

Kurzhalt

Vorwort zur deutschen Ausgabe VII
Vorwort zur amerikanischen Originalausgabe IX
Danksagungen XV
Autoren „Köpfe und Ideen“ XXVIII

Teil I Grundlagen 1

Kapitel 1 Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Neurowissenschaft 3
Kapitel 2 Neuronen und Gliazellen 27
Kapitel 3 Die neuronale Membran im Ruhezustand 57
Kapitel 4 Das Aktionspotenzial 83
Kapitel 5 Die synaptische Übertragung 113
Kapitel 6 Neurotransmittersysteme 149
Kapitel 7 Die Struktur des Nervensystems 187
Anhang: Bildatlas der menschlichen Neuroanatomie 227

Teil II Sensorische und motorische Systeme 271

Kapitel 8 Die chemischen Sinne 273
Kapitel 9 Das Auge 303
Kapitel 10 Das zentrale visuelle System 339
Kapitel 11 Das auditorische und das vestibuläre System 377
Kapitel 12 Das somatosensorische System 427
Kapitel 13 Spinale Kontrolle der Motorik 469
Kapitel 14 Bewegungskontrolle durch das Gehirn 501

Teil III Gehirn und Verhalten 535

Kapitel 15 Neurovegetative und modulatorische Systeme 537
Kapitel 16 Motivation 569
Kapitel 17 Männliches und weibliches Gehirn 595
Kapitel 18 Neuronale Mechanismen der Emotion 631
Kapitel 19 Gehirnrhythmen und Schlaf 657
Kapitel 20 Sprache 695
Kapitel 21 Aufmerksamkeit 725
Kapitel 22 Psychische Erkrankungen 747

Teil IV Das adaptive Gehirn 777

Kapitel 23 Die Entstehung neuronaler Schaltkreise 779
Kapitel 24 Gedächtnissysteme 821
Kapitel 25 Molekulare Mechanismen von Lernen und Gedächtnis 865

Glossar 903
Literatur 931
Index 955

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur deutschen Ausgabe VII
Vorwort zur amerikanischen Originalausgabe IX
Danksagungen XV
Autoren „Köpfe und Ideen“ XXVIII

Teil I Grundlagen 1

Kapitel 1 Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Neurowissenschaft 3

Einführung 4

Die Ursprünge der Neurowissenschaft 5

Vorstellungen vom Gehirn in der griechischen Antike 5

Vorstellungen vom Gehirn im Römischen Reich 6

Vorstellungen vom Gehirn von der Renaissance bis in das 19. Jahrhundert 7

Vorstellungen vom Gehirn im 19. Jahrhundert 8

Neurowissenschaft heute 14

Ebenen der Analyse 14

Neurowissenschaftler 15

Das wissenschaftliche Vorgehen 16

Die Verwendung von Versuchstieren in der neurowissenschaftlichen Forschung 18

Die Kosten der Unwissenheit: Erkrankungen des Nervensystems 22

Abschließende Bemerkungen 24

Wiederholungsfragen 25

Weiterführende Literatur 25

Kapitel 2 Neuronen und Gliazellen 27

Einführung 28

Die Neuronendoktrin 29

Die Golgi-Färbung 30

Der Beitrag von Cajal 31

Exkurs 2.1 Fortschritte in der Mikroskopie 32

Die Grundstruktur von Neuronen 33

Das Soma 33

Exkurs 2.2 Die Expression des menschlichen Verstandes im postgenomischen Zeitalter 37

Die Nervenzellmembran 40

Das Cytoskelett 40

Das Axon 41

Exkurs 2.3 Die Alzheimer-Krankheit und das neuronale Cytoskelett 42

Exkurs 2.4 Per Anhalter mit dem retrograden Transport unterwegs 47

Dendriten 48

Exkurs 2.5 Geistige Behinderungen und die dendritischen Dornfortsätze 49

Exkurs 2.6 Gliazellen – mehr als nur der Kitt, der die Nerven zusammenhält 50

Klassifizierung von Neuronen 51

Klassifizierung aufgrund der Anzahl der Neuriten 51

Klassifizierung aufgrund der Dendriten 51

Klassifizierung aufgrund der Verknüpfungen 51

Klassifizierung aufgrund der Axonlänge 52

Klassifizierung aufgrund der Neurotransmitter 52

Gliazellen 52

Astrocyten 53

Myelinierende Gliazellen 53

Andere nichtneuronale Zellen 53

Abschließende Bemerkungen 54

Wiederholungsfragen 55

Weiterführende Literatur 55

Kapitel 3 Die neuronale Membran im Ruhezustand 57

Einführung 58

Das chemische Milieu 59

Cytosol und Extrazellulärflüssigkeit 60

Die Phospholipidmembran 61

Proteine 62

Die Bewegung von Ionen 66

Diffusion 66

Elektrizität 67

Exkurs 3.1 Mole und Molarität – ein Überblick 67

Ionen als Grundlage des Ruhepotenzials 68

Gleichgewichtspotenziale 69

Konzentrationsgradienten 72

Exkurs 3.2 Die Nernst-Gleichung 73

Ionenpermeabilitäten im Ruhezustand 75

Exkurs 3.3 Die Goldman-Gleichung 75

Exkurs 3.4 Die atomare Struktur eines Kaliumkanals 78

Exkurs 3.5 Tod durch eine tödliche Injektion 80

Abschließende Bemerkungen 80

Wiederholungsfragen 80

Weiterführende Literatur 81

Kapitel 4 Das Aktionspotenzial 83**Einführung 84****Eigenschaften des Aktionspotenzials 84**

Verlauf eines Aktionspotenzials 84

Exkurs 4.1 Methoden für die Messung von Aktionspotenzialen 85

Die Erzeugung des Aktionspotenzials 86

Die Erzeugung von multiplen Aktionspotenzialen 87

Das Aktionspotenzial in der Theorie 88

Ströme und Leitfähigkeiten in der Membran 89

Ionenströme beim Aktionspotenzial 91

Das Aktionspotenzial in der Realität 93

Der spannungsabhängige Natriumkanal 94

Exkurs 4.2 Die *Patch-Clamp*-Methode 98**Exkurs 4.3** Tetrodotoxin und die Morgendämmerung der Ionenkanalpharmakologie 99

Spannungsabhängige Kaliumkanäle 100

Zusammenfassung der Begriffe 101

Fortpflanzung des Aktionspotenzials 103

Faktoren, die die Leitungsgeschwindigkeit beeinflussen 104

Myelin und die saltatorische Erregungsleitung 105

Exkurs 4.4 Örtliche Betäubung 106**Aktionspotenziale, Axone und Dendriten 107****Exkurs 4.5** Multiple Sklerose, eine demyelinierende Krankheit 107**Exkurs 4.6** Die elektrische Signatur der Neuronen 109**Abschließende Bemerkungen 110****Wiederholungsfragen 110****Weiterführende Literatur 111****Kapitel 5 Die synaptische Übertragung 113****Einführung 114****Typen von Synapsen 115****Exkurs 5.1** Otto Loewi und der *Vagusstoff* 115

Elektrische Synapsen 116

Chemische Synapsen 118

Exkurs 5.2 Elektrische Synapsen 121**Grundlagen der Signalübertragung an chemischen Synapsen 122**

Neurotransmitter 124

Synthese und Speicherung von Neurotransmittern 125

Freisetzung von Neurotransmittern 126

Rezeptoren und Effektoren von Neurotransmittern 129

Exkurs 5.3 Auf Vesikel-Fang 130

Rückgewinnung und Abbau von Neurotransmittern 133

Exkurs 5.4 Umkehrpotenziale 134

Neuropharmakologie 135

Exkurs 5.5 Bakterien, Spinnen, Schlangen und Menschen 135**Grundlagen der synaptischen Integration 136**

Die Integration von EPSP 137

Eigenschaften der Dendriten und synaptische Integration 139

Hemmung 141

Exkurs 5.6 Erschreckende Mutationen und Gifte 142

Modulation 144

Abschließende Bemerkungen 146**Wiederholungsfragen 147****Weiterführende Literatur 147****Kapitel 6 Neurotransmittersysteme 149****Einführung 150****Untersuchung der****Neurotransmittersysteme 151**

Lokalisierung von Transmittern und

transmittersynthetisierenden Enzymen 151

Untersuchung der Transmitterfreisetzung 154

Untersuchung der synaptischen Effekte 155

Untersuchung von Rezeptoren 155

Die Biochemie der Neurotransmitter 159

Cholinerge Neuronen 159

Exkurs 6.1 Pumpen für Ionen und Transmitter 161

Catecholaminerge Neuronen 162

Serotonerge Neuronen 164

Aminoaciderge Neuronen 165

Andere mutmaßliche Neurotransmitter und interzelluläre Signalmoleküle 166

Exkurs 6.2 Das Gehirn ist von Endocannabinoiden abhängig 167**Ligandengesteuerte Kanäle 169****Exkurs 6.3** Die Entschlüsselung der Sprache der Neuronen 170

Grundstruktur von ligandengesteuerten Kanälen 170

Aminosäureabhängige Kanäle 173

Exkurs 6.4 Übererregung: Gift für Nervenzellen 175**G-Protein-gekoppelte Rezeptoren und Effektoren 177**

Struktur von G-Protein-gekoppelten Rezeptoren 177

Weite Verbreitung der G-Proteine 178

G-Protein-gekoppelte Effektorsysteme 180

Divergenz und Konvergenz in**Neurotransmittersystemen 184****Abschließende Bemerkungen 185****Wiederholungsfragen 186****Weiterführende Literatur 186**

Kapitel 7 Die Struktur des Nervensystems 187**Einführung 188****Organisation des Säugetier-Gehirns 188**

Anatomische Bezugspunkte 190

Das Zentralnervensystem 191

Das periphere Nervensystem 193

Die Hirnnerven 194

Die Hirnhäute 194

Das Ventrikelsystem 195

Exkurs 7.1 Wasser im Gehirn 196

Bildgebung am lebenden Gehirn 196

Exkurs 7.2 Magnetresonanztomografie 197

Exkurs 7.3 Funktionelle Bildgebung: PET und fMRT 198

Das Gehirn aus Sicht seiner Entwicklung 200

Die Bildung des Neuralrohrs 202

Die drei primären Hirnbläschen 203

Differenzierung des Vorderhirns 203

Exkurs 7.4 Ernährung und Neuralrohr 204

Differenzierung des Mittelhirns 208

Differenzierung des Rautenhirns 209

Differenzierung des Rückenmarks 212

Wie alles zusammenpasst 214

Besondere Merkmale des menschlichen ZNS 215

Ein Atlas der Großhirnrinde 218

Die Areale des Neocortex 220

Exkurs 7.5 Die Evolution meines Gehirns 222

Abschließende Bemerkungen 224**Wiederholungsfragen 224****Weiterführende Literatur 226****Anhang: Bildatlas der menschlichen Neuroanatomie 227****Einführung 228****Anatomie der Gehirnoberfläche 228**

Seitliche Oberfläche des Gehirns 230

Mediale Oberfläche des Gehirns 233

Ventrale Oberfläche des Gehirns 236

Dorsale Oberfläche des Gehirns 237

Anatomie des Gehirns in Querschnitten 239

Querschnitt 1: Vorderhirn am vorderen Ende des Thalamus 240

Querschnitt 2: Vorderhirn in der Mitte des Thalamus 242

Querschnitt 3: Vorderhirn am Thalamus-Mittelhirn-Übergang 244

Querschnitt 4: rostrales Mittelhirn 246

Querschnitt 5: caudales Mittelhirn 246

Querschnitt 6: Brücke und Kleinhirn 247

Querschnitt 7: rostrale Medulla 247

Querschnitt 8: mittlere Medulla 248

Querschnitt 9: Übergang zwischen Medulla und Rückenmark 248

Rückenmark 248

Dorsalansicht von Rückenmark und Spinalnerven 248

Ventral-laterale Oberfläche 250

Anatomie im Querschnitt 251

Vegetatives Nervensystem 252**Hirnnerven 254****Blutversorgung des Gehirns 256**

Ventralansicht 256

Lateralansicht 257

Medialansicht (ohne Hirnstamm) 257

Selbsttest 258**Teil II Sensorische und motorische Systeme 271****Kapitel 8 Die chemischen Sinne 273****Einführung 274****Geschmack 275**

Die Grundgeschmacksrichtungen 275

Die Geschmacksorgane 276

Geschmacksrezeptorzellen 277

Mechanismen der Geschmackstransduktion 279

Zentrale Geschmacksbahnen 283

Exkurs 8.1 Signaltransduktion in Sinneszellen 285

Exkurs 8.2 Erinnerungen an eine sehr schlechte Mahlzeit 286

Die neuronale Codierung des Geschmacks 286

Geruch 288

Die Geruchsorgane 289

Exkurs 8.3 Menschliche Pheromone? 289

Geruchsrezeptorzellen 290

Die zentralen Geruchsnervenbahnen 295

Räumliche und zeitliche Abbildung der Geruchsinformationen 298

Abschließende Bemerkungen 300**Wiederholungsfragen 301****Weiterführende Literatur 301****Kapitel 9 Das Auge 303****Einführung 304****Eigenschaften des Lichts 305**

Licht 305

Optik 306

Der Aufbau des Auges	307	Schichtenaufbau der primären Sehrinde	352
Anatomie des Auges im Überblick	307	Afferenzen und Efferenzen der primären Sehrinde	353
Betrachtung des Augenhintergrunds	308	Cytochromoxidase-Blobs	356
Horizontalschnitt durch das Auge	309	Physiologie der primären Sehrinde	356
Exkurs 9.1 Nachweis der blinden Regionen des Auges	309	Rezeptive Felder	357
Bildentstehung im Auge	310	Exkurs 10.2 Das optische Abbild der neuronalen Aktivität	359
Brechung durch die Cornea	310	Parallele Verarbeitungspfade und cortikale Module	363
Exkurs 9.2 Sehstörungen	311	Exkurs 10.3 Das Sehvermögen und die Kunst	364
Akkommodation durch die Linse	312	Jenseits der primären Sehrinde	366
Der Pupillenreflex	313	Der dorsale Pfad	368
Exkurs 9.3 Sehkorrektur	314	Der ventrale Pfad	370
Das Gesichtsfeld	315	Exkurs 10.4 Die Magie des dreidimensionalen Sehens	372
Die Sehschärfe	316	Von der Einzelzelle zur Wahrnehmung	372
Mikroskopische Anatomie der Netzhaut	316	Vom Photorezeptor zum Großmutterneuron	373
Der Schichtenaufbau der Netzhaut	317	Parallelverarbeitung und Wahrnehmung	374
Struktur der Photorezeptoren	317	Abschließende Bemerkungen	375
Lokale Unterschiede beim Aufbau der Netzhaut	319	Wiederholungsfragen	375
Phototransduktion	319	Weiterführende Literatur	376
Phototransduktion in den Stäbchen	321	Kapitel 11 Das auditorische und das vestibuläre System	377
Phototransduktion in den Zapfen	324	Einführung	378
Hell-Dunkel-Adaptation	325	Das Wesen des Schalls	379
Exkurs 9.4 Die Genetik des Farbensehens	326	Bau des auditorischen Systems	380
Informationsverarbeitung in der Netzhaut	327	Exkurs 11.1 Ultraschall und Infraschall	381
Exkurs 9.5 Ein flüchtiger Blick in die Netzhaut	328	Das Mittelohr	382
Verrechnung in der äußeren plexiformen Schicht	329	Die Bestandteile des Mittelohrs	382
Ausgangssignale der Netzhaut	331	Verstärkung des Schalldrucks durch die Gehörknöchelchen	383
Rezeptive Felder der Ganglienzellen	331	Der Attenuationsreflex	384
Ganglienzelltypen	333	Das Innenohr	385
Parallele Reizverarbeitung	335	Anatomie der Cochlea	385
Abschließende Bemerkungen	336	Physiologie der Cochlea	387
Wiederholungsfragen	336	Exkurs 11.2 Die Tauben sollen hören: Cochleaimplantate	392
Weiterführende Literatur	337	Exkurs 11.3 Vom Schall zum Schallempfinden	394
Kapitel 10 Das zentrale visuelle System	339	Exkurs 11.4 Lärmende Ohren: Otoakustische Emissionen	397
Einführung	340	Zentrale auditorische Verarbeitung	399
Die retinofugale Projektion	341	Anatomie der Hörbahn	399
Sehnerv, Sehnervenkreuzung und Tractus opticus	342	Antworteigenschaften von Neuronen der Hörbahn	401
Die linke und rechte Gesichtsfeldhälfte	342	Codierung von Schalldruck und Schallfrequenz	401
Projektionsgebiete der Sehbahn	343	Schalldruck	402
Exkurs 10.1 David gegen Goliath	345	Reizfrequenz, Tonotopie und Phasenkopplung	402
Das Corpus geniculatum laterale	346		
Segregation der Eingänge nach Auge und Ganglienzelltyp	347		
Rezeptive Felder	348		
Nichtretinale Eingänge zum CGL	349		
Anatomie der primären Sehrinde	350		
Retinotopie	351		

Mechanismen der Schalllokalisierung 405

Schalllokalisierung in der Horizontalebene 405

Schalllokalisierung in der Vertikalebene 409

Der auditorische Cortex 410

Neuronale Antworteigenschaften 411

Exkurs 11.5 Wie arbeitet der auditorische Cortex?

Fragen Sie einen Spezialisten! 412

Auswirkungen von Läsionen im auditorischen Cortex 412

Exkurs 11.6 Hörstörungen und ihre Behandlung 414

Das vestibuläre System 414

Das vestibuläre Labyrinth 415

Die Maculaorgane 415

Die Bogengänge 419

Zentrale vestibuläre Bahnen und vestibuläre Reflexe 420

Pathologie des Vestibularapparats 423

Abschließende Bemerkungen 423**Wiederholungsfragen 424****Weiterführende Literatur 425****Kapitel 12 Das somatosensorische System 427****Einführung 428****Tastsinn 429**

Mechanorezeptoren der Haut 429

Primär afferente Nervenfasern 434

Das Rückenmark 436

Exkurs 12.1 Herpes, Gürtelrose und Dermatome 438

Die Hinterstrangbahn 439

Exkurs 12.2 Laterale Hemmung 441

Die trigeminale Bahn 442

Somatosensorischer Cortex 443

Exkurs 12.3 Wenn Gehirnkarten kollidieren 450

Schmerz 452

Nozizeptoren und die Transduktion schmerzhafter Reize 452

Exkurs 12.4 Das Elend eines Lebens ohne

Schmerzen 453

Exkurs 12.5 Scharf und würzig 455

Primäre Afferenzen und spinale Mechanismen 456

Aufsteigende Schmerzbahnen 457

Regulation der Schmerzempfindung 461

Exkurs 12.6 Schmerz und der Placeboeffekt 464

Temperatur 464

Thermorezeptoren 464

Die Temperaturbahn 466

Abschließende Bemerkungen 467**Wiederholungsfragen 467****Weiterführende Literatur 468****Kapitel 13 Spinale Kontrolle der Motorik 469****Einführung 470****Das Skelettmuskelsystem 470****Das spinale Motoneuron 472**

Die segmentale Organisation der spinalen

Motoneuronen 473

 α -Motoneuronen 474

Typen motorischer Einheiten 478

Exkurs 13.1 Amyotrophe Lateralsklerose 480

Elektromechanische Kopplung 480

Die Struktur der Muskelfasern 481

Molekulare Grundlagen der Muskelkontraktion 482

Exkurs 13.2 Muskeldystrophie Typ Duchenne 485

Spinale Kontrolle motorischer Einheiten 486

Propriozeption durch Muskelspindeln 486

Exkurs 13.3 Myasthenia gravis 487

Exkurs 13.4 Die Ermittlung der Ursache von

Myasthenia gravis 488

 γ -Motoneuronen 489

Propriozeption durch die Golgi-Sehnenorgane 492

Spinale Interneuronen 494

Erzeugung spinaler Motorprogramme zum

Gehen 496

Abschließende Bemerkungen 499**Wiederholungsfragen 500****Weiterführende Literatur 500****Kapitel 14 Bewegungskontrolle durch das Gehirn 501****Einführung 502****Absteigende Rückenmarksbahnen 504**

Die lateralen Bahnen 505

Exkurs 14.1 Parese, Paralyse, Spastik und

Babinskizeichen 507

Die ventromedialen Bahnen 508

Cortikale Bewegungsplanung 511

Motorcortex 511

Beiträge von Parietal- und Präfrontalcortex 513

Neuronale Korrelate der Bewegungsplanung 514

Exkurs 14.2 Verhaltensneurophysiologie 516

Die Basalganglien 516

Anatomie der Basalganglien 517

Die motorische Funktionsschleife 518

Exkurs 14.3 Begehen Neuronen in kranken

Basalganglien Selbstmord? 520

Auslösung von Bewegung durch den primären Motorcortex 522

Ein- und Ausgänge von M1 522

Codierung von Bewegung in M1 523

Exkurs 14.4 Neurotechnologie: Verschmelzung von Geist und Maschine 526

Das Kleinhirn 528

Anatomie des Kleinhirns 528

Exkurs 14.5 Normale und anormale unwillkürliche Bewegungen 529

Motorische Schleife durch das laterale Kleinhirn 530

Abschließende Bemerkungen 532

Wiederholungsfragen 533

Weiterführende Literatur 533

Teil III Gehirn und Verhalten 535

Kapitel 15 Neurovegetative und modulatorische Systeme 537

Einführung 538

Der neurosekretorische Hypothalamus 540

Eine Übersicht über den Hypothalamus 540

Zur Hypophyse hinführende Bahnen 542

Das vegetative Nervensystem 547

Exkurs 15.1 Stress und Gehirn 548

Vegetative Schaltkreise 549

Neurotransmitter und Pharmakologie 554

Diffuse modulatorische Systeme 556

Anatomie und Funktionen 556

Exkurs 15.2 Du isst, wie du bist 558

Exkurs 15.3 Das dopaminerge Erwachen 561

Pharmakologische Beeinflussung modulatorischer Systeme 564

Abschließende Bemerkungen 567

Wiederholungsfragen 567

Weiterführende Literatur 568

Kapitel 16 Motivation 569

Einführung 570

Hypothalamus, Homöostase und motiviertes Verhalten 570

Langzeitregulierung der Nahrungsaufnahme 571

Energiegleichgewicht 572

Hormonelle und hypothalamische Regulierung von Körperfett und Nahrungsaufnahme 573

Exkurs 16.1 Das hungrige Gehirn der Dicken 575

Kurzzeitregulierung der Nahrungsaufnahme 580

Appetit, Essen, Verdauung und Sättigung 581

Exkurs 16.2 Diabetes mellitus und Insulinschock 583

Warum essen wir? 584

Verstärkung und Belohnung 584

Exkurs 16.3 Selbststimulation des menschlichen Gehirns 585

Exkurs 16.4 Von der Faszination in das Gehirn blicken zu können 586

Dopamin und Motivation 587

Exkurs 16.5 Dopamin und Sucht 588

Serotonin, Nahrung und Stimmung 588

Andere motivierte Verhaltensweisen 589

Trinken 590

Temperaturregulation 592

Abschließende Bemerkungen 593

Wiederholungsfragen 594

Weiterführende Literatur 594

Kapitel 17 Männliches und weibliches Gehirn 595

Einführung 596

Das Geschlecht 597

Genetische Grundlagen des Geschlechts 597

Geschlechtliche Entwicklung und Differenzierung 599

Hormonelle Kontrolle des Geschlechts 600

Die wichtigsten männlichen und weiblichen Hormone 601

Regulation der Sexualhormone durch Hypophyse und Hypothalamus 602

Neuronale Grundlagen des Sexualverhaltens 604

Geschlechtsorgane und ihre Steuerung 605

Paarungsstrategien von Säugetieren 607

Neurochemie des Fortpflanzungsverhaltens 608

Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Gehirnen 611

Neuroanatomische Geschlechtsunterschiede 612

Kognitive Geschlechtsunterschiede 614

Sexualhormone, Gehirn und Verhalten 615

Exkurs 17.1 Vogelgesang und Vogelgehirn 618

Exkurs 17.2 John/Joan und die Grundlage der Geschlechtsidentität 620

Aktivierende Wirkungen der Sexualhormone 622

Exkurs 17.3 Östrogen und die Synapsen im Hippocampus 624

Sexuelle Orientierung 627

Abschließende Bemerkungen 628

Wiederholungsfragen 628

Weiterführende Literatur 629

Kapitel 18 Neuronale Mechanismen der Emotion 631**Einführung 632****Was sind Emotionen? 632**

Emotionstheorien 633

Das Konzept des limbischen Systems 637

Brocas Lobus limbicus 637

Der Papez-Kreis 638

Exkurs 18.1 Phineas Gage 640

Probleme mit dem Konzept eines einzelnen Emotionssystems 641

Das Klüver-Bucy-Syndrom 641

Amygdala und assoziierte Schaltkreise 642

Anatomie der Amygdala 642

Amygdala und Angst 643

Amygdala und Aggression 646

Exkurs 18.2 Gehirne durch die Hintertür 647

Exkurs 18.3 Frontale Lobotomie 649

Andere Hirnstrukturen und Aggression 650

Serotonin und Aggression 652

Abschließende Bemerkungen 654**Wiederholungsfragen 655****Weiterführende Literatur 655****Kapitel 19 Gehirnrhythmen und Schlaf 657****Einführung 658****Das Elektroenzephalogramm 658**

Die Aufzeichnung von Hirnstromwellen 659

EEG-Rhythmen 662

Mechanismen und Funktion von Gehirnrhythmen 663

Epileptische Krampfanfälle 666

Schlaf 668

Funktionelle Zustände des Gehirns 668

Der Schlafzyklus 670

Exkurs 19.1 Wenn wir im Schlaf umherwandern, sprechen oder schreien 673

Warum schlafen wir? 674

Exkurs 19.2 Der Weltrekord im Wachbleiben 675

Funktionen von Träumen und REM-Schlaf 676

Neuronale Mechanismen des Schlafes 677

Exkurs 19.3 Narkolepsie 682

Circadiane Rhythmen 684

Biologische Uhren 685

Der suprachiasmatische Kern: Eine Gehirnuhr 688

Exkurs 19.4 Die Uhren von Hamstermutanten 690

SCN-Mechanismen 690

Exkurs 19.5 Vom Schlaf zum Gedächtnis 691

Abschließende Bemerkungen 693**Wiederholungsfragen 694****Weiterführende Literatur 694****Kapitel 20 Sprache 695****Einführung 696**

Exkurs 20.1 Gibt es Sprache nur bei Menschen? 697

Die Entdeckung spezialisierter Sprachregionen im Gehirn 698

Broca-Areal und Wernicke-Areal 699

Exkurs 20.2 Das Wada-Verfahren 700

Verschiedene Arten von Aphasie 700

Broca-Aphasie 700

Wernicke-Aphasie 703

Aphasie und das Wernicke-Geschwind-Modell 705

Leitungsaphasie 707

Aphasie bei Zweisprachlern und Gehörlosen 707

Asymmetrische Sprachverarbeitung in den Hirnhemisphären 708

Sprachverarbeitung bei Split-brain-Patienten 710

Anatomische Asymmetrie und Sprache 713

Sprachstudien mit Gehirnstimulation und Bildgebung 714

Wie sich Gehirnstimulation auf die Sprache auswirkt 714

Untersuchung der Sprachverarbeitung durch funktionelle Bildgebung 715

Exkurs 20.3 Sichtbares hören und Fühlbares sehen 718

Spracherwerb 718

Exkurs 20.4 Wo die Sprache herkommt: Die Geschichte zweier Spezies 721

Exkurs 20.5 Die Suche nach Sprachgenen 722

Abschließende Bemerkungen 723**Wiederholungsfragen 723****Weiterführende Literatur 724****Kapitel 21 Aufmerksamkeit 725**

Exkurs 21.1 Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätssyndrom (ADHS) 726

Einführung 726**Aufmerksamkeit und Verhalten 727**

Verbesserte Detektion	727
Schnellere Reaktionszeiten	729
Neglect-Syndrom als Aufmerksamkeitsstörung	730
Physiologische Effekte der Aufmerksamkeit	732
fMRT-Untersuchung von räumlicher Aufmerksamkeit	732
PET-Untersuchung von merkmalsbasierter Aufmerksamkeit	734
Aktivitätssteigerungen im Parietalcortex	736
Exkurs 21.2 Die Suche nach neuronalen Korrelaten der Aufmerksamkeit	737
Veränderungen rezeptiver Felder in V4	739
Wie wird Aufmerksamkeit gesteuert?	741
Das Pulvinar	741
Aufmerksamkeit und Augenbewegungen	742
Abschließende Bemerkungen	744
Wiederholungsfragen	744
Weiterführende Literatur	745
Kapitel 22 Psychische Erkrankungen	747
Einführung	748
Psychische Erkrankungen und Gehirn	748
Psychosoziale Ansätze zur Erklärung psychischer Erkrankungen	749
Biologische Ansätze zur Erklärung psychischer Erkrankungen	750
Angststörungen	751
Eine Beschreibung von Angststörungen	751
Exkurs 22.1 Gene und Gehirn bei seelischen Störungen	752
Exkurs 22.2 Agoraphobie mit Panikattacken	754
Biologische Grundlagen von Angststörungen	755
Behandlung von Angststörungen	758
Affektive Störungen	761
Eine Beschreibung affektiver Störungen	761
Biologische Grundlagen affektiver Störungen	762
Exkurs 22.3 Ein magischer orangefarbener Hain in einem Albtraum	763
Behandlung affektiver Störungen	765
Schizophrenie	768
Eine Beschreibung der Schizophrenie	769
Biologische Grundlagen der Schizophrenie	770
Behandlung der Schizophrenie	774
Abschließende Bemerkungen	775
Wiederholungsfragen	776
Weiterführende Literatur	776

Teil IV Das adaptive Gehirn 777

Kapitel 23 Die Entstehung neuronaler Schaltkreise 779

Einführung	780
Die Entstehung der Neuronen	781
Zellproliferation	781
Exkurs 23.1 Neurogenese im adulten Cortex	783
Zellwanderung	785
Zelldifferenzierung	786
Differenzierung der Cortexareale	787
Entstehung von Verbindungen	788
Das wachsende Axon	789
Axonale Wegfindung	790
Exkurs 23.2 Von Brennnesseln und Nervenzellen	792
Exkurs 23.3 Warum Axone in unserem ZNS nicht regenerieren	795
Elimination von Zellen und Synapsen	798
Zelltod	798
Exkurs 23.4 Das Rätsel des Autismus	799
Veränderung der synaptischen Kapazität	800
Aktivitätsabhängige Neuordnung der Synapsen	801
Segregation der Synapsen	802
Synaptische Konvergenz	804
Exkurs 23.5 Augendominanzsäulen und andere Merkwürdigkeiten	805
Exkurs 23.6 Das Konzept der sensiblen Phase	806
Synaptische Konkurrenz	809
Modulatorische Einflüsse	809
Grundlegende Mechanismen der kortikalen Plastizität	811
Exzitatorische synaptische Übertragung im unausgereiften Sehsystem	811
Synaptische Langzeitpotenzierung	813
Synaptische Langzeitdepression	815
Warum sensible Phasen enden	816
Abschließende Bemerkungen	818
Wiederholungsfragen	818
Weiterführende Literatur	819

Kapitel 24 Gedächtnissysteme 821

Einführung	822
Arten von Gedächtnis und Amnesie	822
Deklaratives und nichtdeklaratives Gedächtnis	823
Langzeit-, Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis	824
Exkurs 24.1 Ein außergewöhnliches Gedächtnis	825

Amnesie	826	Proteinsynthese	895
Exkurs 24.2 Eine Geschichte von Fischen und Fischern mit Gedächtnisverlust	828	Exkurs 25.3 Ein denkwürdiger Strandspaziergang	896
Die Suche nach dem Engramm	829	Abschließende Bemerkungen	900
Lashleys Untersuchungen zum Labyrinthlernen bei Ratten	829	Wiederholungsfragen	900
Hebb und der Neuronenverband (<i>cell assembly</i>)	831	Weiterführende Literatur	901
Exkurs 24.3 Ein Modell für ein verteiltes Gedächtnis	832	Glossar	903
Lokalisierung des deklarativen Gedächtnisses im Neocortex	833	Literatur	931
Elektrische Stimulation Temporallappen	835	Index	955
Temporallappen und deklaratives Gedächtnis	837		
Auswirkungen einer temporalen Lobektomie	837		
Medialer Temporallappen und Gedächtnisspeicherung	839		
Zwischenhirn und Gedächtnisspeicherung	843		
Gedächtnisfunktionen des Hippocampus	845		
Exkurs 24.4 Eine kurze Geschichte des Wasserlabyrinths	848		
Striatum und prozedurales Gedächtnis	852		
Ableitungen an Nagetieren und Läsionen des Striatums	853		
Gewohnheitslernen bei Mensch und Affe	855		
Neocortex und Arbeitsgedächtnis	857		
Präfrontaler Cortex und Arbeitsgedächtnis	857		
Area LIP und Arbeitsgedächtnis	860		
Abschließende Bemerkungen	862		
Wiederholungsfragen	862		
Weiterführende Literatur	863		
Kapitel 25 Molekulare Mechanismen von Lernen und Gedächtnis	865		
Einführung	866		
Prozedurales Lernen	867		
Nichtassoziatives Lernen	867		
Assoziatives Lernen	868		
Einfache Systeme: Invertebratenmodelle für das Lernen	870		
Nichtassoziatives Lernen bei <i>Aplysia</i>	870		
Assoziatives Lernen bei <i>Aplysia</i>	874		
Vertebratenmodelle für das Lernen	877		
Synaptische Plastizität in der Kleinhirnrinde	877		
Synaptische Plastizität im Hippocampus	883		
Exkurs 25.1 Synaptische Plastizität: Timing ist alles	887		
Exkurs 25.2 Gedächtnismutanten	893		
Molekulare Basis des Langzeitgedächtnisses	894		
Dauerhaft aktive Proteinkinasen	894		