
Inhaltsverzeichnis

1	Außenwelt – Innenwelt	1
1.1	Reize und Reiztransport	2
1.1.1	Ausbreitungsgeschwindigkeit im Medium	5
1.1.2	Reizabschwächung im Medium	5
1.1.3	Filterwirkung der reizleitenden Medien	6
1.2	Abbildung	6
1.3	Signale und das Rauschen	7
1.3.1	Signaldetektion im Rauschen	7
1.3.2	Stochastische Resonanz	8
1.3.3	Filtern	8
1.4	Allgemeine Mechanismen der Sinnesphysiologie	11
1.4.1	Transduktion	11
1.4.2	Der Dynamikbereich und seine Adaptation	12
1.4.3	Reiz- und Wahrnehmungskategorien	13
	Literatur	13
2	Neurone und Zentralnervensysteme	15
2.1	Das Neuron	15
2.2	Ionenkanäle	20
2.2.1	Liganden-gesteuerte Kanäle	22
2.2.2	Potential-gesteuerte Ionenkanäle	25
2.2.3	Ca ⁺⁺ -gesteuerte Ionenkanäle	26
2.2.4	Mechanisch gesteuerte Ionenkanäle	26
2.2.5	Indirekt oder G-Protein-gesteuerte Ionenkanäle (CNG-Kanäle)	26
2.3	Synapsen	31
2.3.1	Chemische Synapsen	31
2.3.2	Elektrische Synapsen	37
2.4	Volume-Transmission: Informationsübertragung im extrazellulären Raum	39
	Beispiel Ionenkanalblocker als Gifte für den Beutefang	40
2.5	Glia	42
2.5.1	Wichtige Funktionen der Glia	44
2.6	Die Nervensysteme	48
2.6.1	Entwicklungslinien	49
2.6.2	Nervennetz der Coelenteraten	54
2.6.3	Nervensystem unsegmentierter Würmer	55
2.6.4	Nervensystem der Mollusken	55

2.6.5	Strickleiternnervensystem der Anneliden und Arthropoden	58
2.6.6	Zentralnervensystem der Wirbeltiere	66
	Literatur	87
3	Temperaturempfindlichkeit	88
3.1	Infrarotrezeption	91
	Beispiel Käfer, die auf Waldbrände spezialisiert sind	94
	Literatur	96
4	Chemische Sinne	97
4.1	Riechen	97
4.1.1	Riechen bei Wirbeltieren	100
4.1.2	Riechen bei den Insekten	107
4.1.3	Das spezifische Riechsystem	109
	Beispiel Die Aphrodisiaka der Schmetterlingsmännchen	118
	Beispiel Duftcamouflage	121
	Beispiel Regenwurmproteine, Pheromone und das Jacobsonsche Organ	124
4.2	Geschmack	124
4.2.1	Schmecken bei den Wirbeltieren	125
4.2.2	Schmecken bei Wirbellosen	131
	Beispiel Signaltäuschung durch Entführung	133
	Literatur	133
5	Mechanische Sinne	135
5.1	Mechanisch gesteuerte Ionenkanäle	135
5.2	Mechanische Sinneszellen	135
5.2.1	Haarsinneszellen	136
5.2.2	Sensillen der Arthropoden	140
5.2.3	Freie Nervenendigungen	143
5.3	Mechanische Somatosensorik und Propriozeption	143
5.3.1	Mechanorezeptoren der Haut am Beispiel der Säuger	143
5.3.2	Haare als mechanische Sinnesorgane	150
	Beispiel Die Tastschnauze des Sternmulls	151
5.3.3	Zentralnervöse Repräsentation der Somatosensorik	155
5.3.4	Mechanische Wahrnehmung durch Sensillen der Arthropoden	159
5.4	Gleichgewichtssinn	171
5.4.1	Statocysten der aquatischen, wirbellosen Tiere	171
	Beispiel Gleichgewichtsnetzwerk einer Meeresschnecke	175
5.4.2	Gleichgewichtsorgane der Wirbeltiere	179
	Beispiel Kommunikation über den Boden (seismische Signale)	192
	Literatur	194

6	Das Seitenliniensystem	199
6.1	Sinnesorgan des Seitenliniensystems	201
6.2	Bewegungsdetektion und -lokalisation	203
	Beispiel Die Ortung von Beute anhand von Oberflächenwellen	207
	Literatur	209
7	Elektrorezeption	211
7.1	Elektrorezeptororgane	213
7.1.1	Ampullenorgane	213
7.1.2	Tubulusorgane der Gymnotiden	214
7.1.3	Mormyromasten und Knollenorgane der Mormyriden	217
7.2	Zentralnervöse Verarbeitung	218
7.2.1	Neuronale Rückkopplungen	222
7.3	Kommunikation	224
7.4	Elektrolokation	225
7.5	Säugetiere	229
	Literatur	230
8	Das Hören	233
8.1	Schallsignale	233
8.1.1	Was ist Schall?	233
8.1.2	Schallreize und Laute	235
8.2	Das Hören bei Fischen	238
8.2.1	Rezeption der Partikelbewegung	239
8.2.2	Schalldruckrezeption	241
8.3	Das Hören bei terrestrischen Wirbeltieren	244
8.3.1	Anpassung an Luftschall: Das Mittel- und Außenohr	245
8.3.2	Das Innenohr der Wirbeltiere am Beispiel der Säuger	255
8.3.3	Evolution des Innenohrs	263
8.3.4	Neuronale Verarbeitung von Hörsignalen	276
8.3.5	Lokalisierung von Schallquellen	294
	Beispiel Die Hörraumkarte der Eulen	301
8.3.6	Echoortung	305
8.4	Das Hören der Insekten	312
8.4.1	Frequenzanalyse	315
8.4.2	Zentralnervöse Verarbeitung	318
8.4.3	Phonotaxis	322
	Literatur	329
9	Das Sehen	333
9.1	Der Reiz	333
9.2	Lichtsinnzellen	335
9.3	Die Transduktion oder der photochemische Primärprozess	337
9.3.1	Transduktionsprozess bei Arthropoden	341

9.3.2	Abschalten der Erregung	342
9.3.3	Adaptation	342
9.3.4	Etho-ökologische Anpassung des Transduktionsprozesses	345
9.4	Das Sehen mit Linsenaugen bei Wirbellosen	345
9.4.1	Diffuser Lichtsinn	346
9.4.2	Einfache Sehorgane	348
	Beispiel Wie augenlose Schlangensterne sehen	348
9.4.3	Die Entwicklung zum Linsenauge	349
9.4.4	Linsenaugen und das Sehen bei Würmern	352
	Beispiel Zwei verschiedene Augentypen bei einem Tier, das obligatorisch die Lebensweise wechselt	352
9.4.5	Linsenaugen und das Sehen bei Mollusken	357
9.4.6	Linsenaugen und das Sehen der Spinnen	364
9.5	Das Wirbeltierauge	370
9.5.1	Übersicht über den funktionellen Aufbau des Wirbeltierauges	370
9.5.2	Akkommodation	375
9.5.3	Adaptation	377
9.5.4	Das Auge der Fische	378
	Beispiel Die Stielaugen der Sandfische	381
9.5.5	Das Auge der Vögel	384
9.6	Die Retina der Wirbeltiere	388
9.6.1	Die Schicht der Rezeptoren	388
9.6.2	Die neuronale Retina	392
9.6.3	Neuronale Adaptation in der Retina	403
9.7	Das zentralnervöse Netzwerk des Sehens	408
9.7.1	Extrathalamische Projektionen	410
9.7.2	Das Corpus geniculatum laterale des Thalamus als Bewertungsfilter	411
9.7.3	Die Areale des visuellen Cortex	415
9.7.4	Rückkopplungen (<i>top-down</i> -Einflüsse)	425
9.7.5	Lässt sich Informationstheorie auf biologische Informationsverarbeitung anwenden?	428
9.8	Die parietale WO-Bahn	435
9.8.1	Bewegung	435
9.8.2	Tiefenwahrnehmung	440
9.8.3	Optische Flussfelder bei Eigenbewegung	443
9.8.4	Bewegungen aus der Raumtiefe	444
9.8.5	Handlungsräume	448
9.9	Die WAS-Bahn	452
9.9.1	Die gnostischen Neurone der inferotemporalen Cortexareale	453
9.9.2	Optische Täuschungen	460
9.9.3	Visuelles Gedächtnis	460
9.10	Farbsehen	463
9.10.1	Zapfen und ihre Sehpigmente	463
9.10.2	Die neuronalen Farbkanäle	473
9.10.3	Der Farbcortex V4	479
	Beispiel Warum sind die Primaten Trichromaten?	483

9.11	Das Sehen mit Facettenaugen bei Arthropoden	485
9.11.1	Ommatidien	485
9.11.2	Augentypen	487
	Beispiel Die Blaulicht empfindliche Fovea der Kriebelmücken-Männchen	491
9.11.3	Adaptation	495
9.11.4	Neuronale Verarbeitung	498
9.11.5	Farbsehen	515
9.11.6	Der e-Vektor: das Sehen polarisierten Lichts	524
	Beispiel Das multifunktionale Auge des Rückenschwimmers	531
	Literatur	533
10	Muskulatur	539
10.1	Die funktionelle Einheit der Muskelkontraktion, das Sarkomer	541
10.2	Muskeltypen	547
10.2.1	Quergestreifte Muskulatur	547
10.2.2	Glatte Muskulatur	551
10.3	Steuerung der Muskelkontraktion	552
10.3.1	Elektromechanische Kopplung	552
10.3.2	Neuronale Kontrolle der Muskeltätigkeit	554
10.4	Herzmuskulatur	560
10.4.1	Vertebraten	560
10.4.2	Wirbellose	562
	Literatur	566
11	Bewegung und ihre Steuerung	567
11.1	Allgemeine Aspekte	567
11.1.1	Anforderungen an die Bewegungsmuskulatur	567
11.1.2	Neuronale Kontrolle	569
11.2	Schwimmen	572
11.2.1	Bewegung im Wasser	572
11.2.2	Schwimmen durch Rückstoß	573
11.2.3	Schwimmen bei Mollusken	581
11.2.4	Schwimmen bei Fischen	584
11.2.5	Das Fluchtschwimmen der Krebse	597
	Beispiel Die Implosion einer Luftblase als Kommunikationsmittel und als Waffe	601
11.3	Terrestrische Lokomotion	603
11.3.1	Das Laufen der Arthropoden	607
	Beispiel Der Sprung des Flohs, oder wie man mit Flugmuskeln Hochsprung machen kann	619
11.3.2	Terrestrische Bewegung der Wirbeltiere	622
11.4	Das Fliegen	662
11.4.1	Aerodynamik	662
11.4.2	Flugstil	666

11.4.3	Der Flug der Insekten	668
11.4.4	Flug der Vögel und Fledermäuse	688
	Literatur	698

12 Gedächtnis und Lernen 701

12.1	Formen des Lernens und des Gedächtnisses, ein Begriffskatalog ...	702
12.2	Allgemeine neuronale Mechanismen des Lernens und Gedächtnisses	704
12.2.1	Serotonin als Agent der Sensitivierung	704
12.2.2	Die aktivitätsabhängige, präsynaptische Bahnung als Basis assoziativen Lernens	706
12.2.3	Postsynaptische Bahnung: Hebbsche Synapsen und NMDA-Rezeptoren	709
12.2.4	<i>Long term potentiation</i> (LTP) und <i>long term depression</i> (LDP)	710
12.2.5	Modulationen des Gedächtnisses	717
	Beispiel Konditionierung von Immunreaktionen	718
12.3	Lernen und Gedächtnis bei Insekten	719
12.3.1	Das Gedächtnis der Honigbienen	719
12.3.2	Das Ortsgedächtnis der Honigbienen	722
12.4	Gedächtnis der Wirbeltiere	725
12.4.1	Das emotionale Gedächtnis und die Amygdala	725
12.4.2	Der Hippocampus und das deklarative Gedächtnis	728
12.4.3	Warum Primaten keine Ortsneurone haben	744
12.4.4	Gedächtnis – ein verteiltes Netzwerk im Cortex	746
12.4.5	Der Hippocampus und das Ortsgedächtnis der Vögel	750
	Literatur	754

Sachverzeichnis 757

Tierregister 771

Vergleichende Tierphysiologie
Neuro- und Sinnesphysiologie
Heldmaier, G.; Neuweiler, G.
2003, XIV, 779 S., Hardcover
ISBN: 978-3-540-44283-7