

Taschenlehrbuch Biologie

Zoologie

Herausgegeben von
Katharina Munk

Unter Mitarbeit von
Hartmut Böhm,
Jutta Heidelberg,
Christian Hölscher,
Reinhard Kaune,
Rebecca Klug,
Dagmar Krüger,
Thomas Kurth,
Matthias Munk,
Gunvor Pohl-Apel,
Kristine Raether-Buscham,
Rüdiger Sorg,
Ursula Sorg,
Rainer Willmann,
Klaus W. Wolf

781 Abbildungen
29 Tabellen



Georg Thieme Verlag
Stuttgart · New York

Inhaltsverzeichnis

Das System der Tiere	1
Phylognese und System	1
Das System der Organismen	5
Holozoa	7
Choanoflagellata (Kragengeißeltierchen, Kragengeißler)	7
Animalia (= Metazoa, Tiere)	8
1.1 Porifera (Schwämme)	13
1.1.1 Calcarea (Kalkschwämme)	17
1.1.2 Demospongiae	17
1.1.3 Hexactinellida (Glasschwämme)	17
1.2 Epitheliozoa	18
1.2.1 Placozoa	18
1.2.2 Eumetazoa	19
1.3 Cnidaria (Nesseltiere)	20
1.3.1 Tesserazoa	24
1.3.2 Anthozoa	25
1.4 Acrosomata	27
1.4.1 Ctenophora (Kamm- und Rippenquallen)	28
1.4.2 Mesozoa	30
1.5 Bilateria	31
1.5.1 Acoelomorpha + <i>Xenoturbella</i>	32
1.5.2 Eubilateria (Höhere Bilateria)	33
1.6 Gastroneuralia	34
1.6.1 Cycloneuralia (Schlauchwürmer)	35
1.7 Spiralia	39
1.7.1 Cycliophora	39
1.7.2 Gnathifera	39
1.7.3 Plathelminthes (Plattwürmer)	42
1.8 Euspiralia	47
1.8.1 Nemertinea (Schnurwürmer)	47
1.9 Trochozoa	47
1.9.1 Lacunifera	49
1.10 Mollusca (Weichtiere)	49
1.10.1 Aplacophora (Wurmollusken)	52
1.10.2 Testaria	54
1.10.3 Conchifera	56
1.11 Ganglioneura	57
1.11.1 Ancyropoda	58
1.11.2 Rhacopoda	62

1.12 Pulvinifera	70
1.12.1 Sipuncula (Sternwürmer)	70
1.13 Articulata (Gliedertiere)	71
1.13.1 Echiurida (Igelwürmer)	75
1.14 Annelida (Ringelwürmer)	76
1.14.1 Polychaeta (Borstenwürmer, Vielborster)	77
1.14.2 Clitellata	79
1.15 Arthropoda (Gliederfüßler)	79
1.15.1 Onychophora (Stummelfüßer)	82
1.15.2 Tardigrada + Pentastomida + Euarthropoda	85
1.16 Euarthropoda	90
1.17 Arachnata	92
1.17.1 †Trilobita und †Olenellida	93
1.17.2 Chelicerata	94
1.18 Arachnida	103
1.18.1 Scorpionida (Skorpione)	104
1.18.2 Lipoctena	105
1.19 Mandibulata	118
1.20 Crustacea (Krebse)	120
1.20.1 Cephalocarida + Entomostraca	122
1.20.2 Entomostraca	124
1.20.3 Maxillopoda	125
1.20.4 Remipedia + Malacostraca	128
1.20.5 Malacostraca („höhere Krebse“)	128
1.21 Tracheata	131
1.21.1 Chilopoda (Hundertfüßer)	133
1.21.2 Labiata	133
1.22 Insecta (Hexapoda)	138
1.22.1 Ellipura	143
1.22.2 Euentomata	144
1.22.3 Ectognatha	145
1.22.4 Dicondylia	145
1.22.5 Pterygota (Geflügelte Insekten)	146
1.22.6 Metapterygota	148
1.22.7 Neoptera	149
1.22.8 Polyneoptera	150
1.22.9 Pliconeoptera	151
1.22.10 Dictyoptera	152
1.22.11 Orthopterida	154
1.22.12 Eumetabola	155
1.22.13 Paraneoptera	156
1.22.14 Acercaria	156
1.22.15 Micracercaria	156

1.22.16 Psocodea	157
1.22.17 Hemiptera	158
1.22.18 Holometabola	161
1.23 Radialia	172
1.23.1 Phoronidea (Hufeisenwürmer)	175
1.23.2 Bryozoa (Moostierchen)	175
1.23.3 Brachiopoda + Deuterostomia	176
1.23.4 Brachiopoda (Armfüßer)	176
1.23.5 Chaetognatha (Pfeilwürmer)	177
1.24 Deuterostomia (Neumünder)	178
1.24.1 Ambulacraria	179
1.25 Echinodermata (Stachelhäuter)	179
1.25.1 Eleutherozoa	182
1.25.2 Echinozoa	185
1.26 Übrige Deuterostomia:	
Pterobranchia + Enteropneusta + Chordata	186
1.26.1 Pterobranchia (Flügelkiemer)	187
1.26.2 Enteropneusta (Eichelwürmer)	188
1.27 Chordata (Chordatiere)	189
1.27.1 Tunicata (Manteltiere)	191
1.28 Notochordata	194
1.28.1 Acrania (Schädellose, Lanzettfischchen)	194
1.29 Craniota (Wirbeltiere, Schädeltiere)	197
1.30 Myopterygii	200
1.30.1 Myxinoidea (Schleimfische)	203
1.30.2 Petromyzontida (Neunaugen)	203
1.31 Gnathostomata	204
1.31.1 Chondrichthyes (Knorpelfische)	206
1.31.2 Teleostomi	208
1.32 Osteognathostomata (Knochentiere)	208
1.32.1 Actinopterygii (Strahlenflosser)	209
1.33 Sarcopterygii (Fleischflosser)	212
1.33.1 Actinistia (Quastenflosser)	213
1.34 Choanata	214
1.34.1 Dipnoi (Lungenfische)	214
1.35 Die Tetrapoda und ihre Stammgruppenvertreter	216
1.35.1 <i>Osteolepis</i> + <i>Eusthenopteron</i> + Tetrapodomorpha	216
1.35.2 <i>Eusthenopteron</i> + Tetrapodomorpha	216
1.35.3 Tetrapodomorpha	217
1.35.4 Holotetrapoda	217
1.35.5 Eotetrapoda	218

1.36	Tetrapoda (Landwirbeltiere, Vierfüßer)	218
1.37	Amphibia (Lurche)	223
1.37.1	Batrachia	224
1.37.2	Gymniophiona (Blindwühlen)	225
1.38	Amniota	226
1.39	Sauropsida	227
1.39.1	Ichthyosauria (Fischsaurier)	228
1.39.2	Chelonia (Schildkröten)	229
1.39.3	Diapsida	229
1.39.4	Archosauriformes	231
1.39.5	Dinosauria	233
1.39.6	Saurischia	233
1.39.7	Theropoda	234
1.39.8	Tetanurae	234
1.39.9	Maniraptora	235
1.39.10	Avialae	235
1.40	Aves (Vögel)	237
1.40.1	Palaeognathae	241
1.40.2	Neognathae	242
1.41	Synapsida	244
1.42	Mammalia (Säugetiere)	256
1.42.1	Monotremata (Kloakentiere)	256
1.43	Theria	257
1.43.1	Marsupialia (Beuteltiere, Beutelsäuger)	258
1.43.2	Placentalia (Plazentatiere)	259
1.43.3	Edentata	260
1.43.4	Epitheria (alle übrigen Placentalia)	261
1.43.5	Glires	261
1.43.6	Archonta	262
1.43.7	Scandentia + Primates	262
1.43.8	Volitantia	264
1.43.9	Tubulidentata (Röhrenzähner)	265
1.43.10	Ungulata (Huftiere)	265
1.43.11	Cetartiodactyla	265
1.43.12	Pantomesaxonia	267
1.43.13	Paenungulata	270
1.43.14	Carnivora (Raubtiere)	271

2

Fortpflanzung	273
2.1 Die asexuelle Fortpflanzung und ihre Bewertung	273
2.2 Sexuelle Fortpflanzung	276
2.2.1 Goniale Teilung und Meiose	279
2.2.2 Oogenese	281
2.2.3 Spermatogenese	285
2.2.4 Befruchtung	292

3

Entwicklung	298
3.1 Entwicklungsabschnitte	298
3.1.1 Furchung	298
3.1.2 Gastrulation und Bildung der Keimblätter	303
3.1.3 Organogenese	309
3.1.4 Larvalentwicklung und Metamorphose	315
3.1.5 Regeneration	318
3.1.6 Altern und Tod	322
3.2 Die Steuerung von Entwicklungsprozessen	326
3.2.1 Modellorganismen	327
3.2.2 Determination und Differenzierung	329
3.2.3 Cytoplasmatische Determinanten und embryonale Induktion	331
3.2.4 Musterbildung bei <i>Drosophila</i>	340
3.2.5 Musterbildung bei Extremitäten	346
3.3 Evolution von Entwicklungsprozessen: Evo Devo	350
3.3.1 Achsendetermination bei Fliege und Frosch	352
3.3.2 Extremitätenentwicklung	354
3.3.3 Die Evolution der Neuralleiste	358

4

Gewebe und ihre Funktionen	359
4.1 Epithelgewebe	359
4.1.1 Oberflächenepithelien	362
4.1.2 Drüsenepithelien	370
4.2 Binde- und Stützgewebe	372
4.2.1 Bindegewebe	372
4.2.2 Stützgewebe	376
4.3 Muskelgewebe	388
4.3.1 Skelettmuskulatur	388
4.3.2 Herzmuskulatur	394
4.3.3 Glatte Muskulatur	395

4.4	Nervengewebe	399
4.4.1	Nervenzellen	399
4.4.2	Gliazellen	403
4.4.3	Hirnhäute und Liquorräume	406

5

Funktionelle Struktur von Nerven- und Sinneszellen .. 410

5.1	Informationsverarbeitung	410
5.2	Signalverarbeitung in Nervenzellen	413
5.3	Spezielle neuronale Membranphysiologie	417
5.3.1	Ionenkanäle	417
5.3.2	Ruhepotential	419
5.3.3	Unterschwellige Membranpotentiale	420
5.3.4	Aktionspotentiale	422
5.3.5	Synaptische Potentiale	431
5.3.6	Dendritische Potentiale	434
5.3.7	Elektronische Ersatzschaltungen zwecks Modellierung	439
5.4	Signalübertragung zwischen Zellen:	
	Synapsen und Modulatoren	441
5.4.1	Transmitter und Neuromodulatoren	443
5.4.2	Vorgänge an der Präsynapse	445
5.4.3	Vorgänge an der Postsynapse	447
5.4.4	Rückgewinnung und Wiederbefüllung der Vesikel	450
5.5	Neuronale Plastizität –	
	Rolle von Synapsen und Dendriten	452
5.5.1	Klassische Konzepte	452
5.5.2	Moderne Konzepte	458
5.6	Komplexe Signalintegration in Dendriten	461
5.7	Dynamik in Zellverbänden	466
5.7.1	Zelluläre Mechanismen zentraler Mustergeneratoren	467
5.7.2	Modulation neuronaler Schaltkreise	468
5.7.3	Graue Substanz: der kanonische Mikroschaltkreis	468
5.7.4	Zelluläre Mechanismen neuronaler Synchronisation	470
5.8	Sinnesrezeptoren: Prinzipien der Energieumwandlung ..	471
5.9	Effektoren: Muskel- und Drüsenzellen	474
5.10	Neurovaskuläre Kopplung	479
5.10.1	Kopplung mit synaptischer Aktivität und Aktionspotentialen	481
5.10.2	Räumliche und zeitliche Modulation der NVK	483

6	Nervensysteme: Entwicklung, Organisationsebenen und Subsysteme	485
6.1	Funktionelle Anatomie in der Phylogenese	485
6.1.1	Vom Nervennetz zum Gehirn	485
6.1.2	Das Gehirn der Wirbeltiere	487
6.2	Neurogenese	495
6.2.1	Migration und Organogenese am Beispiel der corticalen Platte	496
6.2.2	Mechanismen der axonalen Verbindungsbildung	497
6.2.3	Synaptogenese	498
6.2.4	Neurotrophine	499
6.3	Regeneration und Reinnervation	500
6.4	Sinnesorgane und -systeme	502
6.4.1	Somatosensorisches System	502
6.4.2	Mechanische Sinne	504
6.4.3	Temperatur- und Infrarotsinn	508
6.4.4	Schmerz (Nozizeptoren, Verarbeitung, Pharmakologie)	509
6.4.5	Elektrischer und magnetischer Sinn	512
6.4.6	Vestibuläres System	514
6.4.7	Auditorisches System	515
6.4.8	Chemischer Sinn	522
6.4.9	Visuelles System	526
6.5	Motorisches System	538
6.5.1	Innervation, motorische Einheit und Kraftentwicklung	538
6.5.2	Reflexe und spinale Motorik	540
6.5.3	Koordination: Hirnstamm, Cortex, Basalganglien und Kleinhirn	543
6.6	Vegetatives System	548
7	Höhere Verarbeitungsprozesse	551
7.1	Corticale Areale	551
7.1.1	Primäre Areale des Cortex	553
7.1.2	Plastizität im Cortex	557
7.1.3	Sekundäre Cortexareale	558
7.1.4	Multimodale Cortexareale	560
7.1.5	Präfrontaler Cortex	562
7.1.6	Hemisphären-Spezialisierung und Lateralisierung	563
7.2	Funktionelle Systeme	567
7.2.1	Neurobiologische Grundlage der Gefühle: Das limbische System	567
7.2.2	Lernsysteme	569

7.2.3	Schlaf	573
7.3	Generelle Prinzipien der Informationsverarbeitung	576
7.3.1	Probleme mit linearer Informationsverarbeitung	576
7.3.2	Die Antwort: Parallele Informationsverarbeitung und neuronale Netzwerke	579
7.3.3	Bottom-up- und Top-down-Dynamik	582

8

Verhalten	585	
8.1	Wichtige Strömungen in der Verhaltensbiologie	585
8.2	Grundbegriffe der klassischen Ethologie	587
8.2.1	Erbkoordinationen	587
8.2.2	Angeborener Auslösemechanismus	588
8.2.3	Motivation	589
8.3	Verhaltensphysiologie	591
8.3.1	Motorische Programme	592
8.3.2	Neuronale Filter	593
8.3.3	Endogene Rhythmik	595
8.3.4	Orientierung	599
8.3.5	Kommunikation	601
8.4	Verhaltensontogenie	603
8.4.1	Angeborenes Verhalten	604
8.4.2	Lernen	605
8.4.3	Klassische und operante Konditionierung	607
8.5	Verhaltensökologie (Soziobiologie)	613
8.5.1	Evolutionenbiologische Grundlagen des Verhaltens	613
8.5.2	Nutzen-Kosten-Analyse	614
8.5.3	Fortpflanzungsverhalten	616
8.5.4	Sozialverhalten	618
8.5.5	Verhaltensanpassungen des Menschen	622

9

Parasiten	626	
9.1	Der Parasitismus als Lebensform	626
9.1.1	Was ist Parasitismus?	626
9.1.2	Anpassungen an die parasitische Lebensweise	630
9.1.3	Abwehr des Wirtes gegen den Parasit	633
9.1.4	Abwehr des Parasiten gegen die Immunantwort des Wirtes	633
9.2	Lebenszyklen von tierischen Parasiten	636
9.3	Parasiten des Menschen sowie seiner Nutztiere und -pflanzen	643
9.3.1	Parasiten des Menschen und seiner Nutztiere	643
9.3.2	Pflanzenparasiten	649

10	Ernährung und Verdauung	652
	10.1 Nährstoffe	652
	10.2 Verschiedene Formen des Nahrungserwerbs	657
	10.2.1 Absorbierer	657
	10.2.2 Strudler und Filtrierer	658
	10.2.3 Säftesauger	660
	10.2.4 Substratfresser	661
	10.2.5 Schlinger und Zerkleinerer	661
	10.2.6 Symbiose	667
	10.3 Verdauungssysteme im Tierreich	669
	10.4 Verdauung und Resorption bei Wirbeltieren	678
	10.4.1 Die chemische Basis der Verdauung	679
	10.4.2 Verdauung und Resorption am Beispiel des Menschen	679
11	Blut und Kreislaufsysteme	699
	11.1 Aufgaben und Bestandteile von Blut und Hämolymphe ..	699
	11.1.1 Entwicklung und Aufgaben der Blutzellen bei Wirbellosen ..	700
	11.1.2 Entwicklung und Aufgaben der Blutzellen bei Wirbeltieren ..	701
	11.1.3 Die Erythrocytenmembran	706
	11.1.4 Blutgerinnung und Fibrinolyse beim Menschen	709
	11.2 Kreislaufsysteme	714
	11.2.1 Gefäße	714
	11.2.2 Kreislaufsysteme	716
	11.2.3 Blutkreislaufsystem der Wirbeltiere	721
	11.2.4 Der Bau des Säugerherzens	727
	11.2.5 Die Aktivität des Herzens	728
	11.2.6 Die Erregung der Herzmuskelzellen	729
	11.2.7 Periphere Kreislaufregulation	733
12	Atmung und Temperaturregulation	738
	12.1 Atmung	738
	12.1.1 Sauerstoff und Kohlendioxid in Körperflüssigkeiten	739
	12.1.2 Hautatmung	745
	12.1.3 Luftatmung	746
	12.1.4 Kiemen- oder Wasseratmung	752
	12.1.5 Regulation der Atmung	757
	12.1.6 Der Einfluss des Säure-Basen-Haushaltes auf die Atmungsfunktion	760

12.2	Energieumwandlungen und Temperaturregulation	763
12.2.1	Energieumsatz	764
12.2.2	Die Regulation der Körpertemperatur	768
12.2.3	Akklimatisation an extreme Wärme oder Kälte	775
12.2.4	Winterschlaf/Winterruhe, Sommerschlaf und Torpor	777
12.2.5	Die Haut	778

13 Immunologie **780**

13.1	Fremd und Selbst: Strategien zur Erkennung von Pathogenen	780
13.2	Die nicht-adaptive Immunantwort	782
13.2.1	Phagocytose und Pattern-Recognition-Rezeptoren	784
13.2.2	Das Komplementsystem	789
13.2.3	Die frühe induzierte Immunantwort und der Entzündungsprozess	792
13.3	Die adaptive Immunantwort	795
13.3.1	Rezeptoren der adaptiven Immunantwort	796
13.3.2	Die HLA-Klasse I-Peptidpräsentation	800
13.3.3	Die HLA-Klasse II-Peptidpräsentation	802
13.3.4	Das HLA-System	802
13.3.5	Vielfalt der Immunglobuline und T-Zell-Rezeptoren	805
13.3.6	Lymphopoese und Selektion der B- und T-Zellen	812
13.3.7	Die klonale Selektion – Grundprinzip der Entwicklung adaptiver Immunität	818
13.3.8	Immunglobulin-vermittelte Effektormechanismen – die humorale Immunität	821
13.3.9	Die cytotoxische Effektorantwort	822
13.3.10	Natürliche Killerzellen	823
13.3.11	Initiation der B-Zell-Antwort	825
13.3.12	Initiation der cytotoxischen und T-Helfer-Zell-Antwort	827
13.3.13	Dendritische Zellen	830

14 Wasserhaushalt, Ionen- und Osmoregulation, Stickstoffausscheidung **832**

14.1	Wasser- und Elektrolythaushalt	832
14.2	Der Einfluss des Lebensraumes auf die Osmoregulation	835
14.2.1	Marine Tiere	835
14.2.2	Limnische Tiere	841
14.2.3	Terrestrische Tiere	842
14.3	Exkretion stickstoffreicher Abfallprodukte	844

14.4	Organe der Ionen- und Osmoregulation und der Exkretion	851
14.4.1	Exkretions- und osmoregulatorische Organe der wirbellosen Tiere	852
14.4.2	Osmoregulation der Vertebraten	859
15	Hormone und endokrine Systeme	874
15.1	Die Rolle der Hormone und ihre Klassifikation	874
15.2	Regulation der Hormonkonzentration	879
15.3	Molekulare Wirkungsmechanismen	882
15.3.1	Membranständige Rezeptoren	883
15.3.2	Hormonwirkung über intrazelluläre Rezeptoren	887
15.4	Hormonsysteme bei Wirbeltieren	889
15.4.1	Übergeordnetes Drüsensystem	890
15.4.2	Untergeordnete Drüsen	893
15.5	Hormonsysteme bei wirbellosen Tieren	907
15.6	Pheromone	917
16	Anhang	922
	Sachverzeichnis	925