

Inhalt

Vorwort zur 4. Auflage	19
1 Einleitung	21
2 Gene und Verhalten	28
2.1 Gene und Proteine	28
2.2 Genetischer Code	29
2.3 Gene und Chromosomen	32
2.4 Proteinsynthese	33
2.4.1 Ablesen der Information durch Transkription	33
2.4.2 Proteinsynthese durch Translation und Transfer	34
2.4.3 Welche Proteine produziert eine Zelle?	34
2.5 Weitergabe der genetischen Information in Körperzellen und Keimzellen	35
2.5.1 Zellzyklus der Körperzellen	35
2.5.2 Bildung der Keimzellen	36
2.6 Klassische Genetik	37
2.7 Mutation und Evolution	39
2.8 Humangenetik und Pathogenetik	40
2.9 Gene und psychische Vorgänge	43
2.10 Gentechnik	44
3 Bausteine des Nervensystems – Neuronen und Gliazellen	46
3.1 Aufbau und Elemente des Neurons	46
3.1.1 Das Neuron als Spezialisierung der tierischen Zelle	46
3.1.2 Äußere Gestalt der Neuronen	51
3.2 Gliazellen	56
3.2.1 Oligodendrozyten	56
3.2.2 Schwann-Zellen	57
3.2.3 Astrozyten	58
3.2.4 Blut-Hirn-Schranke	58
3.2.5 Mikroglia	59
3.2.6 Gliazellen und die Entwicklung des Nervensystems	59
3.2.7 Multiple Sklerose – eine Demyelinisierungserkrankung	59

4	Zelluläre Basis der Informationsverarbeitung im Nervensystem	62
4.1	Elektrische Ladung von Nervenzellen	62
4.2	Ionenwirksame Kräfte	65
4.2.1	Elektrische Kräfte auf Ionen	65
4.2.2	Diffusionskräfte auf die Ionen	65
4.3	Passiver Transport von Stoffen durch die Zellmembran	67
4.3.1	Ionenkanäle als Verbindung zwischen dem Zellinneren und dem Extrazellulärraum	68
4.3.2	Schnelle Passage durch Ionenkanäle	69
4.3.3	Selektivität der Ionenkanäle	69
4.3.4	Einflüsse auf den Zustand von Ionenkanälen	69
4.4	Aktiver Transport durch die Membran – die Natrium-Kalium-Pumpe	70
4.5	Transport elektrischer Signale längs der Nervenzellmembran	72
4.5.1	Passive Leitung	73
4.5.2	Aktionspotenzial	74
4.6	Spontan aktive Neuronen	81
5	Zusammenwirken von Nervenzellen – Informationsübertragung und -verarbeitung	83
5.1	Grundlagen der Erregungsübertragung an der chemischen Synapse	84
5.1.1	Transmitterfreisetzung durch Verschmelzung der Vesikel mit der präsynaptischen Membran	85
5.1.2	Reaktion der Transmittersubstanz mit den Rezeptoren	87
5.1.3	Ligandengesteuerter Ionenkanal – ionotroper Rezeptor	87
5.1.4	G-Protein-gekoppelter Ionenkanal – metabotroper Rezeptor	88
5.2	Wichtige Transmitter-Rezeptor-Systeme	90
5.2.1	Acetylcholin und seine Rezeptoren	90
5.2.2	Gruppe der Katecholamine	93
5.2.3	Serotonin	96
5.2.4	Glutamat und Aspartat	97
5.2.5	γ -Aminobuttersäure (GABA) und Glycin	98
5.3	Neuropeptide	100
5.4	Gasförmige Neurotransmitter (Gasotransmitter)	100
5.5	Neuronale Integration von Information	101
5.5.1	Exzitatorische und inhibitorische postsynaptische Potenziale	101
5.5.2	Folgeprozesse der Depolarisation am Zielneuron	102
5.5.3	»Lernfähigkeit« der Synapse und neuronale Plastizität	107
6	Aufbau und Funktion des Nervensystems	109
6.1	Wichtige anatomische Bezeichnungen von Orientierung und Lage im Raum	110
6.2	Anatomische Grobgliederung des Nervensystems	111
6.3	Rückenmark	112

6.4	Gehirn	117
6.4.1	Liquor- und Gefäßsystem des Gehirns	119
6.4.2	Medulla oblongata	119
6.4.3	Brücke	120
6.4.4	Kleinhirn	121
6.4.5	Formatio reticularis	122
6.4.6	Mittelhirn	126
6.4.7	Hirnnerven	127
6.4.8	Zwischenhirn	129
6.4.9	Endhirn – subkortikale Strukturen	138
6.4.10	Endhirn – kortikale Strukturen	144
6.4.11	Spiegelneuronen	161
6.4.12	Weißer Substanz des Großhirns	161
7	Steuerung vegetativer Funktionen	163
7.1	Einführung	163
7.2	Subsysteme des vegetativen Nervensystems: Sympathikus, Parasympathikus und Darmnervensystem	164
7.2.1	Neuroanatomie und -chemie des sympathischen und parasympathischen Nervensystems	168
7.2.2	Besonderheiten der synaptischen Endigungen im vegetativen Nervensystem	172
7.3	Transmitter im vegetativen Nervensystem	173
7.4	Vegetatives Nervensystem und Immunsystem	176
7.5	Viszerale Afferenzen	176
8	Hormonsystem	178
8.1	Grundprinzipien hormoneller Reaktion	178
8.2	Basismechanismen der Signaltransduktion	179
8.2.1	Bedeutung der chemischen Struktur für die Interaktion mit der Zielzelle	179
8.2.2	Hormonelle Übertragungswege	180
8.3	Strukturell unterscheidbare Hormonklassen	181
8.3.1	Klassifizierung nach chemischer Struktur	181
8.3.2	Klassifizierung nach Bildungsort	183
8.4	Regulation der hormonellen Aktivität	183
8.4.1	Beeinflussung der Hormonproduktion	183
8.4.2	Transport, Bindung und Abbau von Hormonen	183
8.5	Wichtige hormonproduzierende Organe	184
8.5.1	Hypothalamus-Hypophysen-System: Steuerung zahlreicher endokriner Prozesse	184
8.5.2	Bauchspeicheldrüse: Regulation des Stoffwechsels	190
8.5.3	Schilddrüse	191
8.5.4	Nebenniere	191
8.5.5	Keimdrüsen	193
8.5.6	Weitere Orte der Hormonbildung	193

9	Bewegung	196
9.1	Muskel	196
9.1.1	Quergestreifte Muskulatur	196
9.1.2	Glatte Muskulatur	198
9.2	Motorische Einheit	200
9.3	Afferenzen aus dem Bereich der Muskulatur	202
9.4	Motorische Steuerung auf Rückenmarksebene	203
9.4.1	Rückenmarksreflexe	203
9.4.2	Hemmungsmechanismen auf spinaler Ebene	205
9.5	Motorische Steuerung auf der Ebene des Gehirns	207
9.5.1	Pyramidenbahn	207
9.5.2	Motoriksteuerung außerhalb des Pyramidenbahnsystems	209
9.5.3	Motorische Kortextareale	213
10	Allgemeine Sinnesphysiologie	216
10.1	Sinnesempfindungen und Psychophysik	216
10.1.1	Empfindung und Wahrnehmung	216
10.1.2	Psychophysik	217
10.2	Objektive Sinnesphysiologie	222
10.2.1	Sinnesorgane und Sinneszellen	223
10.2.2	Rezeptive Felder	225
10.2.3	Organisationsschema von Sinneskanälen	226
11	Somatosensorik	227
11.1	Tastsinn – taktile Sensorik	227
11.1.1	Periphere Prozesse beim Tastsinn	228
11.1.2	Zentrale Weiterleitung der Somatosensibilität	232
11.2	Temperatursinn	234
11.2.1	Sensoren des Temperatursinns	234
11.2.2	Hitze- und Kälteschmerz	235
11.2.3	Dynamik der Temperaturwahrnehmung	235
11.2.4	Zentralnervöse Weiterleitung von Temperatursignalen	235
11.3	Tiefensensibilität	235
11.3.1	Sensorik des Bewegungsapparats	235
11.3.2	Tiefenschmerz	236
12	Visuelles System	238
12.1	Visueller Reiz – das Licht	238
12.2	Anatomischer Aufbau des Auges	238
12.3	Leistungen des Auges als optischer Apparat	240
12.3.1	Akkommodation	240
12.3.2	Regulation des Lichteinfalls	240
12.4	Aufbau der Netzhaut	241

12.5	Molekulare Vorgänge in den Photorezeptoren	243
12.5.1	Photochemische Prozesse beim Lichteinfall	243
12.5.2	Adaptation als Leistung der Photorezeptoren	244
12.6	Signalverarbeitung auf der Ebene des retinalen Neuronennetzwerks	246
12.6.1	Rezeptive Felder der Netzhautneuronen	247
12.6.2	Drei Grundtypen von Ganglienzellen	248
12.6.3	Retinale Basis der Sehschärfe	249
12.6.4	Netzhautprozesse beim Farbsehen	249
12.7	Sehbahn	252
12.7.1	Nucleus suprachiasmaticus des Hypothalamus und prätektale Mittelhirnregion	253
12.7.2	Colliculi superiores	253
12.7.3	Funktion und Aufgaben des Corpus geniculatum laterale	253
12.8	Verarbeitung visueller Information im Kortex	254
12.8.1	Primärer visueller Kortex	254
12.8.2	Komplexe Aufgaben der visuellen Kortexareale im Anschluss an V1	257
12.9	Räumliches Sehen: Stereoskopie und Tiefenwahrnehmung	258
12.10	Sehstörungen als Folge zerebraler Schädigungen	261
13	Gehör	263
13.1	Schall	263
13.2	Aufbau des Ohrs	264
13.2.1	Äußeres Ohr	264
13.2.2	Mittelohr	264
13.2.3	Innenohr	266
13.3	Neurobiologie akustischer Reizverarbeitung	268
13.3.1	Schalltransduktionsprozess	268
13.3.2	Codierung der Schallfrequenz	269
13.3.3	Verarbeitung akustischer Information im Gehirn	270
14	Gleichgewichts-, Bewegungs- und Lagesinn	275
14.1	Aufbau und Funktion des Vestibularorgans	275
14.1.1	Registrierung von geradlinigen Beschleunigungen über die Makulaorgane	275
14.1.2	Registrierung von Drehbewegungen durch die Bogengänge	277
14.2	Zentrale Weiterverarbeitung der vestibulären Information	279
15	Riechen, Schmecken und der allgemeine chemische Sinn	280
15.1	Geruch	280
15.1.1	Olfaktorische Sensoren	281
15.1.2	Zentrale Riechbahn	282
15.1.3	Pheromone und das vomeronasale Organ	284
15.2	Geschmack – das gustatorische System	285
15.2.1	Grundqualitäten des Geschmacks	285
15.2.2	Geschmackssensoren	287
15.2.3	Geschmacksbahn	289
15.2.4	Störungen des Geschmackssinns	290

15.3	Allgemeiner chemischer Sinn	290
16	Schmerz	291
16.1	Nozizeptives System	292
16.1.1	Registrierung und Weiterleitung schmerzauslösender Reize	292
16.1.2	Zentralnervöse Schmerzverarbeitung	295
16.1.3	Neuronale Mechanismen der Schmerzhemmung	297
16.2	Experimentelle Schmerzforschung	301
16.2.1	Schmerzinduktion	301
16.2.2	Methoden der Schmerzmessung (Algesimetrie)	302
16.3	Besondere Schmerzformen	304
16.3.1	Chronischer Schmerz	305
16.3.2	Projizierter Schmerz	306
16.3.3	Übertragener Schmerz	306
16.3.4	Phantomschmerz	307
16.4	Schmerztherapien	308
16.4.1	Medikamentöse Therapie	308
16.4.2	Nervenblockade und Lokalanästhesie	309
16.4.3	Gegenstimulationsverfahren	309
16.4.4	Biofeedback	311
16.4.5	Neurochirurgische Therapie	314
17	Stress	316
17.1	Stressreaktion	316
17.1.1	Beobachtungen zu Stressfolgen im Tierreich	317
17.1.2	Physiologie der Stressreaktion	318
17.2	Stress und Immunsystem	321
17.2.1	Immunabwehr	321
17.2.2	Allergie	323
17.3	Stressbezogene körperliche Erkrankungen	324
17.3.1	Herz-Kreislauf-Krankheiten	324
17.3.2	Stress und Geschwüre im Verdauungstrakt	325
17.4	Stress und psychische Störungen	327
18	Sexualität und geschlechtsspezifisches Verhalten	328
18.1	Neurobiologie des Sexualverhaltens – zerebrale Strukturen und Geschlechtshormone	328
18.1.1	Zerebrale Steuerungszentren für das Sexualverhalten	329
18.1.2	Sexualhormone	329
18.1.3	Gonadotropine, Prolaktin und Oxytocin	330
18.1.4	Steroidale Sexualhormone	331
18.2	Sexuelles Verhalten	334
18.2.1	Einflussfaktoren auf das Sexualverhalten	334
18.2.2	Kohabitation und Ablauf der sexuellen Reaktion	336

18.3	Der weibliche Monatszyklus	339
18.3.1	Die periodischen Veränderungen während des Monatszyklus	339
18.3.2	Prämenstruelles Syndrom	340
18.4	Hormonelle Empfängnisverhütung	341
18.5	Empfängnis, Schwangerschaft, Geburt	342
18.5.1	Befruchtung	342
18.5.2	Entwicklung des Ungeborenen	343
18.5.3	Schwangerschaftsbedingte Umstellungsprozesse im Körper der Frau	343
18.5.4	Entwicklung des Fetus	344
18.5.5	Geburt	344
18.6	Geschlechtsspezifische Entwicklung über die Lebensspanne	346
18.6.1	Bedeutung des Testosterons bei der Embryonalentwicklung	346
18.6.2	Sonderformen der Geschlechtsentwicklung	347
18.6.3	Pubertät	348
18.6.4	Klimakterium	349
18.7	Weibliches Gehirn, männliches Gehirn?	350
18.7.1	Morphologische und hormonelle Unterschiede	350
18.7.2	Unterschiede in psychischen Funktionen	351
18.7.3	Einfluss der Sexualhormone auf psychische Prozesse	351
18.8	Homosexualität	352
18.9	Sexuelle Funktionsstörungen	353
18.9.1	Verminderte sexuelle Appetenz	353
18.9.2	Erektionsstörungen	354
18.9.3	Ejaculatio praecox	355
18.9.4	Orgasmusstörungen bei Frauen	355
18.9.5	Störungen mit sexuell bedingten Schmerzen	356
19	Rhythmen des Verhaltens	357
19.1	Neurobiologische Basis von biologischen Rhythmen	357
19.1.1	Innere Uhren bei tierischen Organismen	358
19.1.2	Zellbiologische Basismechanismen für die Erzeugung von Oszillationen	359
19.2	Zirkadiane Periodik als dominierender Rhythmus beim Menschen	360
19.2.1	Experimente zur zirkadianen inneren Uhr	361
19.2.2	Nucleus suprachiasmaticus als zentraler zirkadianer Taktgeber	362
19.2.3	Einflüsse externer Zeitgeber auf die zirkadiane Uhr	364
19.3	Basic Rest Activity Cycle als stabiler ultradianer Rhythmus	366
20	Schlaf und Traum	368
20.1	Funktion des Schlafs: Erholungsmechanismus oder evolutionäre Anpassung?	368
20.1.1	Schlaf als Reparatur- und Erholungsphase?	368
20.1.2	Schlaf als Ergebnis eines evolutionären Anpassungsprozesses?	369
20.1.3	Schlafverhalten als individuelles Merkmal	369
20.2	Methodik der Schlafbeobachtung	370
20.2.1	Historisches	370
20.2.2	Untersuchung im Schlaflabor	370

20.3	Schlafstadien	372
20.3.1	REM-Stadium	373
20.3.2	Schlafperiodik	374
20.4	Neurobiologie des Schlafs	375
20.4.1	»Schlafstoff«-Hypothese	375
20.4.2	Zweiprozessmodell des Schlafs	375
20.4.3	Aktivierungsmodulierende Strukturen der Schlaf-Wach-Regulation	377
20.4.4	Melatonin	378
20.4.5	Regulation von REM- und Slow-Wave-Schlaf	379
20.5	REM-Schlaf als besonderer psychophysischer Zustand	380
20.5.1	Biologische Bedeutung des REM-Schlafs	381
20.5.2	Weshalb gerade im REM-Schlaf Träume?	382
20.5.3	Fördert Schlaf Lernen und Gedächtnis?	383
20.6	Schlafdeprivation und ihre Folgen	384
20.7	Schlafstörungen	386
20.7.1	Schlafmangel und Schlafunterbrechung – Insomnien	386
20.7.2	Substanzinduzierte Insomnien	389
20.7.3	Insomnie und Depression	390
20.8	Parasomnien	390
20.9	Hypersomnien	391
20.9.1	Idiopathische Hypersomnie	391
20.9.2	Narkolepsie	391
20.9.3	Schlafapnoe-Syndrom	391
21	Psychische Störungen – Transmitterprozesse und Psychopharmakotherapie	394
21.1	Transmitterprozesse und psychische Erkrankungen	394
21.1.1	Neurochemischer Ansatz in der Biologischen Psychiatrie	394
21.1.2	Wichtige Verfahren zum Studium von Transmitterprozessen	395
21.1.3	Serotonin und psychische Störungen	396
21.1.4	Noradrenalin und sein Bezug zur Depression	401
21.1.5	GABA und sein Bezug zu Angststörungen	402
21.1.6	Dopamin und sein Zusammenhang mit schizophrenen Psychosen	404
21.1.7	Acetylcholin und sein Zusammenhang mit Demenz	406
21.2	Psychopharmakotherapie	410
21.2.1	Historie und Grundprinzipien der Psychopharmakotherapie	410
21.2.2	Antidepressiva	412
21.2.3	Phasenprophylaktika: Lithium und Carbamazepin	414
21.2.4	Neuroleptika	415
21.2.5	Tranquillanzien	417
21.2.6	Hypnotika	419
21.2.7	Nootropika	419

22	Drogenabhängigkeit	421
22.1	Zentrale Begriffe	421
22.1.1	Drogen und Drogensucht	421
22.1.2	Abhängigkeit	421
22.1.3	Toleranz	422
22.2	Neurobiologie der Abhängigkeit	422
22.2.1	»Belohnungssystem« des Gehirns und subjektive Drogenwirkung	422
22.2.2	Einfluss des Drogenmissbrauchs auf die Genexpression in Gehirnzellen	425
22.3	Alkohol	426
22.3.1	Alkoholmissbrauch als gesundheitspolitische Herausforderung	427
22.3.2	Alkoholwirkungen	427
22.3.3	Alkoholabhängigkeit	430
22.4	Nikotin	433
22.4.1	Gefahren des Rauchens	433
22.4.2	Die psychoaktive Wirkung des Nikotins	436
22.4.3	Behandlung der Nikotinabhängigkeit	436
22.5	Kokain	437
22.5.1	Effekte der Kokainaufnahme	438
22.5.2	Kokain als Suchtdroge	438
22.6	Opiate	440
22.6.1	Opiate als Suchtdrogen	441
22.6.2	Behandlung der Opiatabhängigkeit	444
22.7	Halluzinogene	445
22.7.1	Wichtigste Halluzinogene	446
22.7.2	Ecstasy	447
22.8	Crystal Meth	449
22.9	Cannabis	450
22.9.1	Cannabiswirkung	450
22.9.2	Neurobiologie der Cannabiswirkung	451
22.9.3	Cannabis, eine Suchtdroge?	451
23	Emotionen	453
23.1	Emotionen und Gehirnprozesse	453
23.1.1	Limbisches System	453
23.1.2	Präfrontaler Kortex	456
23.1.3	Hippocampus	457
23.1.4	Anteriorer Gyrus cinguli	457
23.1.5	Inselrinde als Schaltstelle zwischen Emotion und Vegetativum	458
23.1.6	Biochemie der Emotionen	458
23.2	Emotionales Geschehen und peripher-physiologische Prozesse	459
23.2.1	Physiologische Prozesse und Emotionstheorien	459
23.2.2	Mimik und Emotionen	462

24	Lernen und Gedächtnis	464
24.1	Typen des Lernens	464
24.1.1	Nichtassoziatives Lernen	464
24.1.2	Assoziatives Lernen	465
24.2	Erkenntnisse zu Habituation, Sensitivierung und klassischer Konditionierung bei einfachen Organismen	466
24.2.1	Habituation	466
24.2.2	Sensitivierung	468
24.2.3	Klassische Konditionierung in Aplysia	469
24.3	Klassische Konditionierung des Lidschlags am Säugetiermodell	472
24.4	Zelluläre Basis für Gedächtnis und Lernen im Hippocampus	475
24.4.1	Langzeitpotenzierung und Konditionierung von Hippocampusneuronen	475
24.4.2	Subsynaptische Einzelprozesse für morphologische Veränderungen	480
24.4.3	Langzeitdepression	481
24.5	Neuronale Basis des operanten Konditionierens	482
24.5.1	Zelluläre Grundlagen des operanten Konditionierens	482
24.5.2	Belohnungssysteme im Gehirn	483
24.6	Gedächtnisleistungen und Gehirnstrukturen	484
24.6.1	Verschiedene Gedächtnistypen	484
24.6.2	Zeitliche Dimension des Gedächtnisses	484
24.6.3	Strukturierung des Langzeitgedächtnisses unter inhaltlichen Aspekten	487
24.6.4	Beim deklarativen Gedächtnis involvierte Gehirnstrukturen	487
24.6.5	Beim prozeduralen Gedächtnis involvierte Gehirnstrukturen	488
25	Sprache und Lateralisierung von Gehirnfunktionen	490
25.1	Sprache als außergewöhnliche mentale Leistung	490
25.2	»Sprache« bei Tieren	491
25.2.1	Kommunikationssysteme in der Tierwelt	491
25.2.2	Können Tiere den Gebrauch einer »Sprache« erlernen?	491
25.3	Basiselemente der Sprachproduktion und -wahrnehmung	492
25.3.1	Aufbau gesprochener Sprache	492
25.3.2	Erste Stufe der Sprachanalyse	493
25.4	Sprachrelevante Hirnregionen	493
25.5	Wichtigste traditionelle Aphasieklassen	498
25.5.1	Broca-Aphasie	498
25.5.2	Wernicke-Aphasie	499
25.5.3	Leitungsaphasie	500
25.5.4	Globale Aphasie	500
25.5.5	Transkortikale Aphasien	500
25.6	Lesen- und Schreibstörungen	501
25.6.1	Alexie und Agraphie	501
25.6.2	Dyslexie	502
25.7	Funktionelle Hemisphärenasymmetrie – Lateralität	503
25.7.1	Anatomische Differenzen zwischen den Hemisphären	503
25.7.2	Methoden zur Lateralitätsprüfung und typische Ergebnisse	505

25.7.3	Überprüfung der Lateralität bei intaktem Gehirn	508
25.7.4	Bedeutung der Hemisphärenspezialisierung für einzelne Funktionen	509
26	Methoden der Biologischen Psychologie	513
26.1	Untersuchung von Aufbau und Funktion der Nervenzelle	513
26.1.1	Mikroskopische Methoden	513
26.1.2	Färbemethoden	514
26.1.3	Weitere Techniken zur Sichtbarmachung von Zellen und Zellbestandteilen	514
26.1.4	Mikrodialyse	515
26.2	Gehirnelektrische Aktivität und Elektroenzephalogramm	516
26.2.1	Typen der EEG-Aktivität	517
26.2.2	Physiologische Grundlagen des EEG	520
26.2.3	EEG-Registrierung, Auswertung und Kennwertebildung	523
26.2.4	Räumliche EEG-Analyse und »Brain-Mapping«	527
26.3	Magnetoenzephalographie	528
26.4	Bildgebende Verfahren	529
26.4.1	Bildgebung mit Röntgenstrahlen	529
26.4.2	Magnetresonanztomographie	530
26.4.3	Magnetresonanztomographie	533
26.4.4	Positronenemissionstomographie	533
26.4.5	Single-Photon-Emissions-Computertomographie	534
26.5	Transkranielle Magnetstimulation	536
26.6	Psychophysiologische Indikatoren des vegetativen und muskulären Systems	537
26.6.1	Herz-Kreislauf-Aktivität	537
26.6.2	Elektrodermale Aktivität	540
26.6.3	Muskuläre Aktivität	541
26.6.4	Okuläre Prozesse	541
Anhang		543
	Hinweise zum Online-Material	544
	Glossar	547
	Abkürzungsverzeichnis	571
	Literatur	573
	Quellenverzeichnis	575
	Namensverzeichnis	579
	Sachwortverzeichnis	581