crotalus durissus* und *C. horridus*, Klapperschlangen.

2. Ordnung: **Saurii**. Körper langgestreckt, oft schlangenartig. Meist sind vier Extremitäten entwickelt, welche jedoch rudimentär werden können; Schulter- und Beckengürtel sind stets vorhanden. Die Kieferapparate sind fest und das Maul nicht erweiterungsfähig.

a) *Annulata*. Ringeleichen mit schlangenartigem Körper ohne äussere Extremitäten.

Familie: *Amphisbaenidae*.

b) *Vermilinguia*, Wurmzüngler. Zunge wurmförmig vorschnellbar.

Familien: *Chamaeleonidae*. *Chamaeleon vulgaris*, gemeines Chamaeleon.

c) *Crassilinguia*, Dickzüngler, mit freiliegendem Paukenfell.

Familien: *Ascalabotae*, Geckonen. *Iguanidae*, Leguane. *Humivaga*.

d) *Brevilinguia*, Kurzzüngler. Körper schlangenähnlich.

Familien: *Scincoideae*, Sandechsen, mit *Anguis fragilis*, Blindschleiche. — *Pythopleurae*.

e) *Fissilinguia*, Spaltzüngler. Zunge lang, vorstreckbar, gespalten.

Familien: *Lacertidae*, Eidechsen. *Lacerta vivipara*. *L. viridis*. *L. agilis*, gemeine Eidechse. — *Ameividae*, Tejeidechsen. *Monitoridae*, Warneidechsen.

3. Ordnung: **Hydrosauria**, Wassereidechsen. Grosse Wasserbewohner, Körper mit Schildern; Füsse kräftig, mit Schwimmhäuten und bekrallten Zehen; Ruderschwanz lang, gekielt; das Herz ist in einen venösen und einen arteriellen Abschnitt getheilt.

Procoelia s. Crocodilia. Wirbel procoel, Vorderfüsse 5-, Hinterfüsse 4zehig.

Familien: *Crocodylidae*, Hinterfüsse mit ganzer Schwimmhaut. *Crocodylus vulgaris*, Nil. *C. rhombifer*, Cuba. — *Alligatoridae*, mit halben oder rudimen-

tären Schwimmhäuten. *Alligator lucius*. — *Cavialidae*, Caviale, in Ostindien und Australien.

4. Ordnung: **Chelonia**, Schildkröten. Körper kurz, gedrunken, mit Rücken- und Bauchknochenschild. 4 Geh- oder Ruderfüsse. Kiefer mit Hornscheiden, ohne Zähne.

Familien: *Cheloniadae*, Seeschildkröten, mit flachem Rückenschild und Ruderfüssen. *Chelonia esculenta*. — *Trionycidae*, Lippenschildkröten; Rückenschild flach, unvollkommen verknöchert; Füsse und Kopf nicht einziehbar; Hals lang, zurückziehbar. — *Chelydae*, Lurchenschildkröten. — *Emydae*, Süßwasserschildkröten, mit *Emys europaea*. — *Chersidae*, Landschildkröten, mit *Testudo graeca*.

IV. Classe.

Aves, Vögel.

Die Körpertemperatur ist beträchtlich und schwankt nur innerhalb kleiner Grenzen. Das Herz ist in zwei Vor- und zwei Herzkammern getheilt; Aortenbogen rechtsseitig. Die Vorderextremitäten sind zu befiederten Flügeln modificirt. Hinterhauptscndylus einfach. Fortpflanzung durch Eier, welche zum grössten Theil in künstlich gebaute Nester abgelegt und bebrütet werden.

I. Ratitae.

Sternum ohne Kamm zur Insertion von Flugmuskeln; Schwung- und Steuerfedern sind nicht fest.

Cursores, Laufvögel. Beine stark, 3-, selten 2zehig. Das Gefieder ist einfach.

Familien: *Struthionidae*, Strausse. Becken und Gelenkpfanne für den Femurkopf geschlossen; Beine nackt, zweizehig. *Struthio camelus*, afrikanischer Strauss. — *Rheidae*, Füsse dreizehig. *Rhea americana*, Nandu. — *Casuaridae*, Becken und Gelenkgrube offen, Hals kurz, Beine niedrig, dreizehig. *Casuarus galeatus*, Helmcasuar, Neu-Guinea.

An diese Vogelgruppe sind einige Neuseeländische Arten anzureihen, welche dem Aussterben nahe sind, in jüngeren Erdschichten jedoch häufiger vorkommen.

1. *Apterygii*, mit verkümmerten Flügeln und einfachen, zum Theil borstenförmigen Federn. *Apteryx australis*, Kiwi-Kiwi. *A. Oweni* und *A. maxima* sind als weitere Arten unterschieden.

2. *Dinornidae*, in historischer Zeit ausgestorben, vielleicht noch in wenigen Exemplaren lebend vorhanden, bis 3 m hohe Vögel.

3. *Palapterygii*, reihen sich den vorigen an; auf Madagascar wurden im Alluvium Reste gefunden.

II. Carinatae.

Das Brustbein trägt einen senkrecht vorspringenden Kamm zur Insertion der Flugmuskeln. Schwanz und Flügel mit Steuer- und Schwungfedern.

1. Ordnung: **Natatores**, Schwimmvögel. Beine kurz, zwischen den Zehen Schwimmhäute oder Schwimmappen an denselben; die Hinterzehe fehlt oder ist rudimentär.

Familien: *Impennes*, Pinguine. Flügel rudimentär, Beine weit nach hinten gerückt. — *Alcidae*, Alke, Flügel kurz, mit kleinen Schwungfedern. *Alca impennis*, Riesenalk, ist ausgerottet. — *Colymbidae*, Taucher. *Lamellirostres*, Siebschnäbler, gute Flieger mit Schwimmfüßen. *Cygnus*, Schwan. *Anser*, Gans. *Anas*, Ente. *A. boschas*, Stockente, Stammart der Hausente. — *Steganopodes*, Ruderfüßer, mit *Pelecanus onocrotalus*, Pelikan. — *Laridae*, Möven, gute Flieger, Schwimmer und Taucher. — *Procellaridae*, Sturmvögel.

2. Ordnung: **Grallatores**, Wat- oder Sumpfvögel. Hals lang, dünn, Kopf mit langen Schnabel, hohe Stelzfüsse mit meist getäfeltem oder geschientem Laufe.

Familien: *Charadriidae*, Läufer. *Vanellus cristatus*, Kiebitz. — *Scolopacidae*, Schnepfenvögel. *Scolopax rusticola*, Waldschnepfe. *Gallinago media*, Bekassine. — *Herodii* s. *Ardeidae*, Reihervögel. *Ibis religiosa*, Ibis; *Ardea cinerea*, Reiher. *Ciconia alba*, Storch. *Grus cinereus*, Kranich. — *Rallidae*, Wasserhühner. *Alectoridae*, Hühnerstelzen. *Otis tarda*, Trappe.

3. Ordnung: **Rasores s. Gallinacei**, Hühnervögel. Meist grosse Landvögel, welche schlechte Flieger, aber gute Läufer sind. Flügel kurz und abgerundet, Beine kräftig; Schnabel stark, vorn etwas gebogen. Nestflüchter.

Familien: *Penelopidae*. *Crypturidae*. *Opisthocomidae*. *Megapodiidae*. *Phasianidae*, mit *Gallus Bankiva*, Bankivahuhn, vielleicht Stammform des Haushuhns. *Phasianus colchicus*, gemeiner Fasan. *Ph. pictus*, Goldfasan. *Pavo cristatus*, Pfau. *Numida meleagris*, Perlhuhn. — *Tetraonidae*, Feldhühner. *Tetrao urogallus*, Auerhuhn. *T. tetrix*, Birkhuhn. *Perdix cinerea*, Rebhuhn. *Coturnix dactylisonans*, Wachtel. — *Pterochidae*, Flughühner.

4. Ordnung: **Columbinae**, Tauben. Meist gute Flieger mit spitzen Flügeln; Schnabel weich, schwach, an den Nasenöffnungen aufgetrieben; Füße klein, Spaltfüße; mit paarigem Kropf. Nesthocker.

Familien: *Columbidae*. *Columba livia*, Felstaube, Stammart der Haustaube. *C. oenas*, Holztaube. *Palumbus torquatus*, Ringeltaube. *Turtur auritus*, Turteltaube. — *Didunculidae*. Ausgestorben der Dodo, *Didus ineptus*, der Mascarenen.

5. Ordnung: **Scansores**, Klettervögel. Schnabel kräftig, meisselartig oder gebogen. Beine mit Kletterfüßen, werden durch den Schwanz oft unterstützt. Nesthocker.

Familien: *Ramphastidae*, Tukane. *Trogonidae*. *Cuculidae*, Kukuke, mit *Cuculus canorus*, Kukuk. — *Musophagidae*. *Picidae* mit *Picus mertius*, Schwarzspecht. *P. major*, *P. medius*, *P. minor*, Buntspechte. *P. viridis*, Grünspecht. — *Psittacidae*, Papageien.

6. Ordnung: **Passeres**, Gangvögel. Gute Flieger, hüpfen oder schreiten

auf dem Erdboden: Schnabel hornig; Trachea meist mit Singmuskelapparat. Nesthocker.

1. Unterordnung: **Levirostris**, Leichtschnäbler; Schnabel gross, spongiös gebaut. Beine mit Schreit- oder Spaltfüssen.

Familien: *Buceridae*, Nashornvögel. *Halcyonidae*, Eisevögel. *Meropidae*, Bienenfresser. *Coracidae*, Racken.

2. Unterordnung: **Tenuirostris**, Dünnschnäbler. Schnabel lang, dünn; mit Schreit- oder Spaltfüssen.

Familien: *Upupidae* mit *Upupa epops*, Wiedehopf. — *Trochilidae*, Kolibris. *Meliphagidae*, Honigsauger. *Certhiidae*, Baumläufer.

3. Unterordnung: **Fissirostris**, Spaltschnäbler; Schnabel tief gespalten, Flügel lang und spitz.

Familien: *Hirundinidae*, Schwalben. *Hirundo urbica*, Hausschwalbe; *H. rustica*, Rauchschnäbler. — *Cypselidae*, Segler. *Cypselus apus*, Thurmschwalbe; *Caprimulgidae*, Nachtschwalbe.

4. Unterordnung: **Dentirostris**, Zahnschnäbler. Oberschnabel an der Spitze ausgeschlitten.

Familien: *Corvidae*, Raben. *Corvus corax*, Kollkrabe. *C. cornix*, Nebelkrähe. *C. corona*, Rabenkrähe. *Pica caudata*, Elster. *Garrulus glandarius*, Eichelkrähe. *Oriolus galbula*, Pirol. — *Paradisidae*, Paradiesvögel. *Sturnidae* mit *Sturnus vulgaris*, Staar. *Laniidae*, Würger. *Lanius collurio*, Neuntöchter. — *Muscicapidae*, Fliegenschnäpper. *Paridae*, Meisen. *Motacillidae*, Bachstelzen. *Sylviidae*, Sänger, mit *Regulus cristatus*, Goldhähnchen. *Troglodytes parvulus*, Zaunkönig. — *Turdidae*, Drosseln. *Luscinia luscinia*, Nachtigall. *Turdus pilaris*, Krammetsvogel. *T. merula*, Schwarzdrossel.

5. Unterordnung: **Conirostris**, Kegelschnäbler; Kopf dick, Schnabel kräftig, kegelförmig.

Familien: *Alaudidae*, Lerchen. *Alauda arvensis*, Feldlerche. *A. arborea*, Haidlerche. *A. cristata*, Haubenlerche. — *Fringillidae*, Finken. *Fringilla coelebs*, Buchfink. *F. spinus*, Zeisig. *F. carduelis*, Distelfink. *Emberiza cistrinella*, Goldammer. *Passer domesticus*, Haussperling. — *Ploceidae*, Weibervögel.

7. Ordnung: **Raptatores**, Raubvögel. Flügel lang, Schnabel und Klauen gebogen und kräftig.

Familien: *Strigidae*, Eulen. *Strix flammea*, Schleiereule. *Syrnium aluco*, Waldkauz. *Bubo maximus*, Uhu. — *Vulturidae*, Geier. *Sarcorhamphus gryphus*, Condor. *Gypaetus barbatus*, Lämmergeier. — *Accipitridae* s. *Falconidae*, Falken. *Aquila chrysaetos*, Goldadler. *A. imperialis*, Königsadler. *Haliaeetus albicilla*, Seeadler. *Milvus regalis*, Gabelweihe. *Buteo vulgaris*, Bussard. *Astur palumbarius*, Hühnerhabicht. *Nisus communis*, Sperber. *Falco tinunculus*, Thurmfalk. *F. candicans*, Jagdfalk. — *Gypogeranidae*.

V. Classe.

Mammalia, Säugethiere.

Körpertemperatur hoch, schwankt zwischen kleinen Grenzen. Herz geschieden, Aortenbögen linksseitig, Hinterhauptscondylus doppelt. Körper be-

haart, selten mit Schildern oder Schuppen bedeckt. Gebären lebendige Junge und ernähren dieselben längere Zeit mit Milch.

I. Unterlasse.

Acolpoda, Scheidenlose. (*Monotremata, Cloakenthiere.*)

Kiefer schnabelförmig. Mit Beutelknochen. Füsse, fünfzehig, bekrallt. Die weiblichen Geschlechtsorgane ohne Scheide, die MÜLLER'schen Gänge verwachsen nicht. Enddarm und Urogenitalapparat führen in eine Cloake. Die Embryonen werden sehr unvollkommen geboren. Nur wenige Arten bekannt.

Ornithorhynchus paradoxus, Schnabelthier, Neuholland. Männchen mit durchbohrtem Sporn am Hinterfusse. *Echidna hystrix*, südöstliches Neuholland; *E. setosa*, Vandiemensland. *Echidna* trägt die Jungen in einem ventralen Beutel.

II. Unterlasse.

Dicolpoda, Doppelscheidige Säuger. (*Marsupialia, Beutelhthiere.*)

Bezeichnung der Kiefer sehr wechselnd. Zwei Beutelknochen mit einem mehr oder minder vollkommenen Beutel mit Zitzen. Die Theile der MÜLLER'schen Gänge, welche die weibliche Scheide vorstellen, bleiben unten getrennt, treten aber unter den Uteri zusammen und bilden einen medianen Blindsack. Eine Cloake ist nur bei wenigen Formen vorhanden.

1. Ordnung: **Rapacia**, Raubbeutler. Mit einem dem der Insectivoren ähnlichen Gebiss. Vaginae in der Mitte nur wenig zusammengetreten, ohne längeren Blindsack.

Familien: *Didelphyidae*, Beutelratten. *Dasyuridae*, Beutelmarder. *Peramelidae*, Beuteldachse.

2. Ordnung: **Scandentia**, Kletterbeutler. Die zweite und dritte Zehe der Hinterfüsse verwachsen, der Daumen kann gegen die Vorderfinger bewegt werden.

Familien: *Phalangistidae* mit Greifschwanz. *Phascolarctidae*, Beutelbären.

3. Ordnung: **Macropoda**, Springbeutler. Vorderbeine klein, fünfzehig; Hinterbeine lange Sprungbeine.

Familie: *Halmaturidae*; *Macropus gigas*, Riesenkänguruh.

4. Ordnung: **Glirina**, Nagebeutler; Extremitäten und Schwanz kurz.

Familie: *Phascotomyidae*. *Phascalomys fossor*, Wombat.

III. Unterlasse.

Monocolpoda, Einscheidige Säuger. (*Placentalia.*)

Die MÜLLER'schen Gänge in den unteren Theilen stets, in den mittlereh häufig verwachsen. Entwicklung der Embryonen mit sogenannter Placenta.

4. Ordnung: **Rodentia** s. **Glires**, Nagethiere. Uterus vollständig getheilt. Das Gebiss ist durch 2 oder 4 obere und 2 untere Schneidezähne charakterisirt. Die Zehen sind freibeweglich und bekrallt.

Familien: *Leporidae*, Hasen, oben 5—6, unten 5 Backzähne. *Lepus timidus*, Hase. *L. cuniculus*, Kaninchen. — *Subungulata*, Halbhufer mit hufähnlichen Nägeln, ohne Clavicula. *Cavia cobaya*, Meerschweinchen. — *Aculeata*, Stachelschweine. Backzähne $\frac{1}{4}$. — *Octodontidae*, Schrotmäuse. *Lagostomidae*, Hasenmäuse. *Dipodae*, Springmäuse. *Muridae*, Mäuse. *Cricetus frumentarius*, Hamster. *Mus rattus*, Hausratte. *M. decumanus*, Wanderratte. *M. musculus*, Hausmaus. — *Arvicolidae*, Wühlmäuse. *Myodes lemmus*, Lemming. — *Georychidae*, Wurfmäuse. *Castoridae*, Biber, Backzähne $\frac{1}{4}$. *Castor fiber*, Biber; das Präputium mit zwei Bibergeißeln secernirenden Drüsen. — *Myoxidae*, Schläfer. *Scuridae*, Eichhörnchen.

2. Ordnung: **Proboscidea**, Rüsselthiere. Vielhufer, mit langem Rüssel. Backzähne zusammengesetzt. Stosszähne im Zwischenkiefer.

Familie: *Elephantidae*, mit *Elephas indicus* und *africanus*.

3. Ordnung: **Lamnungia**, Klippschiefer. Zahnbau zwischen Nager und Dickhäuter, Füße denen des Tapirs ähnlich. Darm mit 3 Blindsäcken.

Familie: *Hyracidae*, mit *Hyrax capensis* und *H. syriacus*.

4. Ordnung: **Ungulata**, Hufthiere. Zehen mit Hufen.

1. Unterordnung: **Perissodactyla**, unpaarzehige Hufthiere; Mittelzehe hauptsächlich entwickelt. Clavicula fehlt.

Familien: *Tapiridae*, Tapire. *Rhinocerotidae*, Rhinocerosse, mit *Rhinoceros javanus*. *Rh. sumatrensis*. *Rh. africanus*. — *Equidae* mit *Equus caballus*, Pferd. *Asinus*, Esel.

2. Unterordnung: **Tylopoda**, Schwielenfüßer. Wiederkäuer ohne Blättermagen.

Familien: *Camelus*, Kameel. *C. dromedarius*, Dromedar, Afrika. *C. bactriacus*, zweihöckeriges Kameel. *Auchenia glama*, Lama.

3. Unterordnung: **Artiodactyla**, Hufthiere mit paarigen Zehen, die mittleren berühren den Boden.

a. Art. **pachydermata**. Bezahnung voll ständig, Magen einfach.

Familien: *Suidae*, Schweine. *Sus scrofa*, Wildschwein. — *Dicotyles labiatus*, Pecari, Südamerika. — *Hippopotamus amphibius*, Nilpferd.

b. Art. **ruminantia**, Wiederkäuer mit Blättermagen; Gebiss unvollständig.

Familien: *Deveza*, Giraffen. *Moschidae*, Moschusthiere mit *Moschus moschiferus*. — *Cervidae*, Hirsche. *Cervus elaphus*, Edelhirsche. *C. capreolus*, Reh. *Alces palmatus*, Elch. *Rangifer tarandus*, Rennthier. — *Antilopina*. *Antilope doreas*, Gazelle. — *Ovinæ*. *Ovis aries*, Schaf. *Capra ibex*, Steinbock. *C. hircus*, Ziege. — *Bovinae*. *Bison europeus*, Wisent. *B. americanus*, Büffel. *Bos primigenius*, Aurochse. *B. indicus*, Zebu. *B. taurus*, Rind.

5. Ordnung: **Sirenia**, Gebiss ähnelt dem der Pachydermen.

Familien: *Sirenia*, Sirenen, mit *Manatus* und *Halicore*. *Rhytina Stelleri*, die STELLER'sche Seekuh, ist ausgerottet.

6. Ordnung: **Ferae**, Raubthiere. Schlüsselbein fehlt oder ist rudimentär.

1. Unterordnung: **Carnivora**. Zehen bekrallt.

Familien: *Ursidae*, Bären. *Ursus arctos*, brauner Bär. *U. maritimus*, Eisbär. *Procyon lotor*, Waschbär. — *Mustelidae*, Marderartige Raubthiere. *Mustela martes*, Edelmarder. *M. foina*, Steinmarder. *M. zibelina*, Zobel. *Putorius putorius*, Iltis. *P. vulgaris*, Wiesel. *P. erminea*, Hermelin. *Lutra vulgaris*, Fischotter. *Meles taxus*, Dachs. — *Viverridae*, Zibethkatzen. *Canidae*, Hunde. *Canis lupus*, Wolf. *C. aureus*, Schakal. *C. familiaris*, Haushund. *C. vulpes*, Fuchs. — *Hyaenidae*, Hyänenartige Raubthiere. *Hyaena striata*. *H. crocuta*, gefleckte Hyäne. — *Felidae*, Katzen. *Felis catus*, Wildkatze. *F. leo*, Löwe. *F. tigris*, Tiger. *F. concolor*, Puma. *F. onca*, Jaguar. *Lynx lynx*, Luchs.

2. Unterordnung: **Pinnipedia**. Die fünfzehigen Füße sind Flossenfüße; das Gebiss schliesst sich dem der Carnivoren an.

Familien: *Phocidae*, Seehunde. *Phoca vitulina*. — *Trichechidae*, Walrosse.

7. Ordnung: **Cetacea**, Walthiere. Extremitäten in Flossen umgewandelt.

4. Unterordnung: **Denticete**, Zahnwale.

Familien: *Delphinidae*. *Phocaena communis*. *Delphinus delphis*, Delphin. — *Monodontidae*. *Monodon monoceros*, Narwall mit gefurchtem Stosszahn. — *Hyperoodontidae*. *Catodontidae*, Pottfische. *Catodon macrocephalus*, Pottwal, 15 bis 20 Meter lang. —

2. Unterordnung: **Mysticete**, Bartenwale; Kiefer zahnlos, mit Barten.

Familie: *Balaenidae*. *Balaena mysticetus*, Grönländischer Walfisch; bis 20 Meter, nordisches Eismeer.

8. Ordnung: **Insectivora**, Insectenfresser. Zehen bekrallt. Gebiss vollständig. Kopf verlängert.

Familien: *Erinaceidae*. *Erinaceus europaeus*, Igel. — *Soricidae*, *Sorex vulgaris*, Spitzmaus. — *Talpidae* mit *Talpa europaea*, Maulwurf.

9. Ordnung: **Chiroptera**, Handflügler. Zwischen den verlängerten Fingern der Hände und den Hinterextremitäten und Schwanz spannt sich eine Flughaut aus.

4. Unterordnung: **Frugivora**, Fruchtfresser; Daumen und Zeigefinger der Hände mit Krallen ausgestattet.

Familie: *Pteropidae*, fliegende Hunde.

2. Unterordnung: **Insectivora**, Insectenfresser, nur der Daumen bekrallt.

a. *Gymnorhina*, Glattnasen.

Familien: *Vespertilionidae*. *Plecotus auritus*, Ohrenfledermaus. *Vespertilio murinus*. *Vesperugo noctula*, frühfliegende Fledermaus. — *Taphozoidae*.

b. *Phyllorhina*, Blattnasen. Mit breiten, häutigen Ansätzen auf der Nase.

Familien: *Rhinolophidae*. *Rhinolophus ferrum equinum*, Hufeisennase. — *Megadermidae*, Ziernase. — *Phyllostomidae*. *Vampyrus spectrum*, Vampyr.

10. Ordnung: **Edentata s. Bruta**. Die MÜLLER'schen Gänge vielfach auch im Uterustheile verwachsen. Kiefer zahnlos und mit unvollkommenem Gebiss.

Familien: *Vermilinguia*, Ameisenfresser, mit *Myrmecophaga jubata*, Ameisenfresser. — *Dasypoda*, Gürtelthiere, Körper mit Knochenschildern bedeckt. — *Bradypoda*, Faulthiere.

11. Ordnung: **Prosimii**, Halbaffen. Kletterthiere mit Insectivorengebiss; Hände und Greiffüße; mit Brust- und Bauchzitzen.

Familien: *Galeopithecidae*, Pelzflatterer. *Galeopithecus volans*, fliegender Maki. — *Chiromysidae*, Fingerthiere. *Tarsiidae*, Langfüsser. *Lemuridae*. *Ste-nops gracilis*, schlanker Lori.

12. Ordnung: **Primates**, Affen. Gebiss vollständig. Hinterfüsse mit Greiffüssen. Augenhöhlen geschlossen. Zitzen auf der Brust.

1. Unterordnung: **Arctopithecini**, Krallaffen. Krallnägel, Schwanz lang.

Familien: *Hapalidae*, Seidenaffen, ohne Greifschwanz. *Midas Rosalia*, Löwenäffchen.

2. Unterordnung: **Platyrrhini**. Nasenscheidewand breit, mit 36 Zähnen. Schwanz lang, Wickel- oder Greifschwanz. Leben in der Neuen Welt.

Familien: *Pitheciidae*. *Cebidae*. *Cebu capucinus*, Kapuzineraffe. *Myctes niger*, Brüllaffe.

3. Unterordnung: **Catarrhini**. Nasenscheidewand schmal, 32 Zähne, Schwanz niemals Greifschwanz, oft rudimentär. Leben in der alten Welt.

Familien: *Cynocephalidae*, Paviane. *Cynocephalus hamadryas*, Grosser Pavian. — *Cercopithecidae*, mit *Macacus*, *Rhesus*, *Inuus*. *Cercopithecus*. *C. sabaeus*. grüne Meerkatze. — *Semnopithecidae*, Schlankaffen. *Anthropomorphae*. *Hylobates syndactylus*, Gibbon. *Satyrus Orang*, Orang-Utan. *Troglodytes niger*, Schimpanse. *Gorilla engana*, Gorilla.

Den Anthropomorphen ähnlich, ihnen jedoch nicht direct anzureihen ist der Mensch, *Homo*.

Register.

E. vor einer Zahl bedeutet Entwicklung des betreffenden Organes.

A.

- Aal 348.
 Abdominalia 325.
 Abomasus 88.
 Abscheidung 44.
 Acalephae 341.
 Acanthia 333.
 Acanthocephali 321.
 Acanthometrae 306.
 Acanthopteri 349.
 Acarina 328.
 Accipitridae 354.
 Acetabulum 172.
 Achsen des Thierkörpers 23.
 Achsencylinder 64.
 Achsencylinderfortsatz 63.
 Acineta 305.
 Acipenser 347.
 Acolpoda 355.
 Acrididae 334.
 Acromion 169.
 Actiniaria 309.
 Actinidae 309.
 Actinozoa 309.
 Aculeata 337.
 Acyonidae 309.
 Adergeflechte 285.
 Adler 354.
 After 89.
 After E. 250.
 Afterscorpione 330.
 Afterspinne 329.
 Aglossa 350.
 Alauda 354.
 Alciopidae 323.
 Alcyonarien 309.
 Aldrovandus 3.
 Alken 353.
 Allantois 239. 250.
 Alligator 352.
 Alveoli 409.
 Ambos 467.
 Ambulacralcanäle 91.
 Ambulacralfurche 137.
 Ambulacralplatte 77.
 Ameisen 337.
 Ameisenfresser 357.
 Ameisenlöwe 332.
 Ameividae 351.
 Amiadae 348.
 Amnion 237. 238.
 Amnionplatte 239.
 Amöben 305.
 Amphiarthrose 455.
 Amphibien 349.
 Amphibiotica 331.
 Amphigastrula 233.
 Amphioxus 345.
 Amphipoden 326.
 Ampullen 91.
 Anacanthini 349.
 Anas 353.
 Anguilla 348.
 Anguillula 321.
 Anisopoda 326.
 Annelides 322.
 Annulata 351.
 Anobium 336.
 Anodonta 338.
 Anopla 349.
 Anorgane 7.
 Anser 353.
 Anthozoa 309.
 Anthropomorphae 358.
 Antiambulacralplatten 137.
 Antilope 356.
 Antimeren 23.
 Antipatharia 309.
 Anus 89.
 Aorta E. 257.
 — abdominalis 95.
 — ascendens 98. E. 260.
 — cephalica 95.
 — descendens 97. E. 257. 260.
 Aphaniptera 334.
 Aphidae 333.
 Apicalpol 137.
 Apidae 337.
 Apis 337.
 Apoda 349.
 Apophyse 155.
 Aporosa 310.
 Appendices anales 143.
 Appendices pyloricae 85.
 Aptera 332.
 Apteryx 352.
 Apus 324.
 Aquaeductus Sylvii 192.
 E. 287.
 Aquila 354.
 Arachnoidea 328.
 Arachnoides 197.
 Araneidae 329.
 Archigastrula 233.
 Arctopitheci 358.
 Arcus aortae 257. 260.
 Ardea 353.
 Area embryonalis 236.
 — opaca 235. 254.
 — pellucida 235.
 — vasculosa 235. 236. 254.
 — vitellina 235. 254.
 Argentea 208.
 Argulus 324.
 Arion 340.
 Aristoteles 2.
 Armfüssler 343.
 Arteria axillaris 100.
 — omphalo-mesenterica 238.
 256. 258.
 — pulmonalis 257. 261.
 — umbilicalis 242. 245.
 — vertebralis E. 258.
 Arthropoda 323.
 Arthrostraca 325.
 Articulata 343.

Artiodactyla 356.
 Arvicolidae 356.
 Ascalabotae 354.
 Ascaridae 320.
 Ascaris 320.
 Ascidien 343.
 Asconidae 308.
 Asiphoniata 338.
 Aspidobranchia 339.
 Assel 326.
 Assimilation 44.
 Astacus 327.
 Asteroidea 343.
 Astragalus 175.
 Astur 354.
 Athmung 32.
 Atlas 159.
 Atrium 97.
 — des Herzens E. 256.
 Auerhahn 353.
 Augen E. 290.
 — acone 206.
 — einfache 205.
 — primäre 290.
 — pseudacone 206.
 — zusammengesetzte 205.
 Augenblase 390.
 — secundäre 290.
 Augenflecke 204.
 Augenlider 244. E. 298.
 Augenmuskeln 244.
 Augenspalt 292.
 Auriculae 256.
 Aussere Haut 136. E. 269.
 Auster 338.
 Aves 352.

B.

Bachstelzen 354.
 Backzähne 176.
 Bakterien 304.
 Badeschwamm 308.
 v. Baer 4.
 Balaenidae 357.
 Balanidae 325.
 Balanoglossus 323.
 Balken 195. E. 286.
 Bandwürmer 347.
 Bär 358.
 Barbe 349.
 Barsch 349.
 Bartenwale 357.
 Bartholin'sche Drüsen 135.
 Basommatophora 340.
 Batrachia 350.
 Bauchfüßer 339.
 Beauvais 3.
 Becherorgane 240.
 Becherquallen 341.
 Becherzellen 144.
 Beckengürtel 172. E. 281.
 Befruchtung 39.
 Begattungsorganē, Aussere,
 41.
 Belebte Naturkörper 7.

Beroidae 342.
 Bettwanze 333.
 Beutelqualen 344.
 Beutelratte 355.
 Beutelthiere 355.
 Bewegung der Pflanzen 12.
 Biber 356.
 Bienen 337.
 Bilateralthier 23.
 Bindegewebe, faseriges 65.
 — zelliges 64.
 Bindegewebsknorpel 66.
 Birkhuhn 353.
 Bischoff 5.
 Bissusdrüse 144.
 Blasengastrula 235.
 Blastoderma 234.
 Blastosphäre 229.
 Blastula 233.
 Blätter 10.
 Blattflöhe 333.
 Blattläuse 333.
 Blattwespen 337.
 Blinddarm 89. E. 250.
 Blinder Fleck 242.
 Blindwühler 349.
 Blut 56.
 Blutegel 322.
 Blutentwicklung 254.
 Blutkörperchen, rothe 57.
 — weisse 56.
 oa 351.
 Bombycina 335.
 Bombyx 335.
 Bonellia 321.
 Bonnet 4.
 Borkenkäfer 336.
 Borstenwürmer 322.
 Bos 356.
 Bostrychus 336.
 Bothriocephalus 347.
 Bovinae 356.
 Bowman'sche Kapsel 145.
 Brachiopoda 343.
 Brachycera 334.
 Brachyura 327.
 Bradypoda 357.
 Branchiopoda 324.
 Branchipus 324.
 Branchiura 324.
 Braun 5.
 Brevinguia 351.
 Brillenschlange 351.
 Bronchi 108.
 Brücke 5.
 Brustbeinbildung 275.
 Brustgürtel 168. E. 280.
 Bruta 357.
 Bryozoa 342.
 Bubo 354.
 Buccalganglien 194.
 Buceridae 354.
 Buchdrucker 336.
 Bücherscorpion 330.
 Bufo 350.

Bulbus aortae E. 257. 260.
 Bulbus arteriosus 97.
 Burmeister 5.
 Bursa copulatrix 126.
 Bursa omentalis 250.
 Bursaridae 307.
 Büschelkiemer 348.
 Bussard 354.
 Buteo 354.

C.

Calcaneus 175.
 Calciispongiae 308.
 Calycophoridae 344.
 Calycozoa 344.
 Campanulariae 344.
 Canales incisivi 244.
 Canalis centralis 191. 196.
 E. 284.
 Cancer 327.
 Canidae 357.
 Capillargefäßwände 64.
 Caprimulgidae 354.
 Carabus 337.
 Cardia 88.
 Carnivora 357.
 Carotiden E. 258.
 Carotis 97.
 Carpalien 170. E. 281.
 Cartilago aryaenoidea 140.
 — cricoidea 140.
 — laryngotrachealis 140.
 — thyroidea 140.
 Carus 5.
 Cassidulidae 344.
 Castor 356.
 Casuaridae 352.
 Catallakten 19. 22. 304.
 Catarrhini 358.
 Catodontidae 357.
 Cauda equina 197. E. 288.
 Caudata 350.
 Cavum arteriosum 99.
 — venosum 99.
 Cella lateralis 195.
 Cellulose 10. 17. 147.
 Centralhöhle 75.
 Centralkapsel 154.
 Cephalopoda 344.
 Ceratodus 349.
 Cercarien 348.
 Cercopithecidae 358.
 Cerebellum 192. E. 287.
 Certhiidae 354.
 Cervus 356.
 Cestodes 345.
 Cestum 342.
 Cetacea 357.
 Chaetopodes 322.
 Chaetosomidae 321.
 Chagrin 147.
 Chälazen 223.
 Chamaeleon 354.
 Charadriidae 353.
 Charybdeiden 344.

Chelifer 330.
 Chelonia 352.
 Chermesläuse 333.
 Chilognatha 330.
 Chilopoda 330.
 Chimaeren 346.
 Chiromysidae 358.
 Chiroptera 357.
 Chlorophyll 13. 17.
 Chondropterygii 346.
 Chondrostei 347.
 Chorda dorsalis 456. 237.
 273.
 Chordae tendineae 400.
 Chordascheide 456.
 Chordazellen 456.
 Chorioidea 212. E. 298.
 Chorion 44.
 — frondosum 244.
 — laeve 244.
 — verum 242.
 Chromatophoren 443.
 Chrysomela 336.
 Chylus 56. 92. 96.
 Chylusdarm der Krebse 79.
 Chyluskörperchen 96.
 Cicaden 333.
 Ciconia 353.
 Cidaridae 344.
 Cirripedia 324.
 Cirrus 120.
 —beutel 121.
 Citigradae 329.
 Cladocera 324.
 Claus 5.
 Clavicula 467. E. 280.
 Clepsinidae 322.
 Clitoris 435.
 Cloake 89. 116. E. 250.
 Clupeus 348.
 Clypeastridae 344.
 Cnidaria 309.
 Cnidoblasten 436. 309.
 Coccidae 332.
 Cochenilleläuse 333.
 Cochlea 245. E. 293.
 Cocon 423.
 Coecum 89. E. 250.
 Coelenteraten 307.
 Coelom 90.
 Coenurus 346.
 Coleoptera 336.
 Colon 87.
 Coluber 354.
 Colubriformia 351.
 Columbinae 353.
 Columulla 462.
 Comatulidae 343.
 Conchae 463.
 Conirostres 354.
 Conjugation 40.
 Conjunctiva 214. E. 298.
 Copelatae 343.
 Copepoda 324.
 Copulationstasche 429.

Coraciidae 354.
 Coracoid 469.
 Corallium 309.
 Cordylophora 344.
 Corium 447.
 Cornea 205. 212. E. 293.
 Gorpora bigemina 493. 495.
 — cavernosa 433. 434.
 — quadrigemina 493. 495.
 Corpus callosum 495. E. 286.
 — ciliare 213. E. 292.
 — striatum 495. E. 286.
 — vitreum 214. E. 292.
 Corrodentia 334.
 Corti'sche Organ 216. E. 297.
 Corvus 354.
 Coste 5.
 Cowper'sche Drüse 433.
 Cranium 460.
 Crassilinguia 351.
 Crevettina 326.
 Crinoidea 343.
 Cristatella 342.
 Crocodilia 351.
 Crotalus 354.
 Crustacea 323.
 Cryptopentamera 336.
 Cryptotetramera 336.
 Ctenobranchia 339.
 Ctenophorae 342.
 Cuculidae 353.
 Culex 334.
 Cumacea 326.
 Cursors 352.
 Cuticula 64. 439.
 Cuvier 4.
 Cyclops 324.
 Cydippidae 342.
 Cyste 346.
 Cysticercus 346.
 Cyclobranchia 339.
 Cyclomyaria 344.
 Cyclostomi 346.
 Cygnus 353.
 Cynocephalidae 358.
 Cypridae 324.
 Cyprinus 348.
 Cypselidae 354.
 Cystoideae 347.
 Cystotaeniae 347.
 Cytoden 52.

D.

Daphnidae 324.
 Darmbein 472.
 Darwin 5.
 Dasyopoda 357.
 Dasyuridae 355.
 Decapoda 327.
 Decidua placentalis 245.
 — reflexa 245.
 — vera 245.
 Delphinus 357.
 Dendrocoela 349.
 Dendrophidae 354.

Denticete 357.
 Dentiostres 354.
 Dermatobranchia 340.
 Dermatophili 328.
 Derotrema 350.
 Desmomyaria 344.
 Devexa 356.
 Diaphragma 409.
 Diaphyse 155.
 Dibranchiata 351.
 Dickdarm 87.
 Dickhäuter 356.
 Dicolpoda 355.
 Dicyemiden 49. 307.
 Didelphyidae 355.
 Diphyidae 344.
 Dipnoi 349.
 Dipodae 356.
 Dipsadidae 351.
 Diptera 333.
 Discodactylia 350.
 Discogastrula 235.
 Discoideae 344.
 Discophoren 344.
 Discus proligerus 226.
 Dissipementa 79.
 Distomaeae 348.
 Distomum 348.
 Doehmius 320.
 Dodo 353.
 Dotter 41. 224.
 Dotterstöcke 421.
 Drossel 354.
 Drüsenepithel 59.
 Dryophidae 351.
 Ductus arteriosus Botalli
 400.
 — Botalli 98.
 — choledochus 86.
 — Cuvieri 97. 259.
 — ejaculatorius 426. 433.
 — thoracicus 404.
 — venosus Arantii 259.
 Duodenum 83. E. 250.
 Dura mater 497. E. 285.
 Duverney'sche Drüsen 435.
 Dytiscus 337.

E.

Ecardines 343.
 Echidna 355.
 Echinidae 344.
 Echinococcus 346.
 Echinoderiden 324.
 Echinodermata 342.
 Echinoidea 344.
 Echinorhynchus 321.
 Echinothuridae 344.
 Echinus 344.
 Echiuridae 324.
 Eckzähne 476.
 Ectocyst 446.
 Ectoderm 73. 231.
 Ectoprocta 343.
 Edelkoralle 309.

Edentata 357.
 Edwards 5.
 Eibefruchtung 227.
 Eibehälter 121.
 Eichel 184.
 Eichel E. 268.
 Eichhörnchen 356.
 Eidechsen 354.
 Eientwicklung 220.
 Eier, Allgemeines 37.
 — adeutale 222.
 — centrodeutale 222.
 — holoblastische 223.
 — meroblastische 222.
 — telodeutale 222.
 — zusammengesetzte 225.
 Eierstock E. 265.
 Eierstöcke 117.
 Eigenwärme 33.
 Eihaut 44.
 Eihüllen 237.
 Eingeweidenerven 201. E.
 290.
 Einsiedlerkrebs 327.
 Eintagsfliege 334.
 Eisvogel 354.
 Eizelle 73.
 Elapidae 354.
 Elastisches Gewebe 65.
 Elektrische Organe 248.
 Elephant 356.
 Elle 170. E. 284.
 Elytra 143.
 Embryo 38.
 Emys 352.
 Enddarm 88.
 Enddarm E. 250.
 Endostyl 82.
 Endothelien 64.
 Enopla 349.
 Ente 353.
 Entoderm 73. 234.
 Entomophaga 337.
 Entomostraca 323.
 Entoprocta 342.
 Epeira 329.
 Ephemerä 334.
 Epiblast 73. 234.
 Epidermis der Vertebraten
 147.
 — der Würmer 139.
 Epiglottis 109. E. 252.
 Epiphyse 155.
 Epiphysis 193. E. 286.
 Epistropheus 159.
 Epithelien 58.
 Equus 356.
 Erbsenbein 174.
 Erdspinnen 329.
 Erinaceidae 357.
 Ernährung der Zelle 54.
 Erster Kiemenbogen 278.
 Esocidae 348.
 Euganoides 358.
 Euisopoda 326.

Eulen 335. 354.
 Euryaleae 343.
 Eurystomeae 242.
 Euspongia 308.
 Eustrongylus 320.
 Excretionsorgane 144—146.
 Exoderm 73.
 Extremitäten E. 279.
 Extremitätenskelet 167.

F.

Fadenwürmer 349.
 Falken 354.
 Falsche Gelenke 155.
 Falx cerebri 197. E. 285.
 Fangarme 25.
 Farinator 9.
 Fasan 353.
 Faserknorpel 66.
 Faulthiere 357.
 Federn 149.
 Felidae 357.
 Femur 142. 174.
 Femur E. 284.
 Fenestra 162.
 — ovalis 298.
 — rotunda 298.
 Ferae 356.
 Fette 44.
 Fibrospongiae 308.
 Fibula 174. E. 284.
 Filaria 320.
 Filzlaus 332.
 Fingerglieder 174. E. 284.
 Finken 354.
 Finne 346.
 Fische 345.
 Fischotter 357.
 Fissilinguia 357.
 Fissirostres 354.
 Flagella 141.
 Flagellaten 304.
 Fledermäuse 357.
 Fliegen 334.
 Fliegende Hunde 358.
 Fliegenschnäpper 354.
 Flimmerbewegung 53.
 Flimmerepithel 60.
 Flimmerzellen 25.
 Flöhe 334.
 Florfliegen 334.
 Flossen 168.
 Flossenfüßer 357.
 Flossenfüßler 340.
 Flossenstrahlen 148.
 Flug 30.
 Flügel der Insecten 143.
 Flusskrebs 327.
 Flussmuschel 338.
 Foetus 38.
 Foramen, ovale 257.
 — Monroi 194. E. 285.
 — obturatorium 173.
 — transversum 158.
 Foraminiferen 305.

Forelle 348.
 Formicidae 337.
 Fornix 195.
 Fortpflanzung 36.
 — digene oder geschlechtliche 39.
 — durch Keimzellen 39.
 — durch Knospen 39.
 — monogene 38.
 — durch Sporen 39.
 — durch Sprossen 39.
 — durch Theilung 39.
 — ungeschlechtliche 38.
 — der Zelle 55.
 Fovea centralis 213.
 Fringilla 354.
 Frugivora 357.
 Fuge 155.
 Fundus 88.
 Fungidae 340.
 Funiculus 130.
 — umbilicalis 242.
 Furchung des Eies 227.
 — inäquale 229. 234.
 — reguläre 229.
 — superficielle 234.
 Furchungshöhle 229.
 Furchungskern 227.
 Furchungskugeln 229.

G.

Gabelweihe 354.
 Galenus 2.
 Galeopithecidae 358.
 Gallenblase E. 253.
 Gallertgewebe 64.
 Gallertrohr 240.
 Gallicola 337.
 Gallus 353.
 Gallwespen 337.
 Gammaridae 326.
 Ganglienzellen 63.
 — apolare 63.
 — bipolare 63.
 — multipolare 63.
 — unipolare 63.
 Ganglion infraoesophageum
 187.
 — stellatum 190.
 — subintestinale 190.
 Gangvögel 353.
 Ganoidei 347.
 Gans 353.
 Gartner'sche Gänge 134.
 Gastroparietalligament 82.
 Gastropoda 339.
 Gastrotrichen 324.
 Gastrovascularsystem 75.
 Gastrula 73. 233.
 Gastrulamund 233.
 Gaumenbildung 278.
 Gaza 3.
 Gecko 351.
 Geer 4.
 Gefäßsystem 89—102.

Gegenbaur 5.
 Gehirn der Vertebraten 191.
 192. E. 284.
 — der Wirbellosen 185 u. f.
 Gehirnhäute 197.
 Gehirnnerven 198.
 Gehörbläschen 294.
 Gehörgang 299.
 Gehörknöchelchen 217.
 Geier 354.
 Gelber Fleck 213.
 Gelenke 154. 155.
 Gemmulae 118.
 Generatio aequivoca s. spon-
 tanea 9. 36.
 Generationswechsel 43.
 Genitalhöhlen 119.
 Genitalplatten 138.
 Geometrina 335.
 Georychidae 356.
 Gephyrei 321.
 Geradflügler 331.
 Geryoniden 311.
 Geschlechtsfalten 268.
 — furche 268.
 — höcker 268.
 — leiste 221.
 — organe 116—136.
 Geschmacksknorpel 210.
 Gessner 3.
 Gewebe 58.
 Gewölbe 195.
 Gibbon 358.
 Giesbeckenknorpel 110.
 Giftzähne 86.
 Gigantostraca 327.
 Giraffe 356.
 Glans penis 134.
 Glanville 3.
 Glasschwämme 308.
 Glattnasen 357.
 Gleiten 27.
 Gliederthiere 323.
 Gliederwürmer 322.
 Glirina 356.
 Glockengastrula 233.
 Glomerulus 115.
 Glottis 109.
 Gorilla 358.
 Graaf'scher Follikel 220.
 Grabbeine 30.
 Grallatores 353.
 Gregarinen 305.
 Grenzstrang des Sympathi-
 cus 201.
 Grillen 331.
 Grus 353.
 Gürtel 123.
 Gürtelbein 162.
 Gürtelthiere 357.
 Gymnbranchia 340.
 Gymnolaemata 342.
 Gymnorhina 357.
 Gymno omata 341.
 Gypaëtus 354.

H.

Haarbalgmilben 328.
 Haare 150.
 Haarentwicklung 274.
 Haarsterne 313.
 Habicht 354.
 Haeckel 5.
 Haemapophysen 157.
 Haemoglobin 15.
 Haftkiemer 348.
 Haifische 346.
 Halbaffen 357.
 Halbhauer 356.
 Halcyonidae 354.
 Halichondriidae 308.
 Halmaturidae 355.
 Handflügler 357.
 Handwurzelknochen 170.
 E. 281.
 Hapalidae 358.
 Harnblase E. 264.
 Harnleiter E. 263.
 Harvey 3.
 Hase 356.
 Hasenmäuse 356.
 Hasta amatoria 42.
 Haubengastrula 233.
 Hautdrüsen E. 272.
 Hautflügler 337.
 Häutiges Labyrinth 215.
 E. 296.
 Hautmuskulatur 180.
 Hautskelet 136.
 Havers'sche Canäle 67.
 Hechte 348.
 Hectocotylus 129.
 Heidenheim 5.
 Heimchen 334.
 Heitzmann 5.
 Helix 340.
 Heliozoen 306.
 Helmholtz 5.
 Hemiptera 333.
 Hemisphären 192.
 Hering 348.
 Herodii 353.
 Herzentwicklung 255.
 Herzkammer 97.
 Heterogenie 44.
 Heteromera 336.
 Heteropoda 340.
 Heterotricha 307.
 Heuschrecken 334.
 Hinterhauptsbeine 161 u. f.
 Hinterhirn 192.
 Hippopotamus 356.
 Hirsche 356.
 Hirudinei 322.
 Hirudo 322.
 Hirundo 354.
 His 5.
 Hoden 117. E. 265.
 Hodensack 133.
 Holocephali 346.

Holothurioidea 314.
 Holotricha 306.
 Homodynamie 72.
 Homologie, allgemeine 71.
 — complete 72.
 — incomplete 72.
 — specielle 72.
 Homonomie 72.
 Homonomität 24.
 homöotherme Thiere 36.
 Homotypie 72.
 Honigbiene 337.
 Hörner 199. E. 289.
 Hornhaut 205. 212.
 Hufeisennase 357.
 Huftthiere 356.
 Humerus 170. E. 281.
 Humivagae 354.
 Hummer 327.
 Humor aquaeus 214.
 Hunde 354.
 Hunter'sches Leitband 267.
 Huxley 5.
 Hyalospongiae 308.
 Hyäne 357.
 Hydra 310.
 Hydrocorallinae 310.
 Hydroidea 310.
 Hydromedusae 310.
 Hydrophidae 351.
 Hydrophilidae 337.
 Hydrosauria 351.
 Hylobates 358.
 Hymenoptera 337.
 Hyo-mandibulare 164.
 Hyperbranchialrinne 84.
 Hyperina 326.
 Hyperoartia 346.
 Hyperodontidae 357.
 Hyperotreta 346.
 Hypoblast 73. 231.
 Hypotricha 307.
 Hyrax 356.

I.

Ibis 353.
 Ichneumonidae 337.
 Ichthyioidea 350.
 Igel 357.
 Iguanidae 351.
 Ileo-parietalligament 82.
 Impennes 353.
 Individuum 21.
 Infundibula 109. E. 252.
 Infundibulum 192. E. 286.
 Infusoria 306.
 Ingluvies 87.
 Inneres Skelet 154—176.
 Inscriptiones tendineae 181.
 Insecten 330.
 Insectenfresser 357.
 Insectivora 357.
 — (Fledermäuse) 357.
 Instincte 46.
 Integument 136.

Interambulacralplatten 138.
 Intercellularsubstanz 64.
 Inter genitalplatten 138.
 Interparietale 163.
 Irreguläre Thierformen 24.
 Ixodidae 328.

J.

Jacobson'sches Organ 211.
 Jochbein 165.
 Julius 330.
 Jungfernezeugung 45.

K.

Käfer 336.
 Kalkschwämme 308.
 Kaltblüter 34.
 Kältestarre 33. 49.
 Kameel 356.
 Känguruh 355.
 Kaninchen 356.
 Karpfen 348.
 Karpfenlaus 324.
 Käsemilben 328.
 Katze 357.
 Kehlkopf 108. E. 252.
 Keilbeine 161 u. f. E. 276.
 Keilbeinflügel 163.
 Keimbläschen 41. 224.
 Keimblätter 231.
 Keimepithel 264.
 Keimfleck 41. 224.
 Keimhaut 231.
 Keimscheibe 226.
 Kern 52.
 Kernkörperchen 52.
 Kernplatte 228.
 Kiebitz 353.
 Kiefer 84.
 Kieferfühler 141.
 Kieferfüsse 141.
 Kielfüssler 340.
 Kiemen 32.
 Kiemen der Fische 406.
 Kiemen der Mollusken 305.
 Kiemenbögen 247. 278.
 Kiemendeckel 106.
 Kiemenherzen 95.
 Kiemenlurche 350.
 Kiemensäckchen 106.
 Kiemenskelet 165.
 Kindspech 254.
 Kitzler 135.
 Kiwi-Kiwi 352.
 Klapperschlange 351.
 Klettern 30.
 Klettervögel 353.
 Klippschiefer 356.
 Kniescheibe 175.
 Knochenfische 348.
 Knochenhechte 348.
 Knorpel, elastischer 66.
 — hyaliner 66.
 Knorpelgewebe 65.

Knorpelzellen 153.
 Kohlenhydrate 44.
 Kohlweissling 336.
 Kolibris 354.
 Kölliker 5.
 Kopffüssler 341.
 Kopfgrube 304.
 Kopfknochen der Cephalo-
 poden 153.
 Kopflaus 332.
 Korallen 309.
 Körnchenbewegung 52.
 Kowalevsky 5.
 Krabben 327.
 Kraft 14.
 Kraftwechsel 14. 45.
 Kranich 353.
 Kratzer 321.
 Krätzmilben 328.
 Krebse 323.
 Kreuzbein 159.
 Kreuzotter 351.
 Kreuzspinne 329.
 Kriechen 27.
 Kropf der Insecten 80.
 Kropf der Vögel 87.
 Kröten 350.
 Krystallform 8.
 Krystallkegel 204. 205.
 Küchenschabe 331.
 Kukul 353.

L.

Labmagen 88.
 Labyrinthbläschen 294.
 Labyrinthuleen 49. 305.
 Lacerta 351.
 Lacertidae 351.
 Lachse 348.
 Lacunen 94.
 Laemodipoda 326.
 Lagostomidae 356.
 Lama 356.
 Lamarck 4.
 Lamellibranchiata 338.
 Lämmergeier 354.
 Laniadae 354.
 Lapillus 215.
 Laridae 553.
 Larve 37.
 Larynx 108. 109.
 Latebra Purkinje'sche 225.
 Laterigradae 329.
 Laterne des Aristoteles 77.
 438.
 Laubfrösche 350.
 Laufen 30.
 Laufkäfer 337.
 Laufvögel 352.
 Lebenskraft 8.
 Leber E. 253.
 Lederhaut 147. 270.
 Leeuwenhoek 3.
 Leguane 351.

Leibeshöhle 90.
 Leidig 5.
 Lemnisci 112.
 Lemuridae 358.
 Lepadidae 325.
 Lepidoptera 334.
 Lepidosiren 349.
 Lepidosteus 348.
 Lepisma 331.
 Leptocardii 345.
 Leptostraca 325.
 Lepus 356.
 Lerche 354.
 Lernacidae 324.
 Leuckart 5.
 Leuconidae 308.
 Leviostres 354.
 Libellulidae 331.
 Liebespfeil 129.
 Ligamenta intermuscularia
 180.
 — intervertebralia 274.
 Ligamentum Botalli 100.
 Ligulidae 347.
 Limax 340.
 Limulus 327.
 Linguatulida 328.
 Linné 4.
 Linse 203. E. 291.
 Linsenkapsel 291.
 Liquor Graafianus 221.
 Lithospongiae 308.
 Lobatae 312.
 Lobi olfactorii 193.
 Lophobranchi 348.
 Löwe 357.
 Luchs 357.
 Ludwig 5.
 Lufröhre 108.
 Lumbricus 322.
 Lungen 32. 108. E. 252.
 Lungenschnecken 340.
 Lupus 357.
 Lurche 349.
 Lurchfische 349.
 Luscinia 354.
 Lutra 357.
 Lymphdrüsen 96.
 Lympe 56. 96.
 Lymphgefässe 96. 101.
 Lymphherzen 102.
 Lymphkörperchen 96.
 Lymphzellen 56.
 Lynx 357.

M.

Macropoda 355.
 Macrura 327.
 Macula germinativa 224.
 Madrepোরaria 309.
 Madreporenplatte 91.
 Magen 83.
 — der Echinodermen 77.
 — der Wiederkäufer 88.
 Magenentwicklung 250.

Magenmund 83.
 Maikäfer 336.
 Malacostraca 325.
 Malpighi 3.
 Malpighi'sche Gefäße 80. 113.
 — Kapsel 115.
 — Körper E. 262. 263.
 Mammalia 354.
 Mandibeln 141.
 Mantel 146.
 Mantelthiere 343.
 Marder 357.
 Markscheide 64.
 Marsupialia 355.
 Marsupialida 344.
 Maulwurf 357.
 Maulwurfsgrille 331.
 Maus 356.
 Maxillen 141.
 Meckel 5.
 Meckel'scher Knorpel 165.
 Meconium 254.
 Medinawurm 320.
 Medulla oblongata 192.
 Medullarrinne 236. 284.
 Meerkatzen 358.
 Meisen 354.
 Meliphagidae 354.
 Melolontha 386.
 Membran 52.
 Membrana pellucida 222.
 Meropidae 354.
 Mesenteriaalfalten 76.
 Mesoblast 73.
 Mesoderm 73. 235.
 Mesogastricum 250.
 Mesothorax 143.
 Metacarpalien 171.
 Metagenese 43.
 Metameren 24.
 Metamorphose, unvollkom-
 mene 38.
 — vollkommene 37. 38.
 Metatarsus 174.
 Metathorax 143.
 Metazoen 307.
 Microlepidoptera 335.
 Mikropyle 41. 223.
 Milben 328.
 Milchdrüsen 150. E. 273.
 Milchgebiss 175.
 Milvus 354.
 Milz 96. E. 254.
 Mitteldarm 83. 249.
 Mittelhirn 192.
 Molabidae 315.
 Molche 350.
 Mollusca 338.
 Molluscoidea 341.
 Molukkenkrebs 327.
 Monoclopoda 355.
 Monodontidae 357.
 Monostomum 318.
 Monotremata 355.
 Moosthierchen 342.

Morula 233.
 Moschusthier 356.
 Motacillidae 354.
 Motten 335.
 Möven 353.
 Mücke 334.
 Müller 336.
 Müller'sche Gänge 130. 133.
 264. 265. 266.
 Mundbucht 247.
 Mundhöhle 247.
 Mundtheile der Insecten 142.
 Muraenidae 348.
 Mus 356.
 Musca 334.
 Muschelkrebse 324.
 Muscheln 163.
 Muschelthiere 338.
 Muscicapidae 354.
 Musculus chorioidealis 212.
 — columellaris 179.
 Muskelapparat 176—182.
 Muskelbewegung 53.
 Muskelfaser 62.
 Muskelplatte 282.
 Muskelsystem E. 282.
 Mustela 357.
 Myoxidae 356.
 Myriopoda 330.
 Myrmeleontidae 332.
 Mysticete 357.
 Myxinoiden 346.
 Myxomyceten 304.
 Myxospongia 308.

N.

Nabelschnur 242.
 Nachtigall 354.
 Nagebeutel 355.
 Nagelentwicklung 270.
 Nager 356.
 Nahrung 11.
 — pflanzliche 31.
 — thierische 31.
 — flüssige 31.
 Nahrungsaufnahme 25.
 Naht 155.
 Naideae 322.
 Naja 351.
 Nandu 352.
 Narwal 357.
 Nasenfurche 299.
 Nasenlabyrinth 299. 300.
 Nashornvögel 354.
 Natatores 353.
 Natter 351.
 Nauplius 325.
 Nautilus 341.
 Nebalidae 325.
 Nebeneierstöcke 185.
 Necrophorus 337.
 Needham'sche Tasche 129.
 Nematelminthes 319.
 Nematodes 319.
 Nemertini 319.

Nemocera 334.
 Nepa 333.
 Nereidae 322.
 Nervenfasern 64.
 Nervenfasern 64.
 Nervengewebe 63.
 Nervensystem 182—201;
 E. 283.
 Nervus abducens 200.
 — accessorius 200.
 — acusticus 200. E. 289.
 — cruralis 198.
 — facialis 200. E. 289.
 — glossopharyngeus 200.
 E. 290.
 — hypoglossus 200.
 — ischiadicus 198.
 — oculomotorius 199.
 — olfactorius 198. E. 289.
 — opticus 199. E. 289.
 — trigeminus 199. E. 289.
 — trochlearis 199. E. 290.
 — vagus 200. E. 290.
 Nesselthiere 309.
 Nesselzellen 25. 136.
 Netzflügler 331.
 Netzknoorpel 66.
 Netzmagen 88.
 Neunaugen 346.
 Neurapophyse 157.
 Neuromuskelzellen 177.
 Neuroptera 331.
 Nickhaut 215.
 Nidamentaldrüsen 129.
 Nieren der Mollusken 144. —
 — — Vertebraten 115.
 Nierenentwicklung 262 u. f.
 Nierenknospe 263.
 Noctilucen 304.
 Noctuiden 335.
 Notonecta 323.
 Nucleolus 52.
 Nucleus 52.
 Nummulina 305.

O.

Oberarmknochen 170.
 Oberhaut 269.
 Oberkiefer 142.
 Oberkieferfortsatz 277.
 Oberkieferknochen 164.
 Oberschenkelknochen 174.
 E. 281.
 Ocellarplatte 138.
 Ocelli 203. 206.
 Octodontidae 356.
 Octopus 341.
 Oesophagus 83.
 Ohrmuschel 217. E. 299.
 Ohrwürmer 331.
 Oligochaetae 322.
 Omasus 78.
 Oniscus 326.
 Onychophora 330.
 Opalinen 306.

Operculum 406. 464.
 — des Trommelfells 216.
 Ophiureae 313.
 Ophiuridea 343.
 Opisthobranchia 340.
 Opisthoticum 461.
 Opterodonta 351.
 Orang-Utan 358.
 Orbitelariae 329.
 Organe: Analogie 74.
 — Gebrauch 70.
 — Homologie 74.
 — höherer Ordnung 68.
 — Nichtgebrauch 70.
 — Ursprung 73.
 Oriolus 354.
 Ornithorhynchus 355.
 Orthoptera 324.
 Ossa: angulare 466.
 — articulare 466.
 — cloacae 473.
 — coccygis 458.
 — dentale 466.
 — entoglossum 466.
 — ethmoidale 462 u. f. E. 276.
 — frontale 462 u. f. E. 277.
 — ilium 472.
 — ischii 472.
 — jugale 465.
 — lacrymale 463.
 — maxillare 464.
 — nasale 462 u. f.
 — occipitalia 464 u. f. E. 276.
 — parietalia 462 u. f. E. 277.
 — petrosa 464 u. f.
 — pisiforme 474.
 — pubis 473.
 — sepiae 446.
 — squamosum 464 u. f.
 — uteri 435. E. 267.
 — zygomaticum 466.
 Osteoblasten 67.
 Ostien der Arthropodenherzen 93.
 Ostium abdominale 432.
 E. 266.
 Ostracodae 324.
 Ostrea 338.
 Otis 353.
 Otolithen 203. 206.
 Ovarien 417.
 Ovis 356.
 Ovulum 40.
 Ovum 40.
 Owen 5.
 Oxyuris 320.

P.

Pachydermata 356.
 Paedogenesis 45.
 Pagurus 327.
 Palato-quadratum 464.
 Palinuridae 327.

Pancreas 82. E. 253.
 Pansen 88.
 Papageien 353.
 Paradiseidae 354.
 Parasphenoid 460. u. f.
 Paridae 354.
 Parovarium 434. 435. 266.
 Parthenogenese 45. 423.
 Passer 354.
 Passeres 353.
 Patella 475.
 Paviane 358.
 Pavo 353.
 Pedata 344.
 Pediculus 332.
 Pedipalpi 329.
 Pelias 354.
 Penis 417. 433.
 Pentacrinus 413.
 Pentastomum 328.
 Perdrix 353.
 Perforata 309.
 Pericardialsinus 93.
 Pericardium 95.
 Perigastrula 253.
 Peripatus 330.
 Peripherisches Nervensystem 497.
 Periplaneta 334.
 Perisom 437.
 Perissodactyla 356.
 Peritricha 307.
 Perla 334.
 Perlmuschel 338.
 Perlmuttermuschel 338.
 Perlmutterschicht 444.
 Perspiration 33.
 Pes hippocampi major 495.
 E. 286.
 — — minor 495. E. 286.
 Petromyzon 346.
 Pfau 353.
 Pflanzenthiere 307.
 Pflanzenzelle 40.
 Pflasterepithel 59.
 Pferd 356.
 Pflugscharbein 459.
 Phalangen 474.
 Phalangida 329.
 Phalangista 355.
 Pharynx 83.
 — der Würmer 77.
 Phascolarctidae 355.
 Phascolomys 355.
 Phasianus 353.
 Phoca 357.
 Phryganiden 332.
 Phtirius 322.
 Phyllopoda 324.
 Phyllorhina 357.
 Phyllostomidae 357.
 Phylloxera 333.
 Physalidae 344.
 Physopoda 334.
 Physopteridae 344.

Physostomi 348.
 Phytophaga 337.
 Phytophthires 332.
 Pia mater 497.
 Picus 353.
 Pieris 335.
 Pigmentgewebe 67.
 Pinguine 353.
 Pinnipedia 357.
 Pipa 350.
 Pirol 354.
 Pisces 345.
 Placenta 243.
 — foetalis 244.
 — uterina 245.
 Placentarkreislauf 260.
 Placophoren 339.
 Plagiostomi 346.
 Planarien 319.
 Planipennia 332.
 Plasma 54.
 Plathelminthes 345.
 Plattenepithel 59.
 Plattwürmer 345.
 Platyrhini 358.
 Plectognathi 348.
 Pleura 409.
 Pleurahöhle 408.
 Pleurapophysen 457.
 Plexus chorioidealis 285.
 Plinius 2.
 Ploceidae 354.
 Plumatella 342.
 Poduridae 334.
 Pökilotherme Thiere 36.
 Polkörper 227.
 Polychaetae 322.
 Polycystinea 306.
 Polycytharia 306.
 Polymorphe Thierstöcke 24.
 Polymorphismus 44.
 Polypomedeusae 340.
 Polystomeae 348.
 Pons Varolii 496. E. 287.
 Porifera 308.
 Porus abdominalis 434.
 Pottfische 357.
 Praeputium 434. 435.
 Primates 358.
 Primitivrinne 235.
 Primordialcranium 404. 276.
 Proboscidea 356.
 Procellaridae 353.
 Processus spinosus 457.
 — vermiformis 250.
 Proglottis 345.
 Prosimiae 357.
 Prosobranchien 339.
 Prostata 433.
 Proteroglypha 354.
 Proteus 350.
 Prothorax 443.
 Protisten 9.
 Protoplasma 8. 54.
 Protozoa 303.

Proventriculus 87.
 Psalter 88.
 Psammophidae 351.
 Pseudobranchi 107.
 Pseudoscorpionidae 330.
 Psittacidae 353.
 Pteroclididae 353.
 Pteropidae 357.
 Pteropoda 340.
 Pulicidae 334.
 Pulmonata 340.
 Puma 357.
 Pupille 212.
 Pupiparae 334.
 Puppe 38.
 Puppenschlaf 49.
 Putorius 357.
 Pylorus 83.
 Python 351.

Q.

Quadratum 164.
 Quallen 310 u. f.

R.

Raben 354.
 Rabenbein 169.
 Racken 354.
 Räderthiere 321.
 Radiärkanäle 75.
 Radiärthier 23.
 Radii branchiostigi 165.
 Radiolarien 306.
 Radius 170. E. 284.
 Radula 81.
 Rajides 347.
 Ramphastidae 353.
 Ramus dorsalis 198.
 — intestinalis 198.
 — ventralis 198.
 — visceralis 198.
 Randkörper 202.
 Randplatten 137.
 Ranidae 350.
 Rankenfüsser 324.
 Rapacia 355.
 Raptatores 355.
 Ratitae 352.
 Ratte 356.
 Raubthiere 357.
 Raubvögel 354.
 Raupe 37.
 Rautengrube 192.
 Ray 3.
 Rebhuhn 353.
 Reblaus 333.
 Receptaculum seminis 121.
 Recessus labyrinthi 215.
 E. 295.
 Rectaldrüsen 80.
 Rectum 83.
 Redie 318.
 Regenwurm 322.

Regularia 314.
 Regulärthier 22.
 Reh 356.
 Reiher 353.
 Remak 5.
 Renes 115.
 Reptilien 350.
 Respiration 36.
 Respirationsorgane 102-111.
 Rete Malpighii 147. 149. 269.
 Reticularia 305.
 Reticulum 88.
 Retinula 205.
 Retitelariae 329.
 Reymond 5.
 Rhabditiden 319.
 Rhabdocoela 319.
 Rhabdom 205.
 Rhachiglossa 625.
 Rheidae 352.
 Rhinoceros 356.
 Rhinolphidae 357.
 Rhizocephalen 325.
 Rhizopoden 305.
 Rhizostomeae 312.
 Rhopalocera 335.
 Rhynchota 332.
 Richtungsbläschen 227.
 Riechgrübchen 299.
 Riechlappen 193.
 Riechnerv 199. E. 289.
 Riechzellen 211.
 Riesenschlange 351.
 Riffkorallen 310.
 Riffzellen 60.
 Rind 356.
 Ringelkrebse 325.
 Ringelnatter 351.
 Ringknorpel 111.
 Rippen 159.
 Rippenbildung 275.
 Rippenquallen 312.
 Rochen 347.
 Rodentia 356.
 Röhrenquallen 311.
 Rösel v. Rosenhof 4.
 Rotatoria 321.
 Rotiferi 321.
 Rückenfurche 236. 284.
 Rückenmark 196. E. 288.
 Rückenwülste 237. 284.
 Ruhe 48.
 Rumen 88.
 Ruminantia 356.
 Rundwürmer 319.
 Rusconi'scher After 234.

S.

Saccatae 312.
 Saccoglossa 340.
 Sacculus 215.
 Sactoria 306.
 Saisondimorphismus 44.
 Salamandrina 350.

Salmonidae 348.
 Salpen 344.
 Saltigradae 329.
 Samen 40.
 Samenblase 120.
 Samendrüse 133.
 Samentasche 121.
 Säuger 354.
 Santorini'sche Knorpel 110.
 Sarcodae 8.
 Sarcopitidae 328.
 Satyrus 358.
 Saugwürmer 317.
 Saurii 351.
 Scandentia 355.
 Scansores 353.
 Scaphopoda 339.
 Scapula 169. E. 280.
 Schädel 160.
 Schaf 356.
 Schale der Gastropoden 145.
 Schale der Muscheln 145.
 Schalenkrebse 326.
 Schambeim 173.
 Scheere 140.
 Scheibengastrula 235.
 Scheibenquallen 311.
 Scheide 121.
 Scheidenlose 355.
 Scheitelbeine 162 u. f.
 Schienbein 174. E. 281.
 Schildknorpel 110.
 Schildkröten 352.
 Schildläuse 332.
 Schimpanse 358.
 Schizomyzeten 304.
 Schizopoda 326.
 Schlaf 48.
 Schlangeln 28.
 Schlangen 351.
 Schlangensterne 313.
 Schlankaffen 358.
 Schleifencanäle 112.
 Schleimgewebe 64.
 Schloss 144.
 Schlundganglien 185.
 Schlundring 185.
 Schlupfwespen 337.
 Schlüsselbein 168. E. 280.
 Schmalnasen 358.
 Schmelzschupper 347.
 Schmetterlinge 334.
 Schnabelkerfe 332.
 Schnabelthier 355.
 Schnecke 215. E. 296.
 Schneidezähne 176.
 Schnepfe 353.
 Schulterblatt 169. E. 280.
 Schultze 5.
 Schuppen der Fische 148. 345.
 Schuppenbeine 161 u. f.
 Schwalbe 354.
 Schwämme 308.
 Schwan 353.
 Schwann 5.

Schwann'sche Scheide 64.
 Schwärmer 335.
 Schwein 356.
 Schweissdrüsen 450.
 Schwellkörper 433.
 Schwertschwänze 327.
 Schwimmblase 85.
 Schwimmen 29.
 Schwimmkäfer 337.
 Schwimmvögel 353.
 Sciurus 356.
 Sclerotica 212. f. E. 298.
 Scolex 345.
 Scolopax 353.
 Scolopendridae 330.
 Scorpion 330.
 Scorpionidae 329.
 Scorpionspinnen 329.
 Scrotum 433.
 Scutibranchia 339.
 Scyllidae 347.
 Seehund 357.
 Seeigel 344.
 Seescheiden 343.
 Seeschlange 354.
 Seesterne 313.
 Seewalzen 344.
 Segmentalorgane 412.
 Segmente 24.
 Sehnerv 499. 212. E. 289.
 Seidenaffen 358.
 Seidenspinner 335.
 Seitenlinie der Fische 448.
 Seitenlinien der Fische 240.
 Seitenlinie der Würmer 412.
 Selachier 346.
 Selbstbefruchtung 39.
 Seminopithecidae 358.
 Sepia 344.
 Septum pellucidum 495.
 v. Sevilla (Isidor) 3.
 Sexualcharaktere, secundäre 41.
 Siebbeine 462 u. f. E. 276.
 Siebenschläfer 356.
 Siebold 5.
 Silurus 349.
 Sinnesepithel 59.
 Sinnesorgane 201. E. 290.
 Sinus rhomboidalis 497.
 — terminalis 241. 255.
 — urogenitalis 446. 432.
 — venosus 97.
 Siphonen 444.
 Siphoniata 338.
 Siphonophoren 341.
 Sipunculiden 321.
 Siren 350.
 Sirena 356.
 Sitzbein 472.
 Solenoglypha 354.
 Solifugae 330.
 Sonnenthierchen 306.
 Sorex 357.
 Spannen 28.

Spanner 335.
 Spalangidae 344.
 Spechte 353.
 Speiche 470. E. 284.
 Speicheldrüsen E. 248.
 Speiseröhre 83.
 Sperling 354.
 Sperma 40. 249.
 Spermatophoren 44. 424.
 Spermatozoen 40. 249.
 Spermioblastophor 249.
 Spermoblasten 249.
 Spermosporen 249.
 Sphenoidalia 461. u. f. E. 276.
 Spingina 335.
 Spicula 422. 452.
 Spinalnerven 498.
 Spinnen 329.
 Spinner 335.
 Spitzmaus 357.
 Spongiariae 308.
 Sporocysten 348.
 Springen 30.
 Springmäuse 356.
 Springspinnen 329.
 Spritzlöcher 406.
 Spulwurm 320.
 Squalides 346.
 Staar 354.
 Stachelschwein 356.
 Stachelzellen 60.
 Stärke 44.
 Steg 440.
 Steganopodes 353.
 Steincanal 94.
 Stellaridae 343.
 Stenson'scher Gang 244.
 Stentoridae 307.
 Sternwürmer 321.
 Stigmata 403.
 Stimmritze 409.
 Stirnbeine 462 u. f.
 Stoffwechsel 44.
 — der Pflanzen und Thiere 46.
 Stomatopoda 326.
 Storch 353.
 Störe 347.
 Strausse 352.
 Strepsiptera 332.
 Strigidae 354.
 Strobila-Formen 344.
 Strudelwürmer 348.
 Struthionidae 352.
 Sturmvögel 353.
 Sturnus 354.
 Stylommatophora 340.
 Subclavien E. 258.
 Subungulata 356.
 Sumpfvögel 353.
 Sus 356.
 Sutura 455.
 Swammerdam 3.
 Syconidae 308.

Sylviidae 354.
 Sylvi'sche Wasserleitung 492.
 Sympathische Färbung 43.
 Sympathische Form 43.
 Sympathisches Nervensystem der Wirbellosen 485 u. f.
 Symphysis 455.
 Symplecticum 464.
 Synaptidae 345.
 Syncitium 55.
 Syndesmosis 455.
 Syrinx 408.

T.

Taenia solium 346.
 Taeniidae 347.
 Taeniatae 342.
 Taenioglossa 339.
 Tagfalter 335.
 Talgdrüsen 450.
 Talpa 357.
 Tapetum 242.
 Tapirus 356.
 Tardigrada 329.
 Tarsus 443.
 Taschenkrebse 327.
 Tastborste 203.
 Tastkörperchen 209.
 Tauben 353.
 Taucher 353.
 Tausendfüsse 330.
 Tectibranchia 340.
 Teleostei 348.
 Tenebrio 336.
 Tentakeln 25.
 Tentorium cerebelli 497.
 Tenuirostres 354.
 Terebrantia 337.
 Termiten 334.
 Territelariae 329.
 Tesselata 343.
 Testicardines 349.
 Testudo 352.
 Tetrabranchiata 344.
 Tetrao 353.
 Tetrarhynchidae 347.
 Thalami optici 495. E. 286.
 Thaliacea 344.
 Thallassicollaea 306.
 Thecosomata 340.
 Theilung der Zellen 55.
 Thierstaat 47.
 Thoracica 325.
 Thoracostraca 326.
 Thränendrüse 245. E. 289.
 Thränenbein 463.
 Thymus E. 253.
 Thyrioidea E. 252.
 Thysanura 334.
 Tibia 443. 474. E. 284.
 Tiger 357.
 Tinea 335.
 Tintenbeutel 444.
 Todtengräber 337.

Todtenstarre 50.
 Tonsillen 248.
 Torpedidae 347.
 Tortricidae 351.
 Toxiglossa 339.
 Trabeculae carnae 100.
 Trachea 108.
 Trachea 103.
 Tracheenathmung 32.
 Tracheenkiemen 104.
 Trachymedusae 344.
 Trappe 353.
 Trematodes 347.
 Trichechidae 357.
 Trichina 320.
 Trichinae 320.
 Trichoptera 332.
 Trichotrachelidae 320.
 Trichter 192. E. 286.
 Tristomidae 318.
 Triton 350.
 Trochanter 142. 174.
 Trochilidae 354.
 Troglodytes 354.
 Trogonidae 353.
 Trommel 110.
 Trommelfell 246. E. 298.
 Truncus arteriosus 257.
 — brachio-cephalicus 100.
 Trutta 348.
 Tuba Eustachii 216. E. 298.
 Tubitelariae 329.
 Tubulariae 344.
 Tukane 353.
 Tunicata 343.
 Turbellaria 348.
 Turdus 354.
 Tyson'sche Drüse 433.

U.

Uhu 354.
 Ulna 170. E. 284.
 Unbelebte Naturkörper 7.
 Unio 338.
 Unterhautzellgewebe 270.
 Unterkiefer 165.
 Unterkieferfortsatz 277.
 Upupa 354.
 Urachus 264.
 Urethra 116.
 Urniere 264 u. f.
 Urnierenschläuche 264.
 Urodela 350.
 Uropeltidae 351.
 Urostyl 357.
 Ursus 357.
 Urthiere 303.
 Urwirbel 282.
 Urwirbelhöhle 282.
 Urzeugung 36.
 Uterus 421.
 Uterus bicornis 435.
 — bipartus 435.

Uterus duplex 435.
 — masculinus 434. 432.
 — simplex 435.
 Utriculus 215.

V.

Vacuolen 54 444.
 — contractile 444.
 Vagina 268.
 — masculina 134. 266.
 Vanellus 353.
 Varolsbrücke 196. E. 287.
 Vasa efferentia 116. 120.
 Velella 314.
 Vena abdominalis 98.
 — anonyma sinistra 101.
 — azygos 101.
 — cava inferior 98. E. 257.
 259.
 — — superior E. 257.
 — hemiazygos 101.
 — iliaca 98.
 — omphalo-mesenterica 238.
 255. 256. 258.
 — umbilicalis 99.
 — vesicalis 98.
 Venae pulmonales E. 261.
 — renales advehentes 97.
 — — revehentes 97.
 — vertebrales 98.
 — vitellinae 238.
 Venenklappen 90.
 Venensinus 93.
 Ventriculus d. Herzens 97.
 Venusgürtel 312.
 Verdauungsapparat 74—89.
 — E. 246.
 Verdauungscanal 12.
 Vermis 194.
 Vermes 315.
 Vermilingua 354.
 Vertebrata 344.
 Vesicula germinativa 224.
 — seminalis 133.
 Vespa 337.
 Vespertilio 357.
 Vestibulum 215.
 Viperidae 354.
 Visceralskelet 163.
 Vitellus 224.
 Viverridae 357.
 Vögel 352.
 Voigt 5.
 Vomer 162 u. f.
 Vorderhirn 192. E. 285.
 Vorhaut 134.
 Vorhof des Ohres 215.
 Vorkammer des Herzens 97.
 Vorkern 227.
 Vorsteherdrüse 433.
 Vorticellidae 307.
 Vulturidae 354.

W.

Wachsthum der Zelle 55.
 Wadenbein 174. E. 284.
 Wagener 5.
 Walfische 357.
 Wallace 5.
 Walrosse 357.
 Walzenspinnen 330.
 Wanzen 333.
 Warmblüter 34.
 Wärmeschutz 34. 49.
 Wärmestarre 35.
 Wasserfloh 324.
 Wasserfrösche 350.
 Wassergefäßsystem der Echinodermen 92.
 — der Würmer 91.
 Wasserhuhn 353.
 Wasserjungfern 334.
 Wasserkäfer 337.
 Wasserlungen 102.
 Wassermolch 350.
 Wasserscorpion 333.
 Wasserwanze 333.
 Watton 3.
 Weber 354.
 Weberknecht 329.
 Weichthiere 338.
 Weinbergsschnecke 340.
 Weissmann 5.
 Wels 349.
 Wespen 337.
 Wiedehopf 354.
 Wiederkauer 356.
 Wiesel 357.
 Wimpertrichter 112.
 Winterschlaf 35.
 Wirbel 157.
 Wirbelbildung 274.
 Wirbelsäule 156. E. 273.
 Wirbelthiere 344.
 Wolf 357.
 Wolff 4.
 Wolff'sche Gänge 130. 262.
 264. 266.
 Wombat 355.
 Wrisberg'sche Knorpel 110.
 Wühlmäuse 356.
 Wundt 5.
 Würger 354.
 Wurm 194.
 Würmer 345.
 Wurzeln 40.

X.

Xiphosura 327.

Z.

Zahnarme 357.
 Zahnentwicklung 248.
 Zahnskelet 175.
 Zahnwale 357.

Zecken 328.
 Zelle 49. 52.
 Zellhülle 52.
 Zelltheilung 73.
 Zeugobranchia 339.
 Zibethkatzen 357.
 Zitterrochen 347.
 Zoantharia 309.

Zoëastadium 325.
 Zona pellucida 41. 236.
 Zooecium 446.
 Zucker 44.
 Zuckergast 331.
 Zunge 84.
 Zungenbein 467.
 Zungenscheide 84.

Zusammenleben der Thiere 47.
 Zweischeidige 355.
 Zweiter Kiemenbogen 279.
 Zwischenhirn 492.
 Zwischenkiefer 467.
 Zwitter 39.
 Zwitterdrüsen 427. 428.

Sinnstörende Druckfehler.

- Seite 49, Fig. 2 muss es heissen: »Entoderm« statt »Ectoderm«.
 - 40, Zeile 7 v. o. muss es heissen: »Conjugation« statt »Copulation«.
 - 445, Zeile 31 v. o. ist hinter Nieren einzuschalten »besonders der niederen Vertebraten«; weiteres ist Seite 262 nachzusehen.