

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	19
<b>1. Kognitive Neurowissenschaft – Was ist das?</b>	21
1.1. Einführung	22
1.2. Geschichte der kognitiven Neurowissenschaften	24
1.3. Beziehung zwischen Psychologie und Hirnforschung	29
1.4. Zusammenfassung	34
1.5. Fragen und Aufgaben	35
1.6. Weiterführende Literatur	35
<b>2. Das menschliche Gehirn: Eine kurze Einführung</b>	37
2.1. Orientierung im Gehirn	38
2.2. Grobe Einteilung des menschlichen Gehirns	41
2.2.1. Graue Substanz, weiße Substanz und das Ventrikelsystem	41
2.2.2. Hierarchische Organisation des zentralen Nervensystems	42
2.2.3. Zerebraler Kortex	44
2.2.4. Basalganglien	49
2.2.5. Limbisches System	50
2.2.6. Zwischenhirn	51
2.2.7. Hirnstamm	52
2.2.8. Hirnnerven	57
2.3. Hirnhäute	57
2.4. Zusammenfassung	58
2.5. Fragen und Aufgaben	59
2.6. Weiterführende Literatur	60

<b>3.</b>	<b>Nervenzellen, Module, Kabel und Netzwerke</b>	<b>61</b>
3.1.	Einführung	62
3.2.	Enzephalisationsquotient	62
3.3.	Neurone und Gliazellen	67
3.4.	Brodman-Areale	68
3.5.	Von der Phrenologie zu Netzwerken	71
3.6.	Zusammenfassung	77
3.7.	Fragen und Aufgaben	79
3.8.	Weiterführende Literatur	79
<b>4.</b>	<b>Reifung des Gehirns</b>	<b>81</b>
4.1.	Allgemeines zur Reifung und Entwicklung des Gehirns	82
4.2.	Embryonalentwicklung	83
4.1.1.	Von der Neurulation zum Gehirn	83
4.1.2.	Neurogenese	86
4.1.3.	Migration	87
4.1.4.	Verknüpfung der Neurone und Dendritisierung	88
4.1.5.	Synaptogenese und programmierter Zelltod	91
4.1.6.	Myelinisierung	92
4.1.7.	Zusammenfassung der wichtigsten Entwicklungsschritte in der Embryonalphase	92
4.3.	Gehirnentwicklung in den ersten Lebensjahren bis zur Adoleszenz	93
4.4.	Gehirnentwicklung in der Adoleszenz	97
4.5.	Hirnentwicklung und Verhalten	100
4.6.	Kritische Phasen	108
4.7.	Zusammenfassung	110
4.8.	Fragen und Aufgaben	113
4.9.	Weiterführende Literatur	114

---

<b>5.</b>	<b>Methoden der kognitiven Neurowissenschaften</b>	<b>115</b>
5.1.	Einleitung	116
5.2.	Klassische Methoden aus der kognitiven Psychologie	116
5.3.	Bildgebung	118
5.3.1.	Magnetresonanztomografie – das Grundprinzip	119
	Strukturelle Bildgebung	123
	Funktionelle Bildgebung	126
5.4.	Elektrophysiologie	131
5.1.2.	Frequenzbezogene Analysen	133
5.1.3.	Ereigniskorrelierte Potenziale	135
5.1.4.	Elektrophysiologische Grundlage von EEG und ERP	139
5.5.	Dipolanalysen und elektrische Tomografie	140
5.6.	Magnetenzephalografie (MEG)	141
5.7.	Nahinfrarotspektroskopie	143
5.8.	Biofeedback von kortikaler Aktivität	145
5.9.	Beeinflussung des Gehirns	147
5.10.	Läsionsstudien	149
5.11.	Übersicht über die Methoden der kognitiven Neurowissenschaften	150
5.12.	Zusammenfassung	152
5.13.	Fragen und Aufgaben	156
5.14.	Weiterführende Literatur	157
<b>6.</b>	<b>Hemisphärenasymmetrie</b>	<b>159</b>
6.1.	Allgemeines	160
6.2.	Funktionelle Links-rechts-Asymmetrien	160
6.2.1.	Sprachlateralisierung	160
6.2.2.	Händigkeit	161
6.2.3.	Experimentalpsychologische Verfahren	166
6.2.4.	Neurophysiologische Asymmetrien	172
6.2.5.	Zusammenfassung der funktionellen Asymmetrien	176
6.2.6.	Befunde aus der Neurologie	176

6.3.	Corpus callosum und interhemisphärischer Informationsaustausch	178
6.3.1.	Split brain	178
6.3.2.	Corpus-callosum-Anatomie	179
6.4.	Anatomische Asymmetrien	183
6.4.1.	Sylvische Fissur	183
6.4.2.	Globale Links-rechts-Unterschiede	184
6.4.3.	Die Planum-temporale- und Planum-parietale-Asymmetrie	186
6.4.4.	Weitere anatomische Asymmetrien	188
6.5.	Verhaltensauffälligkeiten und atypische Asymmetrien	190
6.6.	Dynamik der Asymmetrien	190
6.6.1.	Asymmetriewechsel bei auditorischer Wahrnehmung	191
6.6.2.	Interaktionen zwischen beiden Hemisphären beim motorischen Lernen	192
6.7.	Ursachen der Asymmetrien	197
6.8.	Geschlechtsunterschiede bei Asymmetrien	198
6.9.	Zusammenfassung	202
6.10.	Fragen und Aufgaben	204
6.11.	Weiterführende Literatur	204
<b>7.</b>	<b>Allgemeines zur Wahrnehmung</b>	<b>207</b>
7.1.	Bedeutung der Wahrnehmung	208
7.1.	Was ist Wahrnehmung?	208
7.2.	Ablauf der Wahrnehmung	208
7.3.	Psychophysik	212
7.4.	Bottom-up- und Top-down-Verarbeitung	218
7.5.	Beziehung zwischen Top-down- und Bottom-up-Verarbeitung	220
7.6.	Bindungsproblem und dynamische Kopplung	222
7.7.	Synästhesie	223
7.8.	Zusammenfassung	226
7.9.	Fragen und Aufgaben	229
7.10.	Weiterführende Literatur	229

---

<b>8.</b>	<b>Visuelle Wahrnehmung</b>	<b>231</b>
8.1.	Vom Auge zum Gehirn	232
8.1.1.	Retina	232
8.1.2.	Sehbahn	234
8.1.3.	Rezeptive Felder	235
8.2.	Visueller Kortex	238
8.2.1.	Visuelle Areale	238
	Dorsaler und ventraler Informationsweg	239
8.2.2.	Verschaltungsprinzip im visuellen Kortex	241
8.2.3.	Retinotopie	245
8.3.	Blindsight – Blindsight	247
8.4.	Einfache und grundlegende Wahrnehmungsleistungen	248
8.4.1.	Tiefenwahrnehmung	248
8.4.2.	Farbwahrnehmung	253
8.4.3.	Bewegungswahrnehmung	255
8.5.	Objektwahrnehmung	256
8.5.1.	Das Problem der Objektwahrnehmung	256
8.5.2.	Theoretische Konzepte zur Erklärung der Objektwahrnehmung	257
8.5.3.	Kortikale Repräsentation der Objektwahrnehmung	258
8.5.4.	Raumwahrnehmung	274
8.6.	Störungen der visuellen Wahrnehmung	279
8.7.	Visuelle Vorstellungen	284
8.8.	Zusammenfassung	285
8.9.	Fragen und Aufgaben	290
8.10.	Weiterführende Literatur	290
<b>9.</b>	<b>Auditorische Wahrnehmung</b>	<b>291</b>
9.1.	Einleitung	292
9.2.	Akustische Signale	292
9.3.	Lautstärke und Isophone	295

9.4.	Auditorisches System	296
9.4.1.	Ohr	296
9.4.2.	Zentrale Verarbeitung akustischer Reize	303
9.5.	Zusammenfassung	327
9.6.	Fragen und Aufgaben	330
9.7.	Weiterführende Literatur	330
<b>10.</b>	<b>Aufmerksamkeit</b>	<b>331</b>
10.1.	Das Wesen der Aufmerksamkeit	332
10.2.	Bewusstsein – Aufmerksamkeit	333
10.3.	Kontrollierte und automatische Prozesse	334
10.4.	Aufmerksamkeitsmetaphern und Aufmerksamkeitsinstanzen	336
10.4.1.	Die «Filter»-Metapher	337
10.4.2.	Die «Spotlight»-Metapher	337
10.4.3.	Die «Spotlight-in-the-brain»-Metapher	337
10.4.4.	Die «Attention-as-vision»-Metapher	338
10.4.5.	Top-down-Ansätze	338
10.4.6.	Bottom-up-Ansätze	338
10.4.7.	Hybrid-Ansätze	339
10.5.	Neuropsychologie der Aufmerksamkeit	339
10.5.1.	Taxonomie der Aufmerksamkeit nach Zoomeren-Sturm	339
10.5.2.	«Biased-competition»-Modell der Aufmerksamkeit	344
10.5.3.	Neuroanatomie der Aufmerksamkeit	346
Aufsteigendes retikuläres aktivierendes System (ARAS)	346	
Colliculi superiores	348	
Thalamus	349	
Parietallappen	351	
Anteriores Cingulum	351	
Lateraler Frontalkortex	352	
10.6.	Neurophysiologie der Aufmerksamkeit	353
10.6.1.	Verstärkung neuronaler Aktivität	353
10.6.2.	Aufmerksamkeit und elektrische Hirnoszillationen	259

10.6.3.	Neurochemie der Aufmerksamkeit .....	360
	Noradrenerges System .....	361
	Serotonerges System .....	362
	Cholinerges System .....	363
10.7.	Zeitlicher Verlauf von Aufmerksamkeitsprozessen .....	363
10.8.	Neurophysiologie bewusster und reflexiver Aufmerksamkeits- steuerung .....	365
10.9.	Aufmerksamkeitsmodelle .....	367
10.9.1.	Aufmerksamkeitsmodell nach Posner .....	367
	Orientierungsnetzwerk .....	368
	Vigilanz-Daueraufmerksamkeitssystem .....	370
	Exekutives Aufmerksamkeitssystem .....	370
10.9.2.	Aufmerksamkeitsmodell nach Mesulam .....	370
10.9.3.	Aufmerksamkeitsmodell nach Mirsky .....	372
10.9.4.	Aufmerksamkeitsmodell nach Corbetta und Shulman .....	374
10.10.	Aufmerksamkeitsstörungen .....	376
10.10.1.	Neglekt .....	376
10.10.2.	Bálint-Holmes-Syndrom .....	380
10.11.	Zusammenfassung .....	381
10.12.	Fragen und Aufgaben .....	384
10.13.	Weiterführende Literatur .....	385
<b>11.</b>	<b>Exekutive Funktionen</b> .....	<b>387</b>
11.1.	Was sind exekutive Funktionen? .....	388
11.2.	Theoretische Überlegungen zu den exekutiven Funktionen .....	389
11.2.1.	System der überwachenden Aufmerksamkeit .....	389
11.2.2.	Handlungstheoretische Modelle .....	390
11.2.3.	Arbeitsgedächtnismodelle .....	391
11.2.4.	Theorie der somatischen Marker .....	392
11.2.5.	Reduktion auf Basisprozesse .....	392
11.2.6.	Konzept der exekutiven Funktionen nach Drechsler .....	393

11.3.	Anatomie der exekutiven Kontrolle	394
11.3.1.	Anatomisch-funktionelles Netzwerk der exekutiven Funktionen	398
11.3.2.	Rolle der Basalganglien	400
11.3.3.	Frontalkortex	402
11.4.	Modelle der Frontalkortexfunktionen	403
11.4.1.	Domänenspezifisch oder funktionsspezifisch	403
11.4.2.	Hierarchische Modelle	404
11.4.3.	Dorsolaterales präfrontales Kontrollsystem	409
	Verhaltenshemmung und -initiierung	409
	Verhaltensplanung	413
	Selbstkontrolle	414
11.4.4.	Ventromediales präfrontales System	415
	Parietales Kontrollsystem	416
	Cinguläres Kontrollsystem	416
11.5.	Zusammenfassung	419
11.6.	Fragen und Aufgaben	421
11.7.	Weiterführende Literatur	421
<b>12.</b>	<b>Motorische Kontrolle</b>	<b>423</b>
12.1.	Faszination der Bewegung	424
12.2.	Das motorische Transformationsproblem	424
12.3.	Ein einfaches Modell der menschlichen Bewegungskontrolle	427
12.3.1.	Regelung und Steuerung	428
12.3.2.	Das motorische Programm	430
12.4.	Motorareale	431
12.4.1.	Organisation der Motorareale	433
12.4.2.	Funktion einzelner kortikaler Areale – der Informationsfluss im motorischen System	437
	Primärer motorischer Kortex – M1	437
	Prämotorische Areale	439
	Parietallappen	441
	Kleinhirn	442
	Basalganglien	445

---

12.5.	Planung von Bewegungen	446
12.6.	Bewegungsvorbereitung und Willenshandlungen	449
12.7.	Bewegungslernen	455
12.8.	Bewegung, Vorstellung und Sprache	459
12.9.	Störungen der Motorik	463
12.10.	Zusammenfassung	466
12.11.	Fragen und Aufgaben	472
12.12.	Weiterführende Literatur	472
<b>13.</b>	<b>Allgemeines zum Gedächtnis</b>	<b>473</b>
<hr/>		
13.1.	Warum das Gedächtnis so wichtig ist?	474
13.2.	Gedächtnissysteme	475
13.3.	Gedächtnisprozesse	476
13.4.	Messung des Gedächtnisses	476
13.5.	Taxonomie des Langzeitgedächtnisses	477
13.6.	Gedächtnis auf der zellulären Ebene	480
13.6.1.	Habituation und Sensitivierung	481
13.6.2.	Langzeitpotenzierung und Langzeitdepression	482
13.6.3.	Veränderung der Synapsen beim Lernen	484
13.6.4.	Zusammenfassung der synaptischen Mechanismen	484
13.7.	Neuronale Netze	485
13.8.	Mesiotemporales Gedächtnissystem	492
13.9.	Von der zellulären Ebene zum übergeordneten System	494
13.10.	Konsolidierung im deklarativen Gedächtnis	495
13.11.	Gedächtnis und Emotionen	498
13.12.	Zusammenfassung	500
13.13.	Fragen und Aufgaben	503
13.14.	Weiterführende Literatur	504

<b>14.</b>	<b>Deklaratives Gedächtnis</b>	<b>505</b>
14.1.	Das deklarative Gedächtnis und seine Teilkomponenten . . . . .	506
14.2.	Mesiotemporaler Hirnbereich und das deklarative Gedächtnis . . . . .	507
14.2.1.	Theorien . . . . .	507
14.2.2.	Integration aller neurowissenschaftlichen Gedächtnistheorien . . . . .	510
14.3.	Frontalkortex und deklaratives Gedächtnis . . . . .	511
14.3.1.	Encodieren im Frontalkortex . . . . .	512
14.3.2.	Abruf von Informationen . . . . .	514
14.3.3.	Zusammenfassung . . . . .	517
14.4.	Parietallappen und deklaratives Gedächtnis . . . . .	518
14.5.	Sensorische Areale und deklaratives Gedächtnis . . . . .	518
14.6.	Elektrophysiologische Kennwerte des deklarativen Gedächtnisses . .	519
14.7.	Wie ist Wissen repräsentiert? . . . . .	523
14.7.1.	Semantisches Netzwerk . . . . .	525
14.7.2.	Prototypenmodell . . . . .	526
14.7.3.	Exemplartheorie . . . . .	527
14.7.4.	Neurowissenschaftliche Befunde . . . . .	528
14.8.	Beeinflussung des deklarativen Gedächtnisses . . . . .	529
14.9.	Zusammenfassung . . . . .	532
14.10.	Fragen und Aufgaben . . . . .	535
14.11.	Weiterführende Literatur . . . . .	535
<b>15.</b>	<b>Nondeklaratives Gedächtnis</b>	<b>537</b>
15.1.	Einleitung . . . . .	538
15.2.	Verschiedene Formen des Primings . . . . .	540
15.2.1.	Perzeptuelles Priming . . . . .	540
15.2.2.	Konzeptuelles Priming . . . . .	544
15.2.3.	Semantisches Priming . . . . .	547
15.2.4.	Theorien zum Priming . . . . .	548

---

15.3.	Lernen von Fertigkeiten .....	550
15.3.1.	Lernen von motorischen Fertigkeiten .....	555
15.3.2.	Perzeptuelles Lernen .....	560
15.3.3.	Lernen von kognitiven Fertigkeiten .....	563
15.4.	Konditionierung .....	566
15.5.	Zusammenfassung .....	569
15.6.	Fragen und Aufgaben .....	571
15.7.	Weiterführende Literatur .....	571
<b>16.</b>	<b>Arbeitsgedächtnis</b> .....	<b>573</b>
<hr/>		
16.1.	Einführung .....	574
16.2.	Arbeitsgedächtnismodelle .....	576
16.3.	Hirnaktivität bei Arbeitsgedächtnisaufgaben .....	579
16.4.	Verbales Arbeitsgedächtnis .....	580
16.4.1.	Phonologisches Arbeitsgedächtnis .....	581
16.4.2.	Arbeitsgedächtnis für Grapheme .....	582
16.4.3.	Semantisches Arbeitsgedächtnis .....	583
16.4.4.	Zusammenfassung zum verbalen Arbeitsgedächtnis .....	584
16.5.	Visuelles Arbeitsgedächtnis .....	585
16.6.	Auditorisches Arbeitsgedächtnis .....	587
16.7.	Die Rolle des dorsolateralen Präfrontalkortex .....	588
16.8.	Elektrophysiologie des Arbeitsgedächtnisses .....	589
16.9.	Zusammenfassung .....	592
16.10.	Fragen und Aufgaben .....	594
16.11.	Weiterführende Literatur .....	594
<b>17.</b>	<b>Plastizität</b> .....	<b>595</b>
<hr/>		
17.1.	Einleitung .....	596
17.2.	Genetik und Umwelt .....	598
17.3.	Funktionelle Plastizität bei Tieren .....	600

17.4.	Funktionelle Plastizität beim Menschen .....	601
17.5.	Strukturelle Plastizität .....	609
17.6.	Rehabilitation .....	614
17.7.	Zusammenfassung .....	618
17.8.	Fragen und Aufgaben .....	620
17.9.	Weiterführende Literatur .....	621
<b>18.</b>	<b>Sprache</b> .....	<b>623</b>
18.1.	Einführung .....	624
18.2.	Was ist Sprache? .....	627
18.3.	Sprache der Tiere .....	629
18.4.	Produktion von Lauten und Sprache .....	631
18.5.	Funktionelle Neuroanatomie sprachlicher Äußerungen .....	633
18.5.1.	Zeitliche Organisation der auditiven Sprachverarbeitung .....	638
18.5.2.	Neurale Signatur der lautsprachlichen Verarbeitung .....	643
18.5.3.	Neuroanatomische Korrelate der Sprachartikulation .....	651
18.6.	Gebärdensprache .....	654
18.7.	Zusammenfassung .....	657
18.8.	Fragen und Aufgaben .....	659
18.9.	Weiterführende Literatur .....	660
<b>19.</b>	<b>Lesen und Schreiben</b> .....	<b>661</b>
19.1.	Das Wesen des Lesens .....	662
19.2.	Wie lesen wir? .....	663
19.3.	Funktionelle Neuroanatomie und Neurophysiologie des Lesens .....	667
19.4.	Leseprozess .....	669
19.5.	Lesestörungen .....	670
19.6.	Schreiben .....	674
19.7.	Lesen in anderen Sprachen .....	676

---

19.8.	Zusammenfassung .....	678
19.9.	Fragen und Aufgaben .....	680
19.10.	Weiterführende Literatur .....	680
<b>20.</b>	<b>Emotion und Motivation</b> .....	<b>681</b>
20.1.	Einleitung .....	682
20.2.	Emotion und Motivation – was ist das? .....	682
20.3.	Emotionstheorien .....	686
20.4.	Konzept der Basisemotionen – von Darwin zu Ekman .....	691
20.5.	Theorie von Panksepp – die Rolle von Emotionssystemen .....	693
20.6.	Theorie der somatischen Marker von Damasio .....	695
20.7.	Emotionen und Lernen .....	699
20.7.1.	Furchtkonditionierung .....	700
20.7.2.	Indirektes Konditionieren .....	701
20.7.3.	Informationswege der Amygdala .....	701
20.7.4.	Amygdala und Lernen .....	703
20.8.	Asymmetrie-Hypothese der Emotionsverarbeitung .....	704
20.9.	Verstärkung und Motivation .....	708
20.10.	Frontalkortex .....	709
20.11.	Funktionelle Spezialisierung des Frontalkortex .....	711
20.12.	Konzept der Verstärkung .....	711
20.12.1.	Verstärkung im Affengehirn .....	712
20.12.2.	Verstärkung im Menschengehirn .....	713
20.13.	Wanting und Liking .....	715
20.14.	Impulskontrolle .....	717
20.15.	Zusammenfassung .....	718
20.16.	Fragen und Aufgaben .....	722
20.17.	Weiterführende Literatur .....	722

<b>21. Urteilen und Entscheiden</b>	<b>723</b>
21.1. Einleitung	724
21.2. Psychologische Entscheidungstheorien	724
21.2.1. Klassische Entscheidungstheorie – eine Frage des Nutzens	724
21.2.2. Prospect-Theorie und Rahmungseffekte	726
21.3. Einfluss von Emotionen auf Entscheidungen	730
21.4. Spieltheorien	732
21.5. Neuronale Grundlagen	734
21.5.1. Interaktives Entscheidungsverhalten	741
21.5.2. Entscheidungspräferenzen	746
21.5.3. Entscheidungsverhalten und Informationsintegration	747
21.6. Theory of mind	750
21.7. Oxytocin und Entscheidungsverhalten	753
21.8. Zusammenfassung	753
21.9. Fragen und Aufgaben	756
21.10. Weiterführende Literatur	757
<b>22. Literatur</b>	<b>759</b>
<b>Index</b>	<b>787</b>

---