

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 3. Auflage .....	15
Vorwort zur 2. Auflage .....	17
Vorwort zur 1. Auflage .....	19

---

<b>1. Kognitive Neurowissenschaft – Was ist das? .....</b>	<b>21</b>
1.1. Einführung .....	23
1.2. Geschichte der kognitiven Neurowissenschaften .....	24
1.3. Beziehung zwischen Psychologie und Hirnforschung .....	29
1.4. Zusammenfassung .....	32
1.5. Fragen und Aufgaben .....	33
1.6. Weiterführende Literatur .....	33

---

<b>2. Das menschliche Gehirn: Eine kurze Einführung .....</b>	<b>35</b>
2.1. Orientierung im Gehirn .....	37
2.2. Grobe Einteilung des menschlichen Gehirns .....	40
2.2.1. Graue Substanz, weiße Substanz und das Ventrikelsystem .....	40
2.2.2. Hierarchische Organisation des zentralen Nervensystems .....	42
2.2.3. Zerebraler Kortex .....	42
2.2.4. Basalganglien .....	47
2.2.5. Limbisches System .....	48
2.2.6. Zwischenhirn .....	49
2.2.7. Hirnstamm .....	50
2.2.8. Hirnnerven .....	53
2.3. Hirnhäute .....	55
2.4. Zusammenfassung .....	55
2.5. Fragen und Aufgaben .....	56
2.6. Weiterführende Literatur .....	57

---

<b>3. Nervenzellen, Module, Kabel und Netzwerke .....</b>	<b>59</b>
3.1. Einführung .....	61
3.2. Enzephalisationsquotient .....	61
3.3. Neurone und Gliazellen .....	65
3.4. Brodmann-Areale .....	67

3.5.	Von der Phrenologie zu Netzwerken .....	68
3.6.	Zusammenfassung .....	72
3.7.	Fragen und Aufgaben .....	75
3.8.	Weiterführende Literatur .....	75
<hr/>		
<b>4.</b>	<b>Reifung des Gehirns</b> .....	<b>77</b>
4.1.	Allgemeines zur Reifung und Entwicklung des Gehirns .....	79
4.2.	Embryonalentwicklung .....	80
4.1.1.	Von der Neurulation zum Gehirn .....	80
4.1.2.	Neurogenese .....	82
4.1.3.	Migration .....	84
4.1.4.	Verknüpfung der Neurone und Dendritisierung .....	85
4.1.5.	Synaptogenese und programmierter Zelltod .....	87
4.1.6.	Myelinisierung .....	87
4.1.7.	Zusammenfassung der wichtigsten Entwicklungsschritte in der Embryonalphase .....	88
4.3.	Gehirnentwicklung in den ersten Lebensjahren bis zur Adoleszenz .....	89
4.4.	Gehirnentwicklung in der Adoleszenz .....	92
4.5.	Entwicklung des Gehirns und neurophysiologische Aktivität .....	95
4.6.	Hirnentwicklung und Verhalten .....	97
4.7.	Kritische Phasen .....	105
4.8.	Zusammenfassung .....	106
4.9.	Fragen und Aufgaben .....	109
4.10.	Weiterführende Literatur .....	109
<hr/>		
<b>5.</b>	<b>Methoden der kognitiven Neurowissenschaften</b> .....	<b>111</b>
5.1.	Einleitung .....	113
5.2.	Klassische Methoden aus der kognitiven Psychologie .....	113
5.3.	Bildgebung .....	114
5.3.1.	Magnetresonanztomografie – das Grundprinzip .....	115
5.4.	Elektrophysiologie .....	125
5.4.1.	Frequenzbezogene Analysen .....	127
5.4.2.	Ereigniskorrelierte Potenziale .....	129
5.4.3.	Elektrophysiologische Grundlage von EEG und ERP .....	132
5.5.	Dipolanalysen und elektrische Tomografie .....	133
5.6.	Magnetenzephalografie (MEG) .....	134
5.7.	Nahinfrarotspektroskopie .....	136
5.8.	Biofeedback von kortikaler Aktivität .....	138
5.9.	Beeinflussung des Gehirns .....	140
5.10.	Läsionsstudien .....	141
5.11.	Weiterführende Methoden .....	142
5.12.	Übersicht über die Methoden der kognitiven Neurowissenschaften .....	144
5.13.	Zusammenfassung .....	145

5.14.	Fragen und Aufgaben	149
5.15.	Weiterführende Literatur	149
<hr/>		
<b>6.</b>	<b>Hemisphärenasymmetrie</b>	<b>151</b>
6.1.	Allgemeines	153
6.2.	Funktionelle Links-rechts-Asymmetrien	153
6.2.1.	Sprachlateralisierung	153
6.2.2.	Händigkeit	154
6.2.3.	Experimentalpsychologische Verfahren	158
6.2.4.	Neurophysiologische Asymmetrien	163
6.2.5.	Zusammenfassung der funktionellen Asymmetrien	167
6.2.6.	Befunde aus der Neurologie	167
6.3.	Corpus callosum und interhemisphärischer Informationsaustausch	168
6.3.1.	Split brain	168
6.3.2.	Corpus-callosum-Anatomie	169
6.4.	Anatomische Asymmetrien	171
6.4.1.	Sylvische Fissur	172
6.4.2.	Globale Links-rechts-Unterschiede	173
6.4.3.	Die Planum-temporale- und Planum-parietale-Asymmetrie	175
6.4.4.	Weitere anatomische Asymmetrien	176
6.5.	Verhaltensauffälligkeiten und atypische Asymmetrien	180
6.6.	Dynamik der Asymmetrien	180
6.6.1.	Asymmetriewechsel bei auditorischer Wahrnehmung	181
6.6.2.	Interaktionen zwischen beiden Hemisphären beim motorischen Lernen	182
6.7.	Ursachen der Asymmetrien	186
6.8.	Geschlechtsunterschiede bei Asymmetrien	187
6.9.	Zusammenfassung	190
6.10.	Fragen und Aufgaben	192
6.11.	Weiterführende Literatur	192
<hr/>		
<b>7.</b>	<b>Allgemeines zur Wahrnehmung</b>	<b>193</b>
7.1.	Bedeutung der Wahrnehmung	195
7.2.	Was ist Wahrnehmung?	195
7.3.	Ablauf der Wahrnehmung	196
7.4.	Psychophysik	198
7.5.	Bottom-up- und Top-down-Verarbeitung	203
7.6.	Beziehung zwischen Top-down- und Bottom-up-Verarbeitung	205
7.7.	Bindungsproblem und dynamische Kopplung	206
7.8.	Synästhesie	208
7.9.	Zusammenfassung	210
7.10.	Fragen und Aufgaben	212
7.11.	Weiterführende Literatur	212

<b>8.</b>	<b>Visuelle Wahrnehmung</b> .....	213
8.1.	Vom Auge zum Gehirn .....	215
8.1.1.	Retina .....	215
8.1.2.	Sehbahn .....	216
8.1.3.	Rezeptive Felder .....	218
8.2.	Visueller Kortex .....	218
8.2.1.	Visuelle Areale .....	218
8.2.2.	Verschaltungsprinzip im visuellen Kortex .....	223
8.2.3.	Retinotopie .....	225
8.3.	Blindsight – Blindsight .....	229
8.4.	Einfache und grundlegende Wahrnehmungsleistungen .....	229
8.4.1.	Tiefenwahrnehmung .....	229
8.4.2.	Farbwahrnehmung .....	232
8.4.3.	Bewegungswahrnehmung .....	234
8.5.	Objektwahrnehmung .....	236
8.5.1.	Das Problem der Objektwahrnehmung .....	236
8.5.2.	Theoretische Konzepte zur Erklärung der Objektwahrnehmung .....	236
8.5.3.	Kortikale Repräsentation der Objektwahrnehmung .....	238
8.5.4.	Raumwahrnehmung .....	251
8.6.	Störungen der visuellen Wahrnehmung .....	254
8.7.	Visuelle Vorstellungen .....	258
8.8.	Zusammenfassung .....	259
8.9.	Fragen und Aufgaben .....	262
8.10.	Weiterführende Literatur .....	263
<hr/>		
<b>9.</b>	<b>Auditorische Wahrnehmung</b> .....	265
9.1.	Einleitung .....	267
9.2.	Akustische Signale .....	267
9.3.	Lautstärke und Isophone .....	269
9.4.	Auditorisches System .....	270
9.4.1.	Ohr .....	270
9.4.2.	Zentrale Verarbeitung akustischer Reize .....	276
9.5.	Zusammenfassung .....	295
9.6.	Fragen und Aufgaben .....	298
9.7.	Weiterführende Literatur .....	298
<hr/>		
<b>10.</b>	<b>Aufmerksamkeit</b> .....	301
10.1.	Das Wesen der Aufmerksamkeit .....	303
10.2.	Bewusstsein – Aufmerksamkeit .....	304
10.3.	Kontrollierte und automatische Prozesse .....	306
10.4.	Aufmerksamkeitsmetaphern und Aufmerksamkeitsinstanzen .....	308
10.4.1.	Die „Filter“-Metapher .....	308

10.4.2.	Die „Spotlight“-Metapher . . . . .	308
10.4.3.	Die „Spotlight-in-the-brain“-Metapher . . . . .	308
10.4.4.	Die „Attention-as-vision“-Metapher . . . . .	309
10.4.5.	Top-down-Ansätze . . . . .	309
10.4.6.	Bottom-up-Ansätze . . . . .	309
10.4.7.	Hybrid-Ansätze . . . . .	309
10.5.	Neuropsychologie der Aufmerksamkeit . . . . .	310
10.5.1.	Taxonomie der Aufmerksamkeit nach Zoomeren-Sturm . . . . .	310
10.5.2.	„Biased-competition“-Modell der Aufmerksamkeit . . . . .	312
10.5.3.	Neuroanatomie der Aufmerksamkeit . . . . .	315
10.6.	Neurophysiologie der Aufmerksamkeit . . . . .	321
10.6.1.	Verstärkung neuronaler Aktivität . . . . .	321
10.6.2.	Aufmerksamkeit und elektrische Hirnoszillationen . . . . .	326
10.6.3.	Neurochemie der Aufmerksamkeit . . . . .	327
10.7.	Zeitlicher Verlauf von Aufmerksamkeitsprozessen . . . . .	329
10.8.	Neurophysiologie bewusster und reflexiver Aufmerksamkeitssteuerung . . . . .	331
10.9.	Aufmerksamkeitsmodelle . . . . .	333
10.9.1.	Aufmerksamkeitsmodell nach Posner . . . . .	333
10.9.2.	Aufmerksamkeitsmodell nach Mesulam . . . . .	335
10.9.3.	Aufmerksamkeitsmodell nach Mirsky . . . . .	336
10.9.4.	Aufmerksamkeitsmodell nach Corbetta und Shulman . . . . .	338
10.10.	Aufmerksamkeitsstörungen . . . . .	339
10.10.1.	Neglekt . . . . .	340
10.10.2.	Bálint-Holmes-Syndrom . . . . .	342
10.11.	Zusammenfassung . . . . .	343
10.12.	Fragen und Aufgaben . . . . .	346
10.13.	Weiterführende Literatur . . . . .	346
<hr/>		
11.	<b>Exekutive Funktionen</b> . . . . .	349
11.1.	Was sind exekutive Funktionen? . . . . .	351
11.2.	Theoretische Überlegungen zu den exekutiven Funktionen . . . . .	352
11.2.1.	System der überwachenden Aufmerksamkeit . . . . .	352
11.2.2.	Handlungstheoretische Modelle . . . . .	352
11.2.3.	Arbeitsgedächtnismodelle . . . . .	353
11.2.4.	Theorie der somatischen Marker . . . . .	354
11.2.5.	Reduktion auf Basisprozesse . . . . .	354
11.2.6.	Konzept der exekutiven Funktionen nach Drechsler . . . . .	355
11.3.	Anatomie der exekutiven Kontrolle . . . . .	358
11.3.1.	Anatomisch-funktionelles Netzwerk der exekutiven Funktionen . . . . .	360
11.3.2.	Rolle der Basalganglien . . . . .	362
11.3.3.	Frontalkortex . . . . .	362
11.4.	Modelle der Frontalkortexfunktionen . . . . .	364
11.4.1.	Domänenspezifisch oder funktionspezifisch . . . . .	364
11.4.2.	Hierarchische Modelle . . . . .	365

11.4.3.	Dorsolaterales präfrontales Kontrollsystem	368
11.4.4.	Ventromediales präfrontales System	373
11.5.	Zusammenfassung	379
11.6.	Fragen und Aufgaben	381
11.7.	Weiterführende Literatur	382
<hr/>		
<b>12.</b>	<b>Motorische Kontrolle</b>	<b>383</b>
12.1.	Faszination der Bewegung	385
12.2.	Das motorische Transformationsproblem	385
12.3.	Ein einfaches Modell der menschlichen Bewegungskontrolle	387
12.3.1.	Regelung und Steuerung	388
12.3.2.	Das motorische Programm	389
12.4.	Motorareale	390
12.4.1.	Organisation der Motorareale	392
12.4.2.	Funktion einzelner kortikaler Areale – der Informationsfluss im motorischen System	395
12.5.	Planung von Bewegungen	402
12.6.	Bewegungsvorbereitung und Willenshandlungen	404
12.7.	Bewegungslernen	409
12.8.	Bewegung, Vorstellung und Sprache	411
12.9.	Störungen der Motorik	415
12.10.	Zusammenfassung	418
12.11.	Fragen und Aufgaben	422
12.12.	Weiterführende Literatur	422
<hr/>		
<b>13.</b>	<b>Allgemeines zum Gedächtnis</b>	<b>423</b>
13.1.	Warum das Gedächtnis so wichtig ist?	425
13.2.	Gedächtnissysteme	426
13.3.	Gedächtnisprozesse	426
13.4.	Messung des Gedächtnisses	427
13.5.	Taxonomie des Langzeitgedächtnisses	427
13.6.	Gedächtnis auf der zellulären Ebene	429
13.6.1.	Habituation und Sensitivierung	430
13.6.2.	Langzeitpotenzierung und Langzeitdepression	431
13.6.3.	Veränderung der Synapsen beim Lernen	432
13.6.4.	Zusammenfassung der synaptischen Mechanismen	433
13.7.	Neuronale Netze	433
13.8.	Mesiotemporales Gedächtnissystem	439
13.9.	Von der zellulären Ebene zum übergeordneten System	441
13.10.	Konsolidierung im deklarativen Gedächtnis	441
13.11.	Gedächtnis und Emotionen	444
13.12.	Zusammenfassung	446
13.13.	Fragen und Aufgaben	448
13.14.	Weiterführende Literatur	448

<b>14.</b>	<b>Deklaratives Gedächtnis</b> . . . . .	449
14.1.	Das deklarative Gedächtnis und seine Teilkomponenten . . . . .	451
14.2.	Mesiotemporaler Hirnbereich und das deklarative Gedächtnis . . . . .	451
	14.2.1. Theorien . . . . .	451
	14.2.2. Integration aller neurowissenschaftlichen Gedächtnistheorien . . . . .	454
14.3.	Frontalkortex und deklaratives Gedächtnis . . . . .	455
	14.3.1. Encodieren im Frontalkortex . . . . .	456
	14.3.2. Abruf von Informationen . . . . .	457
	14.3.3. Zusammenfassung . . . . .	460
14.4.	Parietallappen und deklaratives Gedächtnis . . . . .	460
14.5.	Sensorische Areale und deklaratives Gedächtnis . . . . .	461
14.6.	Elektrophysiologische Kennwerte des deklarativen Gedächtnisses . . . . .	461
14.7.	Wie ist Wissen repräsentiert? . . . . .	465
	14.7.1. Semantisches Netzwerk . . . . .	466
	14.7.2. Prototypenmodell . . . . .	468
	14.7.3. Exemplartheorie . . . . .	468
	14.7.4. Neurowissenschaftliche Befunde . . . . .	469
14.8.	Beeinflussung des deklarativen Gedächtnisses . . . . .	470
14.9.	Zusammenfassung . . . . .	472
14.10.	Fragen und Aufgaben . . . . .	474
14.11.	Weiterführende Literatur . . . . .	474
<hr/>		
<b>15.</b>	<b>Nondeklaratives Gedächtnis</b> . . . . .	475
15.1.	Einleitung . . . . .	477
15.2.	Verschiedene Formen des Primings . . . . .	478
	15.2.1. Perzeptuelles Priming . . . . .	478
	15.2.2. Konzeptuelles Priming . . . . .	482
	15.2.3. Semantisches Priming . . . . .	484
	15.2.4. Theorien zum Priming . . . . .	486
15.3.	Lernen von Fertigkeiten . . . . .	487
	15.3.1. Lernen von motorischen Fertigkeiten . . . . .	491
	15.3.2. Perzeptuelles Lernen . . . . .	495
	15.3.3. Lernen von kognitiven Fertigkeiten . . . . .	498
15.4.	Konditionierung . . . . .	500
15.5.	Zusammenfassung . . . . .	503
15.6.	Fragen und Aufgaben . . . . .	504
15.7.	Weiterführende Literatur . . . . .	504
<hr/>		
<b>16.</b>	<b>Arbeitsgedächtnis</b> . . . . .	505
16.1.	Einführung . . . . .	507
16.2.	Arbeitsgedächtnismodelle . . . . .	508
16.3.	Hirnaktivität bei Arbeitsgedächtnisaufgaben . . . . .	511

16.4.	Verbales Arbeitsgedächtnis . . . . .	512
16.4.1.	Phonologisches Arbeitsgedächtnis . . . . .	512
16.4.2.	Arbeitsgedächtnis für Grapheme . . . . .	513
16.4.3.	Semantisches Arbeitsgedächtnis . . . . .	515
16.4.4.	Zusammenfassung zum verbalen Arbeitsgedächtnis . . . . .	515
16.5.	Visuelles Arbeitsgedächtnis . . . . .	516
16.6.	Auditorisches Arbeitsgedächtnis . . . . .	518
16.7.	Die Rolle des dorsolateralen Präfrontalkortex . . . . .	518
16.8.	Elektrophysiologie des Arbeitsgedächtnisses . . . . .	519
16.9.	Zusammenfassung . . . . .	523
16.10.	Fragen und Aufgaben . . . . .	525
16.11.	Weiterführende Literatur . . . . .	525
<hr/>		
<b>17.</b>	<b>Plastizität . . . . .</b>	<b>527</b>
17.1.	Einleitung . . . . .	529
17.2.	Genetik und Umwelt . . . . .	531
17.3.	Funktionelle Plastizität bei Tieren . . . . .	532
17.4.	Funktionelle Plastizität beim Menschen . . . . .	533
17.5.	Strukturelle Plastizität . . . . .	541
17.6.	Rehabilitation . . . . .	545
17.7.	Zusammenfassung . . . . .	548
17.8.	Fragen und Aufgaben . . . . .	550
17.9.	Weiterführende Literatur . . . . .	551
<hr/>		
<b>18.</b>	<b>Sprache und Kommunikation . . . . .</b>	<b>553</b>
18.1.	Einführung . . . . .	555
18.2.	Was ist Sprache? . . . . .	556
18.3.	Sprache der Tiere . . . . .	561
18.4.	Produktion von Lauten und Sprache . . . . .	561
18.5.	Funktionelle Neuroanatomie sprachlicher Äußerungen . . . . .	564
	18.5.1. Zeitliche Organisation der auditiven Sprachverarbeitung . . . . .	569
	18.5.2. Neurale Signatur der lautsprachlichen Verarbeitung . . . . .	574
	18.5.3. Neuroanatomische Korrelate der Sprachartikulation . . . . .	581
18.6.	Die Sprache des Gehirns . . . . .	584
18.7.	Gebärdensprache . . . . .	586
18.8.	Die Evolution der Sprache . . . . .	589
18.9.	Zusammenfassung . . . . .	592
18.10.	Fragen und Aufgaben . . . . .	594
18.11.	Weiterführende Literatur . . . . .	594

<b>19.</b>	<b>Lesen und Schreiben</b> .....	597
19.1.	Das Wesen des Lesens .....	599
19.2.	Wie lesen wir? .....	600
19.3.	Funktionelle Neuroanatomie und Neurophysiologie des Lesens .....	603
19.4.	Leseprozess .....	604
19.5.	Lesestörungen .....	606
19.6.	Schreiben .....	609
19.7.	Lesen in anderen Sprachen .....	610
19.8.	Zusammenfassung .....	612
19.9.	Fragen und Aufgaben .....	613
19.10.	Weiterführende Literatur .....	613
<hr/>		
<b>20.</b>	<b>Emotion und Motivation</b> .....	615
20.1.	Einleitung .....	617
20.2.	Emotion und Motivation – was ist das? .....	617
20.3.	Emotionstheorien .....	620
20.4.	Konzept der Basisemotionen – von Darwin zu Ekman .....	624
20.5.	Theorie von Panksepp – die Rolle von Emotionssystemen .....	625
20.6.	Theorie der somatischen Marker von Damasio .....	627
20.7.	Emotionen und Lernen .....	631
	20.7.1. Furchtkonditionierung .....	631
	20.7.2. Indirektes Konditionieren .....	632
	20.7.3. Informationswege der Amygdala .....	632
	20.7.4. Amygdala und Lernen .....	633
20.8.	Asymmetrie-Hypothese der Emotionsverarbeitung .....	635
20.9.	Verstärkung und Motivation .....	638
20.10.	Frontalkortex .....	638
20.11.	Funktionelle Spezialisierung des Frontalkortex .....	640
20.12.	Konzept der Verstärkung .....	640
	20.12.1. Verstärkung im Affengehirn .....	641
	20.12.2. Verstärkung im Menschengehirn .....	641
20.13.	Wanting und Liking .....	643
20.14.	Impulskontrolle .....	644
20.15.	Zusammenfassung .....	645
20.16.	Fragen und Aufgaben .....	648
20.17.	Weiterführende Literatur .....	649
<hr/>		
<b>21.</b>	<b>Urteilen und Entscheiden</b> .....	651
21.1.	Einleitung .....	653
21.2.	Psychologische Entscheidungstheorien .....	653
	21.2.1. Klassische Entscheidungstheorie – eine Frage des Nutzens .....	653
	21.2.2. Prospect-Theorie und Rahmungseffekte .....	654
21.3.	Einfluss von Emotionen auf Entscheidungen .....	657

21.4.	Spieltheorien .....	659
21.5.	Neuronale Grundlagen .....	661
21.5.1.	Interaktives Entscheidungsverhalten .....	666
21.5.2.	Entscheidungspräferenzen .....	670
21.5.3.	Entscheidungsverhalten und Informationsintegration .....	672
21.6.	Theory of mind .....	674
21.7.	Oxytocin und Entscheidungsverhalten .....	676
21.8.	Zusammenfassung .....	676
21.9.	Fragen und Aufgaben .....	678
21.10.	Weiterführende Literatur .....	679
<hr/>		
<b>22.</b>	<b>Das Gehirn in Ruhe</b> .....	<b>681</b>
22.1.	Einleitung .....	683
22.2.	Ruhezustand gemessen mit der funktionellen Magnetresonanztomografie . . .	684
22.3.	Ruhezustand gemessen mit dem EEG .....	686
22.4.	Interindividuelle Unterschiede in den Ruhenetzwerken .....	690
22.5.	Der Schlaf - ein besonderer Ruhezustand des Gehirns .....	690
22.6.	Zusammenfassung .....	695
22.7.	Fragen .....	697
22.8.	Weiterführende Literatur .....	698
<hr/>		
<b>Literatur</b> .....		<b>699</b>
<hr/>		
<b>Index</b> .....		<b>726</b>