

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	IX
1. Zelluläre Grundlagen des Gedächtnisses	1
1.1 Nervenzellen (Neuronen)	1
1.1.1 Neuronentheorie	1
1.1.2 Äußere Aspekte der Nervenzelle	2
1.1.3 Feinbau der Nervenzelle	6
1.1.3.1 Nervenzellmembran (Neurilemm)	6
1.1.3.2 Nervenzellkörper (Soma, Perikaryon)	6
1.1.3.3 Nervenfasern (Dendriten, Neurit = Axon)	13
1.1.3.4 Feinbau der Synapsen	14
1.2 Gliazellen und Nervenscheiden	21
1.2.1 Die Makro- oder Astrocytenglia	21
1.2.2 Die Oligodendroglia	23
1.2.3 Die Meso- oder Mikroglia	23
1.2.4 Neuralscheiden	24
2. Grundlagen der Entwicklung des Nervensystems der Wirbeltiere	27
2.1 Morphogenetische Aspekte der Ausprägung von neuronalen Strukturen	27
2.1.1 Induktion von Neuralplatte und Neuralleiste	28
2.1.2 Vermehrung der Nervenzellen	32
2.1.3 Wanderung der Nervenzellen	36
2.1.4 Bildung identifizierbarer Verbände	37
2.1.5 Ausdifferenzierung der Nervenzellen	37
2.1.6 Eliminierung überschüssigen Materials	38
2.2 Zelluläre und molekulare Aspekte der Neuronendifferenzierung	39
2.2.1 Nervenfaserverwachstum durch Neurobiotaxis	40
2.2.2 Nervenfaserverwachstum durch Galvanotropismus	40
2.2.3 Nervenfaserverwachstum durch Chemoaffinität	41
2.2.3.1 Nervenwachstumsfaktor (NGF)	41
2.2.3.2 Weitere Substanzen mit neuritogenem Einfluß	42
2.2.3.3 Zelladhäsionsmoleküle	44
2.2.3.4 Ganglioside als Markersubstanzen der funktionellen Neuronendifferenzierung	45
3. Funktionsmorphologie des Nervensystems der Wirbeltiere	51
3.1 Grundbauplan des Nervensystems der Wirbeltiere	51
3.2 Zentrales Nervensystem (ZNS)	53
3.2.1 Stammesgeschichtliche (phylogenetische) Aspekte	53
3.2.2 Vergleichende Übersicht über die Funktionsmorphologie der Hauptabschnitte des menschlichen ZNS	59
3.2.2.1 Rückenmark (Medulla spinalis)	59
3.2.2.2 Rautenhirn (Rhombencephalon)	67
3.2.2.2.1 Verlängertes Mark (Medulla oblongata, Myelencephalon)	67
3.2.2.2.2 Hinterhirn (Metencephalon)	70

3.2.2.3	Mittelhirn (Mesencephalon)	73
3.2.2.4	Vorderhirn (Prosencephalon)	74
3.2.2.4.1	Zwischenhirn (Diencephalon)	75
3.2.2.4.2	Groß- oder Endhirn (Telencephalon)	79
3.3	Vegetatives Nervensystem (Sympathicus und Parasympathicus)	89
3.4	Derivate der Plakoden	92
3.5	Nichtneuronale Strukturen im Nervensystem	92
3.5.1	Neuralscheiden	92
3.5.2	Ependym und zirkumventrikuläre Organe	93
3.5.3	Hirnhäute (Meningen)	95
3.5.4	Adergeflechte (Plexus choroideus)	98
3.5.5	Cerebrospinalflüssigkeit	100
4.	Evolution und Architektur des Nervensystems der wirbellosen Tiere	103
4.1	Allgemeine Aspekte der Evolution von Nervenzellen	103
4.2	Organisation des Nervensystems der Evertebraten	104
5.	Verschaltungsprinzipien bei der neurobiologischen Informationsverarbeitung	111
5.1	Neuronale Schaltkreise	112
5.2	Reflexschaltungen	116
5.3	Beispiele für zentralnervöse Verschaltungssysteme	119
5.3.1	Retina	119
5.3.2	Cerebellum	120
5.3.3	Hippocampus	122
5.3.4	Neocortex	124
5.4	Ausblick	125
6.	Elektrophysiologische Aspekte der Informationsverarbeitung	127
6.1	Das Ruhepotential von Membranen	128
6.1.1	Allgemeines	128
6.1.2	Das K^+ -Ionengleichgewichtspotential am Beispiel von Gliazellen	129
6.1.3	Das Ionengleichgewichtspotential für K^+ bzw. Na^+	130
6.1.4	Die Bedeutung von Cl^- für das Ruhepotential	131
6.1.5	Quantifizierung des Membranpotentials: Goldman-Gleichung	131
6.1.6	Membraneigenschaften und spannungsabhängige Ionenkanäle	131
6.2	Das Aktionspotential	133
6.2.1	Definition des Aktionspotentials	133
6.2.2	Membranströme und Ionenverschiebungen während des Aktionspotentials	134
6.2.3	Fortgeleitetes Aktionspotential	135
6.2.4	Unterschwellige Potentiale	136
6.2.5	Impulststehung und Weiterleitung des Aktionspotentials innerhalb der Nervenzelle	137
6.2.6	Erregungsleitung in marklosen Fasern	138
6.2.7	Erregungsleitung in markhaltigen Fasern (myelinisierten Axonen)	139
6.3	Erregungsübertragung in Synapsen (Transmission)	142
6.3.1	Allgemeine Aspekte der synaptischen Erregungsübertragung	142
6.3.2	Elektrische Synapsen	143
6.3.3	Chemische Synapsen	144
6.3.3.1	Chemisch gesteuerte Ionenkanäle	144
6.3.3.2	Erregende (exzitatorische) Synapsen am Beispiel der neuromuskulären Synapse	144
6.3.3.3	Hemmende (inhibitorische) Synapsen	146
6.3.4	Transmission zwischen Nervenzellen	147

6.3.5	Plastisches elektrisches Antwortverhalten von Neuronen	147
6.4	Das Elektroencephalogramm (EEG) und das Reaktionspotential . . .	149
6.4.1	Elektroencephalogramm (EEG)	149
6.4.2	Reaktionspotential	150
7.	Chemische Aspekte der neuronalen Informationsübertragung in Synapsen	153
7.1	Molekulare Grundlagen der synaptischen Informationsübertragung . . .	153
7.1.1	Synaptische Membranen	154
7.1.2	Synaptische Vesikel	160
7.1.3	Synaptische Überträgerstoffe (Neurotransmitter und Neuropeptide) . .	160
7.1.3.1	Neurotransmitter und Neurorezeptoren	162
7.1.3.1.1	Neurotransmitter	162
7.1.3.1.2	Neurorezeptoren	172
7.1.3.2	Neuropeptide	174
7.2	Calcium und neuronale Funktionen	179
8.	Modulation der neuronalen Informationsübertragung	185
8.1	Allgemeine Aspekte der Neuromodulation	185
8.2	Bedeutung von Gangliosiden als Neuromodulatorsubstanzen	186
8.2.1	Physiologische Anpassungsfähigkeit von Hirngangliosiden	187
8.2.2	Hirnganglioside und bioelektrische Aktivität des Nervensystems	193
8.2.3	Physikochemische Anpassungsfähigkeit von Ca ²⁺ -Gangliosid- Interaktionen zur Simulation von Membranvorgängen	194
8.2.4	Funktionsmodell zur Neuromodulatorwirkung von Ca ²⁺ -Gangliosid- Interaktionen bei der synaptischen Transmission	199
9.	Neuronale Plastizität	205
9.1	Neuronaler Stofftransport	205
9.1.1	Langsamer neuronaler Stofftransport	207
9.1.2	Schneller neuronaler Stofftransport	211
9.1.3	Retrograder Transport	214
9.1.4	Transneuroner Transport	215
9.1.5	Transmembranöser Transport	216
9.1.6	Bedeutung des neuronalen Transportgeschehens	217
9.2	Synaptische Plastizität	219
9.2.1	Selektive Stabilisation von Synapsen als Mechanismen für die spezielle Ausprägung von neuronalen Verschaltungssystemen während der frühen Entwicklung	219
9.2.2	Funktionsabhängige strukturelle Ausprägung neuronaler Verschaltungssysteme während der postnatalen Entwicklung und im ausdifferenzierten Nervensystem	224
9.2.3	Synaptische Plastizität beim elektrischen Antwortverhalten von Neuronen	226
9.2.4	Strukturelle und biochemische Aspekte der synaptischen Plastizität . .	230
9.2.4.1	Strukturelle Aspekte	230
9.2.4.2	Biochemische Aspekte	231
9.3	Degeneration im Nervensystem	233
9.4	Regeneration im Nervensystem	236
10.	Verhaltensphysiologische Grundlagen des Gedächtnisses	239
10.1	Phänomenologie des Gedächtnisses	240
10.2	Angeborenes Verhalten	243
10.2.1	Taxien	243
10.2.2	Reflexe	244

10.2.3	Instinkte	245
10.2.3.1	Appetenzverhalten	245
10.2.3.2	Angeborener Auslösemechanismus (AAM, releaser)	245
10.2.3.3	Endhandlung	247
10.2.3.4	Reiz-Reaktionsketten (Instinktketten)	247
10.3	Erworbenes Verhalten	249
10.3.1	Lernvorgänge	249
10.3.1.1	Lernen durch Prägung	250
10.3.1.2	Lernen durch Gewöhnung (Habituation) bzw. Sensibilisierung	252
10.3.1.3	Lernen durch Konditionierung (bedingte Reaktion; bedingter = konditionierter Reflex; klassische Konditionierung)	253
10.3.1.4	Lernen durch Versuch und Irrtum	253
10.3.1.5	Lernen durch operante (operative oder instrumentelle) Konditionierung (Dressur)	254
10.3.1.5.1	Lernkurven	255
10.3.1.5.2	Lern- und Gedächtniskapazität, Gedächtnisdauer	256
10.3.1.6	Lernen durch Nachahmung bzw. Beobachtung	257
10.3.1.7	Lernen durch Training von Handlungsabläufen	258
10.3.1.8	Lernen durch Spiel- und Neugierverhalten	258
10.3.1.9	Lernen durch einsichtiges Verhalten (kognitives Lernen), planvolles Handeln	259
10.3.1.10	Abstraktion, Generalisation und Extrapolation beim Lernen	261
10.3.1.11	Bildung von vorsprachlichen Wertbegriffen beim Lernen	263
10.3.2	Kreativität	264
10.3.3	Motivation und Emotion	265
10.3.4	Sozialverhalten	267
10.3.4.1	Soziallebensformen, soziale Organisation	267
10.3.4.2	Soziale Verhaltensweisen	268
10.3.4.2.1	Agonistisches Verhalten (Kampf- und Drohverhalten)	269
10.3.4.2.2	Sexualverhalten	270
10.3.4.2.3	Brutpflegeverhalten	271
10.3.4.2.4	Kommunikationsverhalten	271
11. Neurobiologische Funktionsmodelle des Gedächtnisses		273
11.1	Historischer Rückblick auf frühere Modelle einer molekularen Gedächtnisausprägung	273
11.2	Gedächtnisbildung durch molekulare Bahnung in Synapsen	274
11.2.1	Das Aplysia-Gedächtnismodell	275
11.2.2	Das Proteinkinase C-Modell	277
11.2.3	Die Hypothese der Bedeutung von extrazellulären Proteinen beim Lernen und Gedächtnis	278
11.2.4	Das Hippocampus-Gedächtnismodell	279
11.2.5	Das Modell einer Gedächtnisbildung durch molekulare Bahnung in Synapsen mit Gangliosiden	280
11.3	Aspekte der Bildung eines neuronalen Informationsverarbeitungssystems	286
11.4	Aspekte der Lokalisation des Gedächtnisses	288
Literaturverzeichnis		293
Sachregister		307