

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur deutschen Ausgabe .....	xxiv
-------------------------------------	------

## Kapitel 1: Biopsychologie als Neurowissenschaft

<b>1.1 Was ist eigentlich Biopsychologie?</b> .....	4
1.1.1 Die vier Hauptthemen dieses Buchs .....	6
<b>1.2 Definition</b> .....	7
<b>1.3 Welche Beziehung besteht zwischen der Biopsychologie und anderen Disziplinen der Neurowissenschaft?</b> .....	7
<b>1.4 Welche Art von Forschung kennzeichnet den biopsychologischen Ansatz?</b> ...	8
1.4.1 Versuchspersonen und Versuchstiere .....	8
1.4.2 Experimente und nicht-experimentelle Studien .....	9
1.4.3 Grundlagenforschung und angewandte Forschung .....	11
<b>1.5 Welche Teilbereiche hat die Biopsychologie?</b> .....	12
1.5.1 Physiologische Psychologie .....	12
1.5.2 Psychopharmakologie .....	12
1.5.3 Neuropsychologie .....	14
1.5.4 Psychophysiologie .....	15
1.5.5 Kognitive Neurowissenschaft .....	15
1.5.6 Vergleichende Psychologie .....	16
<b>1.6 Konvergenz der Ansätze: Wie arbeiten Biopsychologen zusammen?</b> .....	18
<b>1.7 Wissenschaftliches Schlussfolgern: Wie erforschen Biopsychologen die unbeobachtbaren Tätigkeiten des Gehirns?</b> .....	19
<b>1.8 Kritische Gedanken über biopsychologische Behauptungen</b> .....	22

## Kapitel 2: Evolution, Genetik und Erfahrung

<b>2.1 Gedanken über die Biologie des Verhaltens</b> .....	30
<b>2.2 Von Dichotomien zu Beziehungen und Interaktionen</b> .....	30
2.2.1 Ist Verhalten physiologisch oder psychologisch bedingt? .....	30
2.2.2 Ist Verhalten angeboren oder erlernt? .....	30

2.2.3	Die traditionellen Dichotomien passen nicht zu einer Biologie des Verhaltens . . . . .	31
<b>2.3</b>	<b>Die menschliche Evolution . . . . .</b>	<b>36</b>
2.3.1	Evolution und Verhalten . . . . .	38
2.3.2	Der Verlauf der menschlichen Evolution . . . . .	39
<b>2.4</b>	<b>Grundlegende Genetik. . . . .</b>	<b>48</b>
2.4.1	Mendel'sche Genetik . . . . .	48
2.4.2	Chromosomen, Fortpflanzung und Genkopplung (linkage) . . . . .	50
2.4.3	Geschlechtschromosomen und geschlechtsgekoppelte Merkmale . . . . .	52
2.4.4	Aufbau der Chromosomen und Replikation . . . . .	52
2.4.5	Genetischer Kode und Genexpression . . . . .	53
2.4.6	Mitochondriale DNA . . . . .	55
2.4.7	Das Humangenomprojekt: Was kommt als Nächstes? . . . . .	56
<b>2.5</b>	<b>Verhaltensentwicklung: Die Interaktion zwischen genetischen Faktoren und Erfahrung. . . . .</b>	<b>58</b>
2.5.1	Selektive Züchtung „labyrinthchlauer“ und „labyrinthdummer“ Ratten. . . . .	58
2.5.2	Die Phenylketonurie: Eine durch ein einziges Gen bedingte metabolische Störung . . . . .	60
2.5.3	Die Entwicklung des Vogelgesangs. . . . .	60
<b>2.6</b>	<b>Genetische Grundlagen psychologischer Unterschiede beim Menschen . . . . .</b>	<b>63</b>
2.6.1	Entwicklung von Individuen versus Entwicklung von Unterschieden zwischen Individuen. . . . .	63
2.6.2	Die Minnesota Studie über getrennt aufgewachsene Zwillinge . . . . .	63

## **Kapitel 3: Die Anatomie des Nervensystems**

<b>3.1</b>	<b>Die Systeme, Strukturen und Zellen unseres Nervensystems . . . . .</b>	<b>70</b>
<b>3.2</b>	<b>Der allgemeine Aufbau des Nervensystems . . . . .</b>	<b>70</b>
3.2.1	Gliederung des Nervensystems. . . . .	70
3.2.2	Hirnhäute, Ventrikel und Cerebrospinalflüssigkeit . . . . .	72
3.2.3	Blut-Hirn-Schranke . . . . .	74
<b>3.3</b>	<b>Die Zellen des Nervensystems . . . . .</b>	<b>74</b>
3.3.1	Anatomie der Neuronen . . . . .	74
3.3.2	Gliazellen: Die vergessene Mehrheit . . . . .	78
<b>3.4</b>	<b>Neuroanatomische Methoden und Richtungsbezeichnungen . . . . .</b>	<b>79</b>
3.4.1	Neuroanatomische Methoden. . . . .	79
<b>3.5</b>	<b>Das Rückenmark . . . . .</b>	<b>84</b>
<b>3.6</b>	<b>Die fünf Hauptabschnitte des Gehirns. . . . .</b>	<b>84</b>

<b>3.7</b>	<b>Die Hauptstrukturen des Gehirns</b> . . . . .	86
3.7.1	Myelencephalon . . . . .	86
3.7.2	Metencephalon . . . . .	86
3.7.3	Mesencephalon . . . . .	87
3.7.4	Diencephalon . . . . .	88
3.7.5	Telencephalon . . . . .	89

## **Kapitel 4: Nervenleitung und synaptische Übertragung**

<b>4.1</b>	<b>Wie Neurone Signale senden und empfangen</b> . . . . .	100
<b>4.2</b>	<b>Das Ruhemembranpotential des Neurons</b> . . . . .	101
4.2.1	Aufzeichnung des Membranpotentials . . . . .	101
4.2.2	Das Ruhemembranpotential . . . . .	101
4.2.3	Ionen sind die Basis des Ruhemembranpotentials . . . . .	101
<b>4.3</b>	<b>Generierung und Weiterleitung postsynaptischer Potentiale</b> . . . . .	104
<b>4.4</b>	<b>Integration der postsynaptischen Potentiale und Generierung des Aktionspotentials</b> . . . . .	105
<b>4.5</b>	<b>Weiterleitung der Aktionspotentiale</b> . . . . .	108
4.5.1	Ionen sind die Grundlage des Aktionspotentials . . . . .	108
4.5.2	Refraktärzeiten . . . . .	109
4.5.3	Axonale Weiterleitung der Aktionspotentiale . . . . .	110
4.5.4	Weiterleitung in myelinisierten Axonen . . . . .	110
4.5.5	Die Geschwindigkeit der axonalen Erregungsleitung . . . . .	111
4.5.6	Erregungsleitung in Neuronen ohne Axone . . . . .	111
4.5.7	Das Hodgkin-Huxley-Modell und neue Befunde über die Funktion der Dendriten . . . . .	111
<b>4.6</b>	<b>Synaptische Transmission: Die chemische Übertragung von Signalen von einem Neuron auf ein anderes</b> . . . . .	112
4.6.1	Struktur der Synapsen . . . . .	112
4.6.2	Synthese, Verpackung und Transport der Neurotransmittermoleküle . . . . .	113
4.6.3	Freisetzung der Neurotransmittermoleküle . . . . .	114
4.6.4	Rezeptoraktivierung durch Neurotransmittermoleküle . . . . .	115
4.6.5	Wiederaufnahme, enzymatischer Abbau und Recycling . . . . .	118
4.6.6	Die Funktion der Gliazellen und die synaptische Transmission . . . . .	119
<b>4.7</b>	<b>Neurotransmitter</b> . . . . .	119
4.7.1	Aminosäuren . . . . .	119
4.7.2	Monoamine . . . . .	120
4.7.3	Lösliche Gase . . . . .	121
4.7.4	Acetylcholin . . . . .	121
4.7.5	Neuropeptide . . . . .	121

<b>4.8</b>	<b>Pharmakologie der synaptischen Übertragung</b> . . . . .	123
4.8.1	Wie Pharmaka und Drogen die synaptische Übertragung beeinflussen . . . . .	123
4.8.2	Psychoaktive Substanzen: Fünf Beispiele . . . . .	123
<b>Kapitel 5: Die Forschungsmethoden der Biopsychologie</b>		
<b>5.1</b>	<b>Verstehen, was Biopsychologen tun</b> . . . . .	130
<b>Teil 1: Methoden zur Untersuchung des Nervensystems</b>		
<b>5.2</b>	<b>Methoden zur Visualisierung und Stimulation des lebenden menschlichen Gehirns</b> . . . . .	131
5.2.1	Röntgenkontrastuntersuchung . . . . .	131
5.2.2	Computertomographie . . . . .	132
5.2.3	Magnet-Resonanz-Tomographie . . . . .	132
5.2.4	Positronen-Emissions-Tomographie . . . . .	134
5.2.5	Funktionelle MRT . . . . .	135
5.2.6	Magnetoencephalographie . . . . .	136
5.2.7	Gehirnbilder-Archive . . . . .	136
5.2.8	Transkranielle Magnetstimulation . . . . .	136
<b>5.3</b>	<b>Die Aufzeichnung psychophysiologischer Aktivität beim Menschen</b> . . . . .	136
5.3.1	Elektroencephalographie . . . . .	137
5.3.2	Muskelspannung . . . . .	139
5.3.3	Augenbewegungen . . . . .	140
5.3.4	Hautleitfähigkeit . . . . .	140
5.3.5	Kardiovaskuläre Aktivität . . . . .	141
<b>5.4</b>	<b>Invasive physiologische Forschungsmethoden</b> . . . . .	141
5.4.1	Stereotaktische Chirurgie . . . . .	141
5.4.2	Läsionsmethoden . . . . .	143
5.4.3	Elektrische Stimulation . . . . .	144
5.4.4	Invasive elektrophysiologische Ableitungsmethoden . . . . .	145
<b>5.5</b>	<b>Pharmakologische Forschungsmethoden</b> . . . . .	146
5.5.1	Applikation pharmakologischer Substanzen . . . . .	146
5.5.2	Selektive chemische Läsionen . . . . .	146
5.5.3	Messung der chemischen Aktivität des Gehirns . . . . .	147
5.5.4	Lokalisierung von Neurotransmittern und Rezeptoren im Gehirn . . . . .	148
<b>5.6</b>	<b>Gentechnik</b> . . . . .	150
5.6.1	Gen-Knockout . . . . .	150
5.6.2	Genaustausch . . . . .	150

## Teil 2: Methoden der Biopsychologie zur Untersuchung des Verhaltens

<b>5.7</b>	<b>Die neuropsychologische Untersuchung</b> . . . . .	151
5.7.1	Moderne neuropsychologische Untersuchungsansätze. . . . .	151
5.7.2	Die neuropsychologische Standard-Testbatterie . . . . .	152
5.7.3	Tests für spezifische neuropsychologische Funktionen . . . . .	154
5.7.4	Frontallappenfunktionen . . . . .	155
<b>5.8</b>	<b>Verhaltensbezogene Methoden der Kognitiven Neurowissenschaft</b> . . . . .	156
<b>5.9</b>	<b>Biopsychologische Paradigmen des Verhaltens von Tieren</b> . . . . .	158
5.9.1	Paradigmen zur Erfassung artspezifischen Verhaltens . . . . .	158
5.9.2	Traditionelle Konditionierungsparadigmen . . . . .	159
5.9.3	Seminaturalistische tierexperimentelle Lernparadigmen . . . . .	159

## Kapitel 6: Das visuelle System

<b>6.1</b>	<b>Von den Augen zum Cortex</b> . . . . .	166
<b>6.2</b>	<b>Licht fällt in die Augen und trifft auf die Retina</b> . . . . .	168
<b>6.3</b>	<b>Die Retina und die Übersetzung des Lichts in neuronale Signale</b> . . . . .	171
6.3.1	Sehen mit Zapfen und Stäbchen. . . . .	172
6.3.2	Augenbewegungen . . . . .	176
6.3.3	Phototransduktion: Die Umwandlung von Licht in neuronale Signale . . . . .	177
<b>6.4</b>	<b>Von der Retina zum primären visuellen Cortex</b> . . . . .	179
6.4.1	Retinotopie Organisation . . . . .	181
6.4.2	Die M- und P-Kanäle . . . . .	181
<b>6.5</b>	<b>Kanten sehen</b> . . . . .	182
6.5.1	Laterale Hemmung und Kontrastverstärkung . . . . .	183
6.5.2	Die rezeptiven Felder der visuellen Neurone . . . . .	184
6.5.3	Rezeptive Felder: Neurone des retino-geniculo-striären Systems. . . . .	185
6.5.4	Rezeptive Felder: Einfache kortikale Zellen . . . . .	187
6.5.5	Rezeptive Felder: Komplexe kortikale Zellen . . . . .	187
6.5.6	Die säulenartige Organisation des primären visuellen Cortex . . . . .	188
6.5.7	Die Ortsfrequenztheorie . . . . .	190
<b>6.6</b>	<b>Farben sehen</b> . . . . .	193
6.6.1	Die Dreifarben- und Gegenfarbentheorie . . . . .	193
6.6.2	Farbkonstanz und Retinex-Theorie . . . . .	195

# Kapitel 7: Mechanismen der Wahrnehmung, des Bewusstseins und der Aufmerksamkeit

<b>7.1</b>	<b>Wie Sie die Welt erkennen</b> .....	202
<b>7.2</b>	<b>Organisationsprinzipien des sensorischen Systems</b> .....	202
7.2.1	Hierarchische Organisation .....	203
7.2.2	Funktionelle Trennung .....	205
7.2.3	Parallele Verarbeitung .....	205
7.2.4	Das aktuelle Modell der Organisation des sensorischen Systems .....	205
<b>7.3</b>	<b>Kortikale Mechanismen des Sehens</b> .....	206
7.3.1	Skotome: Wahrnehmungsergänzung .....	206
7.3.2	Skotome: Blindsehen .....	208
7.3.3	Bewusste visuelle Wahrnehmung und neuronale Aktivität .....	209
7.3.4	Funktionelle Areale des sekundären visuellen Cortex und des visuellen Assoziationscortex .....	210
7.3.5	Dorsale und ventrale Bahnen .....	211
7.3.6	Prosopagnosie .....	214
7.3.7	Bereiche der ventralen Bahn, die für das Erkennen bestimmter Objektklassen spezialisiert sind .....	216
7.3.8	Einstweilige Schlussfolgerung .....	216
<b>7.4</b>	<b>Hören</b> .....	216
7.4.1	Das Ohr .....	217
7.4.2	Vom Ohr zum primären auditorischen Cortex .....	219
7.4.3	Der primäre auditorische Cortex .....	220
7.4.4	Schalllokalisation .....	221
7.4.5	Auswirkungen einer Schädigung des auditorischen Cortex .....	221
<b>7.5</b>	<b>Somatosensorik: Berührung und Schmerz</b> .....	221
7.5.1	Hautrezeptoren .....	222
7.5.2	Dermatome .....	223
7.5.3	Die zwei großen aufsteigenden somatosensorischen Bahnen .....	223
7.5.4	Kortikale Areale der Somatosensation .....	226
7.5.5	Auswirkungen einer Schädigung des primären somatosensorischen Cortex ..	228
7.5.6	Somatosensorische Agnosie .....	228
7.5.7	Paradoxien des Schmerzes .....	229
<b>7.6</b>	<b>Die chemischen Sinne: Riechen und schmecken</b> .....	232
7.6.1	Das olfaktorische System .....	233
7.6.2	Das gustatorische System .....	234
7.6.3	Hirnschädigung und die chemischen Sinne .....	237
<b>7.7</b>	<b>Selektive Aufmerksamkeit</b> .....	238

# Kapitel 8: Das sensomotorische System

<b>8.1</b>	<b>Wie Sie das tun, was Sie tun</b> . . . . .	244
<b>8.2</b>	<b>Drei sensomotorische Funktionsprinzipien</b> . . . . .	245
8.2.1	Das sensomotorische System ist hierarchisch organisiert . . . . .	245
8.2.2	Motorischer Output wird durch sensorischen Input gesteuert . . . . .	245
8.2.3	Lernen verändert die Art und den Ort der sensomotorischen Kontrolle . . . . .	246
8.2.4	Ein allgemeines Modell der Funktionsweise des sensomotorischen Systems . . . . .	247
<b>8.3</b>	<b>Der sensomotorische Assoziationscortex</b> . . . . .	247
8.3.1	Der posteriore parietale Assoziationscortex . . . . .	248
8.3.2	Der dorsolaterale präfrontale Cortex . . . . .	251
<b>8.4</b>	<b>Der sekundäre motorische Cortex</b> . . . . .	252
<b>8.5</b>	<b>Der primäre motorische Cortex</b> . . . . .	254
<b>8.6</b>	<b>Cerebellum und Basalganglien</b> . . . . .	256
8.6.1	Cerebellum . . . . .	256
8.6.2	Die Basalganglien . . . . .	257
<b>8.7</b>	<b>Absteigende motorische Bahnen</b> . . . . .	259
8.7.1	Die dorsolaterale Bahn: Tractus corticospinalis lateralis und Tractus corticorubrospinalis . . . . .	259
8.7.2	Die ventromediale Bahn: Tractus corticospinalis anterior und Tractus corticobulbospinalis . . . . .	259
8.7.3	Vergleich der zwei dorsolateralen motorischen Bahnen mit den zwei ventromedialen motorischen Bahnen . . . . .	261
<b>8.8</b>	<b>Sensomotorische Schaltkreise des Rückenmarks</b> . . . . .	263
8.8.1	Muskeln . . . . .	263
8.8.2	Rezeptororgane der Sehnen und Muskeln . . . . .	264
8.8.3	Der Dehnungsreflex . . . . .	266
8.8.4	Der Schutzreflex . . . . .	267
8.8.5	Reziproke Innervation . . . . .	268
8.8.6	Rekurrente kollaterale Hemmung . . . . .	268
8.8.7	Gehen – ein komplexer sensomotorischer Reflex . . . . .	269
<b>8.9</b>	<b>Zentrale sensomotorische Programme</b> . . . . .	270
8.9.1	Zentrale sensomotorische Programme ermöglichen motorische Äquivalenz . . . . .	270
8.9.2	Sensorische Information, die zentrale sensomotorische Programme steuert, muss nicht bewusst sein . . . . .	271
8.9.3	Zentrale sensomotorische Programme können ohne Übung entstehen . . . . .	271
8.9.4	Zentrale sensomotorische Programme können durch Übung entstehen . . . . .	272
8.9.5	Funktionelle Bildgebung des sensomotorischen Lernens . . . . .	272

# Kapitel 9: Die Entwicklung des Nervensystems

<b>9.1</b>	<b>Von der befruchteten Eizelle zum erwachsenen Organismus</b> .....	278
<b>9.2</b>	<b>Phasen der neuronalen Entwicklung</b> .....	279
9.2.1	Induktion der Neuralplatte .....	279
9.2.2	Neuronale Proliferation .....	281
9.2.3	Migration und Aggregation .....	281
9.2.4	Axonwachstum und Synapsenbildung .....	283
9.2.5	Neuronentod und Synapsenneuanordnung .....	287
<b>9.3</b>	<b>Postnatale Gehirnentwicklung bei Kindern</b> .....	289
9.3.1	Postnatales Wachstum des menschlichen Gehirns .....	289
9.3.2	Die Entwicklung des präfrontalen Cortex .....	290
<b>9.4</b>	<b>Auswirkungen von Erfahrung auf die frühe Entwicklung, Erhaltung und Reorganisation neuronaler Schaltkreise</b> .....	290
9.4.1	Erste Untersuchungen über Erfahrung und neuronale Entwicklung .....	291
9.4.2	Erfahrung und neuronale Entwicklung stehen im Wettstreit .....	291
9.4.3	Auswirkungen von Erfahrung auf topographische Karten des sensorischen Cortex .....	292
9.4.4	Mechanismen, über die Erfahrung die neuronale Entwicklung beeinflussen könnte .....	293
<b>9.5</b>	<b>Neuroplastizität bei Erwachsenen</b> .....	293
9.5.1	Neurogenese bei erwachsenen Säugetieren .....	293
9.5.2	Auswirkungen von Erfahrung auf die Reorganisation des adulten Cortex .....	295
<b>9.6</b>	<b>Störungen der neuronalen Entwicklung: Autismus und Williams-Syndrom</b> ..	295
9.6.1	Autismus .....	296
9.6.2	Williams-Syndrom .....	299

# Kapitel 10: Hirnschädigung und Neuroplastizität

<b>10.1</b>	<b>Kann sich das Gehirn von einer Schädigung erholen?</b> .....	304
<b>10.2</b>	<b>Ursachen einer Hirnschädigung</b> .....	305
10.2.1	Hirntumore .....	305
10.2.2	Cerebrovasculäre Erkrankungen .....	307
10.2.3	Gedeckte Schädel-Hirn-Traumata .....	309
10.2.4	Infektionen des Gehirns .....	310
10.2.5	Neurotoxine .....	311
10.2.6	Genetische Faktoren .....	311
10.2.7	Programmierter Zelltod .....	313

<b>10.3</b>	<b>Neuropsychologische Erkrankungen</b> .....	313
10.3.1	Epilepsie .....	313
10.3.2	Parkinson-Erkrankung .....	316
10.3.3	Huntington-Erkrankung .....	317
10.3.4	Multiple Sklerose .....	319
10.3.5	Alzheimer-Erkrankung .....	319
<b>10.4</b>	<b>Tiermodelle von neuropsychologischen Erkrankungen des Menschen</b> .....	322
10.4.1	Das Kindling-Model der Epilepsie .....	323
10.4.2	Das transgene Mausmodell der Alzheimer-Erkrankung .....	324
10.4.3	MPTP-Modell der Parkinson-Erkrankung .....	324
<b>10.5</b>	<b>Neuroplastische Reaktionen auf eine Schädigung des Nervensystems: Degeneration, Regeneration, Reorganisation und Wiederherstellung</b> .....	326
10.5.1	Neuronale Degeneration .....	326
10.5.2	Neuronale Regeneration .....	327
10.5.3	Neuronale Reorganisation .....	329
10.5.4	Wiederherstellung der Funktion nach Hirnschädigung .....	331
<b>10.6</b>	<b>Neuroplastizität und die Behandlung einer Schädigung des Nervensystems</b> .....	333
10.6.1	Reduktion einer Hirnschädigung durch Blockade der neuronalen Degeneration .....	333
10.6.2	Förderung der Erholung von einer ZNS-Schädigung durch Förderung der Regeneration .....	334
10.6.3	Förderung der Erholung von einer ZNS-Schädigung durch Neurotransplantation .....	335
10.6.4	Förderung der Erholung von einer ZNS-Schädigung durch rehabilitative Maßnahmen .....	337

## **Kapitel 11: Lernen, Gedächtnis und Amnesie**

<b>11.1</b>	<b>Wie Ihr Gehirn Informationen speichert</b> .....	344
<b>11.2</b>	<b>Amnestische Auswirkungen einer bilateralen mediotemporalen Lobektomie</b> .....	344
11.2.1	Formale Beurteilung von H.M.'s anterograder Amnesie .....	346
11.2.2	Der Wissenschaftliche Beitrag des Falles H.M. ....	348
11.2.3	Mediale Temporallappenamnesie .....	349
11.2.4	Auswirkungen einer cerebralen Ischämie auf Hippocampus und Gedächtnis .....	350
<b>11.3</b>	<b>Amnesie beim Korsakoff-Syndrom</b> .....	352
<b>11.4</b>	<b>Amnesie bei der Alzheimer-Erkrankung</b> .....	353

<b>11.5</b>	<b>Amnesie nach einer Gehirnerschütterung: Evidenz für die Konsolidierung</b> . . . . .	354
11.5.1	Posttraumatische Amnesie . . . . .	354
11.5.2	Gradienten der retrograden Amnesie und der Gedächtniskonsolidierung . . . . .	355
11.5.3	Rekonsolidierung . . . . .	357
11.5.4	Hippocampus und Konsolidierung . . . . .	357
<b>11.6</b>	<b>Neuroanatomie des Gedächtnisses für die Objekterkennung</b> . . . . .	359
11.6.1	Amnesie der Objekterkennung im Affenmodell: Der „delayed nonmatching-to-sample“ Test. . . . .	359
11.6.2	Der delayed-nonmatching-to-sample-Test für Ratten . . . . .	360
11.6.3	Neuroanatomische Grundlagen der Defizite bei der Objekterkennung nach einer mediotemporalen Lobektomie . . . . .	364
<b>11.7</b>	<b>Hippocampus und räumliches Gedächtnis</b> . . . . .	366
11.7.1	Hippocampusläsionen beeinträchtigen das räumliche Gedächtnis . . . . .	366
11.7.2	Hippocampale Ortszellen . . . . .	366
11.7.3	Hippocampus und räumliches Gedächtnis: Vergleichende Untersuchungen . . . . .	367
11.7.4	Theorien über die Funktion des Hippocampus . . . . .	367
<b>11.8</b>	<b>Wo sind Erinnerungen gespeichert?</b> . . . . .	368
11.8.1	Inferotemporaler Cortex . . . . .	369
11.8.2	Amygdala . . . . .	369
11.8.3	Präfrontaler Cortex . . . . .	369
11.8.4	Cerebellum und Striatum . . . . .	370
11.8.5	Synaptische Mechanismen von Lernen und Gedächtnis. . . . .	370
11.8.6	Langzeitpotenzierung . . . . .	371
11.8.7	Induktion der LTP: Lernen . . . . .	373
11.8.8	Aufrechterhaltung und Expression der LTP: Speicherung und Abruf . . . . .	375
11.8.9	Variabilität der LTP . . . . .	376
<b>11.9</b>	<b>Schlussfolgerung: Infantile Amnesie und der Biopsychologe, der sich an H.M. erinnerte</b> . . . . .	377

## **Kapitel 12: Hunger, Essen und Gesundheit**

<b>12.1</b>	<b>Warum essen viele Menschen zu viel?</b> . . . . .	382
<b>12.2</b>	<b>Verdauung, Energiegewinnung und -verbrauch</b> . . . . .	383
<b>12.3</b>	<b>Theorien zu Hunger und Essen: Sollwerte versus positive Anreize</b> . . . . .	386
12.3.1	Die Sollwerthypothese . . . . .	386
12.3.2	Glukostatische und lipostatische Sollwerttheorien von Hunger und Essen . . . . .	387
12.3.3	Probleme der Sollwerttheorien von Hunger und Essen. . . . .	388
12.3.4	Die Anreizperspektive . . . . .	389

<b>12.4</b>	<b>Faktoren, die bestimmen, was, wann und wie viel wir essen</b> .....	389
12.4.1	Faktoren, die bestimmen, was wir essen .....	390
12.4.2	Faktoren, die beeinflussen, wann wir essen. ....	391
12.4.3	Faktoren, die beeinflussen, wie viel wir essen .....	392
<b>12.5</b>	<b>Physiologische Forschung über Hunger und Sättigung</b> .....	394
12.5.1	Die Rolle des Blutzuckerspiegels bei Hunger und Sättigung. ....	394
12.5.2	Der Mythos von hypothalamischen Hunger- und Sättigungszentren .....	396
12.5.3	Die Rolle des Magen-Darm-Trakts bei der Sättigung .....	398
12.5.4	Die Rolle von Peptiden bei Hunger und Sättigung .....	400
12.5.5	Serotonin und Sättigung .....	401
<b>12.6</b>	<b>Regulation des Körpergewichts: Sollwert versus dynamisches Gleichgewicht</b> .....	401
12.6.1	Annahmen der Sollwerttheorie zu Körpergewicht und Nahrungsaufnahme . . .	401
12.6.2	Sollwerte und dynamisches Gleichgewicht bei der Gewichtskontrolle .....	404
<b>12.7</b>	<b>Übergewicht beim Menschen</b> .....	407
12.7.1	Warum gibt es eine Epidemie des Übergewichts? .....	407
12.7.2	Warum werden manche Menschen übergewichtig, andere hingegen nicht? . . .	408
12.7.3	Warum sind Diätprogramme meistens nicht effektiv? .....	408
12.7.4	Mutierte fettleibige Mäuse und Leptin .....	409
12.7.5	Insulin: Ein weiteres negatives Feedbacksignal für den Körperfettgehalt . . .	411
12.7.6	Serotonerge Medikamente und die Behandlung des Übergewichts .....	411
<b>12.8</b>	<b>Anorexia nervosa</b> .....	411
12.8.1	Anorexie und Diäthalten .....	412
12.8.2	Anorexie und positive Anreize .....	412
12.8.3	Das Rätsel der Anorexie .....	413

## **Kapitel 13: Hormone und Sexualität**

<b>13.1</b>	<b>Warum ist die Annahme „Männer-sind-Männer-und-Frauen-sind-Frauen“ falsch?</b> .....	418
13.1.1	Die Auswirkung von Sexualhormonen auf Sexualentwicklung und Sexualverhalten .....	418
13.1.2	Die Annahme „Männer-sind-Männer-und-Frauen-sind-Frauen“ .....	418
<b>13.2</b>	<b>Das neuroendokrine System</b> .....	418
13.2.1	Drüsen .....	419
13.2.2	Hormone .....	419
13.2.3	Gonaden .....	420
13.2.4	Steroide Sexualhormone .....	420
13.2.5	Hormone der Hypophyse .....	421
13.2.6	Weibliche Sexualhormone werden zyklisch, männliche Sexualhormone gleichmäßig freigesetzt .....	422

13.2.7	Neuronale Kontrolle der Hypophyse	422
13.2.8	Kontrolle des Hypophysenvorderlappens und Hypophysenhinterlappens durch den Hypothalamus	423
13.2.9	Entdeckung der Hypothalamus-Releasing-Hormone	424
13.2.10	Regulation der Hormonspiegel	425
13.2.11	Pulsatile Hormonfreisetzung	425
13.2.12	Ein zusammenfassendes Modell der Regulation der Sexualhormone	426
<b>13.3</b>	<b>Hormone und Sexualentwicklung</b>	<b>427</b>
13.3.1	Fetale Hormone und die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane	427
13.3.2	Geschlechtsunterschiede im Gehirn	430
13.3.3	Perinatale Hormone und Verhaltensentwicklung	432
13.3.4	Pubertät: Hormone und die Entwicklung der sekundären Geschlechtsmerkmale	433
13.3.5	Drei Fälle einer außergewöhnlichen menschlichen Sexualentwicklung	435
13.3.6	„Bestätigen“ diese außergewöhnlichen Fälle die Regel?	439
<b>13.4</b>	<b>Auswirkungen der Sexualhormone auf Erwachsene</b>	<b>439</b>
13.4.1	Männliches fortpflanzungsbezogenes Verhalten und Testosteron	439
13.4.2	Weibliches fortpflanzungsbezogenes Verhalten und Sexualhormone	441
13.4.3	Missbrauch anaboler Steroide	442
13.4.4	Neuroprotektive Wirkungen von Östradiol	444
<b>13.5</b>	<b>Neuronale Mechanismen des Sexualverhaltens</b>	<b>444</b>
13.5.1	Strukturelle Unterschiede zwischen dem männlichen und weiblichen Hypothalamus	445
13.5.2	Der Hypothalamus und das männliche Sexualverhalten	446
13.5.3	Der Hypothalamus und das weibliche Sexualverhalten	447
<b>13.6</b>	<b>Sexuelle Orientierung, Hormone und das Gehirn</b>	<b>448</b>
13.6.1	Sexuelle Orientierung und Gene	448
13.6.2	Sexuelle Orientierung und perinatale Hormone	448
13.6.3	Was löst die Entwicklung der sexuellen Anziehung aus?	449
13.6.4	Unterscheiden sich die Gehirne von Homosexuellen und Heterosexuellen?	449
13.6.5	Transsexualität	449
13.6.6	Die Unabhängigkeit der sexuellen Orientierung und der sexuellen Identität	450

## **Kapitel 14: Schlaf, Traum und circadiane Rhythmen**

<b>14.1</b>	<b>Wie viel Schlaf brauchen wir?</b>	<b>454</b>
<b>14.2</b>	<b>Physiologie und Verhalten im Schlaf</b>	<b>455</b>
14.2.1	Die drei psychophysiologischen Standardmaße des Schlafes	455
14.2.2	Die vier Stadien des Schlaf-EEGs	456

<b>14.3</b>	<b>REM-Schlaf und Träumen</b> .....	458
14.3.1	Überprüfung gängiger Vorstellungen über das Träumen .....	459
14.3.2	Die Interpretation der Träume .....	459
14.3.3	Luzide Träume .....	460
<b>14.4</b>	<b>Warum schlafen wir, und warum schlafen wir so, wie wir schlafen?</b> .....	460
<b>14.5</b>	<b>Die vergleichende Analyse des Schlafes</b> .....	461
<b>14.6</b>	<b>Circadiane Schlafzyklen</b> .....	463
14.6.1	Freilaufende circadiane Schlaf-Wach-Zyklen .....	464
14.6.2	Jetlag und Schichtarbeit .....	465
<b>14.7</b>	<b>Auswirkungen von Schlafdeprivation</b> .....	466
14.7.1	Persönliche Erfahrungen mit Schlafdeprivation; Ein Hinweis zur Vorsicht. . .	467
14.7.2	Zwei klassische Fallstudien zur Schlafdeprivation .....	467
14.7.3	Experimentelle Untersuchungen zur Schlafdeprivation an Menschen .....	468
14.7.4	Untersuchungen zur Schlafdeprivation an Labortieren .....	469
14.7.5	Deprivation des REM-Schlafs .....	470
14.7.6	Schlafdeprivation steigert die Effizienz des Schlafes .....	472
<b>14.8</b>	<b>Vier für den Schlaf wichtige Bereiche des Gehirns</b> .....	473
14.8.1	Zwei für den Schlaf wichtige Bereiche des Hypothalamus .....	473
14.8.2	Retikuläres Aktivierungssystem und Schlaf .....	475
14.8.3	Retikuläre Kerne und REM-Schlaf .....	476
<b>14.9</b>	<b>Die circadiane Uhr: Neuronale und molekulare Mechanismen</b> .....	477
14.9.1	Die Lokalisation der circadianen Uhr im Nucleus suprachiasmaticus .....	477
14.9.2	Die Mechanismen der Synchronisation .....	478
14.9.3	Die Genetik der circadianen Rhythmen .....	479
<b>14.10</b>	<b>Pharmakologische Beeinflussung des Schlafes</b> .....	480
14.10.1	Hypnotika .....	480
14.10.2	Antihypnotika .....	480
14.10.3	Melatonin .....	481
<b>14.11</b>	<b>Schlafstörungen</b> .....	482
14.11.1	Insomnie .....	482
14.11.2	Hypersomnie .....	484
14.11.3	Störungen des REM-Schlafes .....	485
14.11.4	Die Auswirkungen einer langfristigen Schlafreduktion .....	486
14.11.5	Langfristige Reduktion des Nachtschlafs .....	486
14.11.6	Langfristige Schlafreduktion durch Nickerchen .....	487
14.11.7	Langfristige Schlafreduktion: Eine persönliche Fallstudie .....	488

# Kapitel 15: Drogenabhängigkeit und die Belohnungszentren des Gehirns

<b>15.1</b>	<b>Chemische Substanzen, die schaden, indem sie Vergnügen bereiten</b> . . . . .	494
<b>15.2</b>	<b>Grundlegende Prinzipien der Drogenwirkung</b> . . . . .	494
15.2.1	Drogenverabreichung und Absorption . . . . .	494
15.2.2	Drogenwirkung im zentralen Nervensystem . . . . .	495
15.2.3	Mechanismen der Drogenwirkung . . . . .	495
15.2.4	Metabolismus und Elimination der Drogen . . . . .	495
15.2.5	Drogentoleranz . . . . .	495
15.2.6	Entzugserscheinungen und physische Abhängigkeit . . . . .	496
15.2.7	Abhängigkeit: Was ist das? . . . . .	497
<b>15.3</b>	<b>Die Bedeutung von Lernen für Drogentoleranz und Drogenentzug</b> . . . . .	498
15.3.1	Kontingente Drogentoleranz . . . . .	498
15.3.2	Konditionierte Drogentoleranz . . . . .	499
15.3.3	Konditionierte Entzugserscheinungen . . . . .	501
15.3.4	Gedanken über Drogenkonditionierung . . . . .	502
<b>15.4</b>	<b>Fünf häufig missbrauchte Drogen</b> . . . . .	502
15.4.1	Tabak . . . . .	502
15.4.2	Alkohol . . . . .	504
15.4.3	Marihuana . . . . .	505
15.4.4	Kokain und andere Stimulantien . . . . .	508
15.4.5	Opiate: Heroin und Morphin . . . . .	509
15.4.6	Vergleich der Risiken von Tabak, Alkohol, Marihuana, Kokain und Heroin . . .	512
15.4.7	Das Drogendilemma: Wie findet man das richtige Gleichgewicht? . . . . .	513
<b>15.5</b>	<b>Biopsychologische Theorien der Abhängigkeit</b> . . . . .	516
15.5.1	Körperliche Abhängigkeit und positiver Anreiz: Zwei Ansichten über die Abhängigkeit . . . . .	516
15.5.2	Ursachen für den Rückfall . . . . .	517
<b>15.6</b>	<b>Intrakranielle Selbststimulation und die Belohnungszentren des Gehirns</b> . .	517
15.6.1	Grundlegende Eigenschaften der intrakraniellen Selbststimulation . . . . .	518
15.6.2	Das mesotelencephale Dopaminsystem und die intrakranielle Selbststimulation. . . . .	519
<b>15.7</b>	<b>Neuronale Mechanismen der Motivation und der Abhängigkeit</b> . . . . .	521
15.7.1	Zwei entscheidende Methoden zur Erfassung drogeninduzierter Verstärkung . .	521
15.7.2	Erste Hinweise auf die Beteiligung des Dopamins bei der Drogenabhängigkeit. . . . .	522
15.7.3	Der Nucleus accumbens und die Drogenabhängigkeit. . . . .	522
15.7.4	Unterstützung für die Beteiligung des Dopamins bei der Abhängigkeit: Befunde aus Bildgebungsstudien am Menschen . . . . .	523
15.7.5	Dopamin, Nucleus accumbens und Abhängigkeit: Die aktuelle Sicht . . . . .	523

<b>15.8</b>	<b>Ein bemerkenswerter Fall von Abhängigkeit</b> .....	524
-------------	--	-----

## **Kapitel 16: Lateralisierung, Sprache und das geteilte Gehirn**

<b>16.1</b>	<b>Das linke und das rechte Gehirn der Sprache</b> .....	530
<b>16.2</b>	<b>Die cerebrale Lateralisierung von Funktionen: Eine Einführung</b> .....	531
16.2.1	Aphasie, Apraxie und linkshemisphärische Schädigung .....	531
16.2.2	Tests zur cerebralen Lateralisierung .....	532
16.2.3	Sprachlateralisierung und Händigkeit .....	532
16.2.4	Geschlechtsunterschiede in der Gehirnlateralisierung .....	533
<b>16.3</b>	<b>Das geteilte Gehirn („Split-Brain“)</b> .....	533
16.3.1	Das bahnbrechende Experiment von Myers und Sperry .....	534
16.3.2	Commissurotomie bei Epileptikern .....	536
16.3.3	Die Hemisphären von Split-Brain-Patienten arbeiten unabhängig .....	537
16.3.4	Cross-Cuing .....	538
16.3.5	Zwei Dinge auf einmal lernen .....	538
16.3.6	Die Z-Linse .....	539
16.3.7	Duale mentale Funktion und Konflikt bei Split-Brain-Patienten .....	540
<b>16.4</b>	<b>Unterschiede zwischen der linken und rechten Hemisphäre</b> .....	541
16.4.1	Relative oder absolute Hemisphärenunterschiede .....	541
16.4.2	Einige Beispiele für die funktionelle Lateralisierung .....	542
16.4.3	Was ist lateralisiert – umfassende Cluster von Fähigkeiten oder einzelne kognitive Prozesse? .....	545
16.4.4	Anatomische Gehirnasymmetrien .....	546
16.4.5	Theorien der cerebralen Asymmetrie .....	548
16.4.6	Evolution der funktionellen cerebralen Lateralisierung .....	549
<b>16.5</b>	<b>Kortikale Lokalisation der Sprache: Das Wernicke-Geschwind-Modell</b> .....	550
16.5.1	Historische Vorläufer des Wernicke-Geschwind-Modells .....	550
16.5.2	Das Wernicke-Geschwind-Modell .....	551
<b>16.6</b>	<b>Bewertung des Wernicke-Geschwind-Modells</b> .....	553
16.6.1	Auswirkungen von Schädigungen verschiedener Cortexareale auf sprachgebundene Fähigkeiten .....	554
16.6.2	Elektrische Stimulation des Cortex und Sprachlokalisierung .....	557
16.6.3	Derzeitiger Status des Wernicke-Geschwind-Modells .....	559
<b>16.7</b>	<b>Der kognitiv-neurowissenschaftliche Ansatz zu Sprache</b> .....	560
16.7.1	Funktionelle Gehirntomographie und Sprache .....	560

<b>16.8</b>	<b>Der kognitiv-neurowissenschaftliche Ansatz und Dyslexie</b> . . . . .	563
16.8.1	Entwicklungsbedingte Dyslexie: Kulturelle Vielfalt und biologische Einheit . . . . .	564
16.8.2	Die kognitiv-neurowissenschaftliche Analyse des lauten Lesens: Tiefen- und Oberflächendyslexie . . . . .	564

## **Kapitel 17: Biopsychologie von Emotionen, Stress und Gesundheit**

<b>17.1</b>	<b>Furcht, die dunkle Seite der Emotionen</b> . . . . .	570
<b>17.2</b>	<b>Biopsychologie der Emotionen: Einleitung</b> . . . . .	570
17.2.1	Frühe Meilensteine der biopsychologischen Untersuchung von Emotionen . . .	570
17.2.2	Emotionen und das autonome Nervensystem . . . . .	575
17.2.3	Emotionen und Gesichtsausdruck . . . . .	576
<b>17.3</b>	<b>Furcht, Abwehr und Aggression</b> . . . . .	580
17.3.1	Aggressive und defensive Verhaltensweisen . . . . .	580
17.3.2	Aggression und Testosteron . . . . .	582
<b>17.4</b>	<b>Stress und Gesundheit</b> . . . . .	583
17.4.1	Die Stressreaktion . . . . .	583
17.4.2	Stress und Magengeschwüre. . . . .	584
17.4.3	Psychoneuroimmunologie: Stress, das Immunsystem und das Gehirn . . . . .	585
17.4.4	Frühe Stressexposition . . . . .	589
17.4.5	Stress und Hippocampus . . . . .	589
<b>17.5</b>	<b>Furchtkonditionierung</b> . . . . .	591
17.5.1	Amygdala und Furchtkonditionierung. . . . .	591
17.5.2	Die Anatomie der Amygdala: Ein Allgemeiner Kommentar . . . . .	593
17.5.3	Kontextuelle Furchtkonditionierung und der Hippocampus . . . . .	593
<b>17.6</b>	<b>Gehirnmechanismen menschlicher Emotionen</b> . . . . .	594
17.6.1	Bei Emotionen haben spezifische Gehirnstrukturen spezifische Rollen . . . . .	594
17.6.2	Die rechte Hemisphäre ist beim Menschen stärker an Emotionen beteiligt als die linke . . . . .	595
17.6.3	Individuelle Unterschiede in den neuronalen Mechanismen der Emotionen . . . . .	597

## **Kapitel 18: Biopsychologie psychiatrischer Störungen**

<b>18.1</b>	<b>Das verwirrte Gehirn</b> . . . . .	602
<b>18.2</b>	<b>Schizophrenie</b> . . . . .	602
18.2.1	Was ist Schizophrenie? . . . . .	603
18.2.2	Ursächliche Faktoren der Schizophrenie. . . . .	604

18.2.3	Entdeckung der ersten antipsychotischen Wirkstoffe . . . . .	604
18.2.4	Die Dopamintheorie der Schizophrenie. . . . .	605
18.2.5	Aktuelle Forschung über die neuronalen Grundlagen der Schizophrenie . . . . .	607

**18.3 Affektive Störungen: Depression und Manie . . . . . 609**

18.3.1	Die Hauptkategorien affektiver Störungen . . . . .	610
18.3.2	Ursächliche Faktoren der affektiven Störungen. . . . .	611
18.3.3	Entdeckung antidepressiver Wirkstoffe . . . . .	611
18.3.4	Theorien der Depression. . . . .	613
18.3.5	Antidepressive Wirkung der Schlafdeprivation. . . . .	614
18.3.6	Gehirnpathologie und affektive Störungen . . . . .	614

**18.4 Angststörungen . . . . . 615**

18.4.1	Fünf Arten von Angststörungen . . . . .	616
18.4.2	Ätiologie von Angststörungen . . . . .	616
18.4.3	Pharmakologische Behandlung von Angststörungen . . . . .	616
18.4.4	Tiermodelle der Angst. . . . .	617
18.4.5	Neuronale Grundlagen von Angststörungen . . . . .	617

**18.5 Tourette-Syndrom . . . . . 618**

18.5.1	Was ist das Tourette-Syndrom?. . . . .	619
18.5.2	Probleme bei der Erforschung der Neuropathologie des Tourette-Syndroms . . . . .	619
18.5.3	Gehirnmechanismen des Tourette-Syndroms . . . . .	620
18.5.4	Behandlung des Tourette-Syndroms . . . . .	620

**18.6 Klinische Studien: Die Entwicklung neuer Psychopharmaka . . . . . 621**

18.6.1	Klinische Studien: Die drei Phasen . . . . .	622
18.6.2	Umstrittene Aspekte klinischer Studien . . . . .	623
18.6.3	Effektivität klinischer Studien . . . . .	624

**Anhang**

I.	Das autonome Nervensystem . . . . .	629
II.	Funktionen sympathischer und parasympathischer Neuronen . . . . .	630
III.	Die Hirnnerven. . . . .	631
IV.	Funktionen der Hirnnerven. . . . .	632
V.	Kerne des Thalamus . . . . .	633
VI.	Kerne des Hypothalamus . . . . .	634

Literaturverzeichnis . . . . .	635
--------------------------------	-----

Stichwortverzeichnis . . . . .	667
--------------------------------	-----