

## Vorwort

Allgemeine und Biologische Psychologie bilden die Kernwissenschaft der psychologischen Fächer. Insbesondere seit Einführung der bildgebenden Verfahren sind die genuin psychologischen Fragestellungen zunehmend zu Forschungsthemen interdisziplinärer Neurowissenschaften geworden, deren Verschmelzung mit Kognitiver Psychologie Früchte trägt.

Eigentlich kann nicht überraschen, daß international die Psychologie eine treibende Kraft dieser Synthese darstellt. Psychologie strukturiert die Untersuchungen des Gehirns als das Organ des Verhaltens, sie stellt die Fragen nach Mechanismen der Informationsverarbeitung und Gehirntätigkeit. In der ersten Hälfte des 20. Jh. hat sich die Psychologie in Form der Experimentalpsychologie aus der Philosophie zur Naturwissenschaft entwickelt, mit bemerkenswert mächtigen Erklärungsmodellen, die jedoch durch die experimentelle Einschränkung auf beobachtbares Verhalten den Untersuchungsbereich einengten. Vorstellung, Intention oder gar Bewußtsein blieben diesem Zugang versperrt, ihre Untersuchung galt als unseriös. Das in der kognitiven Psychologie gegen Ende der zweiten Hälfte des 20. Jh. wiedererwachte Interesse an Vorgängen wie Wahrnehmung, Objektrepräsentation, Denken, Problemlösen etc. führte zu der Erkenntnis, daß nicht nur Reiz und Reaktion wichtig sind. Erst durch die Entwicklung neurophysiologischer und bildgebender Verfahren zur Darstellung von Hirnfunktionen wurden diese internen Repräsentation experimenteller Untersuchung zugänglich und die letzten zehn Jahre sind durch die Verschmelzung von Psychologie und Neurowissenschaften zu den kognitiven Neurowissenschaften gekennzeichnet, ein Trend der sich in der Verschmelzung von Biologischer und Allgemeiner Psychologie fortsetzen wird, bis elementare kognitive und affektive Funktionen aus ihrer funktionellen Gehirnorganisation heraus verstanden werden können.

In der deutschsprachigen Psychologie wurde diese Entwicklung allerdings wenig gewürdigt, besagt doch altes Standesdenken, daß der Bäcker Brötchen, der Metzger Fleischwaren aber keiner eine Wurstsemmel verkaufen darf. Medizinische Fakultäten dagegen haben weniger Probleme „kognitive Neurologie oder kognitive Neurowissenschaft“ als Teildisziplin einzurichten, wenngleich Forschungs- und Ausbildungsbereiche dieser Disziplinen den Kern der Psychologie betreffen.

Entsprechend werden im deutschsprachigen Raum psychologische Basisthemen zunehmend außerhalb der psychologischen Institute bearbeitet. Fragen wie nach den Funktionsweisen der Wahrnehmung, nach der Organisation der Lernprozesse bis hin zur Struktur des Bewußtseins benötigen jedoch für ihre Beantwortung sowohl die psychologische Theorienbildung als auch die Aufklärung der neurophysiologischen Mechanismen. Weder ein „geist“loser noch eine „gehirn“loser Ansatz wird in der Psychologie bestehen können. Experimentalpsychologie die noch vor zwanzig Jahren ohne neurowissenschaftliche Bezüge beforscht und gelehrt werden konnte, muß Gehirn und Biologische Psychologie und Psychophysiologie in die Betrachtung einbeziehen. Wenn die deutsche Psychologie sich weiterhin weigert die interdisziplinäre Stellung der kognitiven Neurowissenschaften anzuerkennen, mithin nicht bereit ist, auch Wissenschaftler und Spezialisten, die keine klassische Psychologieausbildung aufweisen in ihren Reihen aufzunehmen, wenn sie also „gehirnlos“ bleiben will, dann wird die Biologische und mit ihr auch die Allgemeine Psychologie ihre Forschungsheimat außerhalb der psychologischen Institute finden. Diese werden eine untergeordnete Rolle bei der Etablierung von Einrichtungen und Ausbildungsgängen der Verhaltens- und Kognitiven Neurowissenschaften spielen.

Neue Entwicklungen erscheinen, etwa eine molekulare Biologie der Kognition, bei der molekulare und genetische Methoden in die kognitiven Neurowissenschaften einfließen. Wir leben in aufregenden Zeiten für die Biologische Psychologie. Der vorliegende Band führt in die Grundlagen dieses Wissensbereiches ein.

Konstanz und Tübingen,  
September 2001

Thomas Elbert  
Niels Bierbaumer

# Inhaltsverzeichnis

## 1. Kapitel: Das Leib-Seele-Problem Von Hans Goller

1	Worin besteht das Leib-Seele-Problem? .....	1
1.1	Alltagsüberzeugungen und Hirnforschung .....	2
1.2	Psychologie und Leib-Seele-Problem .....	4
1.3	Merkmale des Erlebens .....	6
1.4	Philosophie und Leib-Seele-Problem .....	9
2	Monistische Deutungen .....	12
2.1	Die materialistische Identitätstheorie .....	12
2.2	Der Eliminative Materialismus .....	16
3	Dualistische Deutungen .....	18
3.1	Die Psychophysische Wechselwirkung .....	18
3.2	Der pragmatische Dualismus .....	21
4	Die Deutung des Funktionalismus .....	24
5	Grenzen unseres Verstehens .....	28
	Literatur .....	30

## 2. Kapitel: Die physiologischen Grundlagen des Bewußtseins Von Hans Flohr

1	Hirnprozesse und phänomenales Bewußtsein .....	35
1.1	Die explanatorische Lücke .....	35
1.2	Sind die skeptischen Argumente stichhaltig? .....	39
2	Alternativen zum Skeptizismus .....	40
2.1	Eliminativismus .....	41
2.2	Die Wiederbelebung des Dualismus-Interaktionismus .....	41
2.3	Der methodische Parallelismus .....	44
2.4	Repräsentationale Theorien des Bewußtseins .....	49

3	Repräsentationale Realisierungshypothesen .....	52
3.1	Neuronale Assemblies und mentale Repräsentationen .....	52
3.2	Die Realisierung von Metarepräsentationen .....	55
4	Die Schlüsselrolle der NMDA-Synapse .....	56
4.1	Die NMDA-Synapse .....	57
4.2	Anästhesie .....	60
4.2.1	Die anästhetische Wirkung von NMDA-Antagonisten .....	62
4.2.2	Indirekte Wirkungen anästhetischer Substanzen auf die NMDA-Synapse .....	64
4.3	Das aufsteigende, retikuläre Aktivierungssystem (ARAS) .....	65
4.4	Der Wirkungsmechanismus halluzinogener Substanzen .....	69
5	An den Grenzen des Verstehens? .....	73
	Literatur .....	78

### 3. Kapitel: Hochfrequente oszillatorische Aktivität als Indikator kognitiver Prozesse im menschlichen Gehirn Von Matthias M. Müller und Friedeman Pulvermüller

1	Typen hochfrequenter oszillatorischer Aktivität .....	87
2	Evozierte Gammabandantworten .....	89
2.1	Akustisch evozierte Gammabandantworten .....	89
2.2	Visuell evozierte Gammabandantworten .....	91
2.3	Zusammenfassung und Bewertung .....	92
3	Induzierte Gammabandantworten .....	93
3.1	Die Theorien des dynamischen Featurebinding und der gelernten kognitiven Repräsentationen .....	93
3.2	Tierexperimentelle Befunde .....	95
3.3	Methodische Anmerkung .....	96
3.4	EEG und MEG-Studien zur Wahrnehmung elementarer visueller Reize .....	97
3.5	EEG- und MEG Befunde zur Aktivierung gelernter kognitiver Repräsentationen .....	102
3.6	Weitere EEG-Befunde zu Lern- und Gedächtnisprozessen .....	106
3.7	EEG-Befunde zur aufmerksamkeitsbedingten Modulation induzierter Gammabandantworten .....	109
3.8	Topographische Unterschiede der Gammabandantworten im EEG und die kortikale Repräsentation von Bedeutung .....	112
4	Zusammenfassung und Ausblick .....	114
	Literatur .....	116

## 4. Kapitel: Sehen, visuelle Aufmerksamkeit

### Von Mark W. Greenlee

1	Einleitung .....	125
2	Anatomische und physiologische Grundlagen .....	125
2.1	Anatomische Strukturen .....	126
2.2	Die Netzhaut .....	128
2.2.1	Die Photorezeptoren: Stäbchen und Zapfen .....	128
2.2.2	Die Bipolar- und die Horizontalzellen .....	135
2.2.3	Die Amakrinen und die interplexiformen Zellen .....	137
2.2.4	Die retinalen Ganglienzellen .....	137
2.3	Das Corpus geniculatum laterale .....	142
2.3.1	Der Aufbau des Corpus geniculatum laterale .....	142
2.3.1.1	Die magnozellularen Schichten .....	143
2.3.1.2	Die parvozellularen Schichten .....	143
2.3.1.3	Die interlaminären Zellschichten .....	146
2.3.2	Die Rolle des CGL bei der visuellen Verarbeitung .....	146
2.4	Die primäre Sehrinde .....	146
2.4.1	Die Eigenschaften der rezeptiven Felder kortikaler Neurone im primären visuellen Kortex .....	148
2.4.2	Laminäre Organisation im primären visuellen Kortex .....	150
2.4.3	Kolumnäre Organisation im primären visuellen Kortex .....	150
2.4.3.1	Augendominanz .....	151
2.4.3.2	Reizorientierung .....	155
2.4.3.3	Richtungsselektivität .....	157
2.4.4	Farbselektivität und die Cytochromoxidase-Blobs im primären visuellen Kortex .....	157
2.4.5	Retinotopie und kortikale Vergrößerung im primären visuellen Kortex .....	159
2.5	Die extrastriäre Sehrinde – dorsale und ventrale Bahnen .....	160
2.5.1	Der extrastriäre visuelle Kortex V2 .....	162
2.5.2	Der extrastriäre visuelle Kortex V3/V3A/VP .....	163
2.5.3	Die ventralen visuellen Areale V4 und IT .....	163
2.5.4	Die dorsalen visuellen Areale MT/MST (V5/V5A) und der posteriore Parietalkortex .....	164
2.6	Okulomotorik .....	166
2.6.1	Zentren im Hirnstamm .....	167
2.6.1.1	Okulomotorische Nuclei .....	167
2.6.1.2	Supranukleäre Zentren .....	168
2.6.2	Das Kleinhirn .....	169
2.6.2.1	Vermis cerebelli .....	170
2.6.2.2	Flocculi .....	172
2.6.3	Colliculus superior .....	172
2.6.4	Der striäre und der extrastriäre visuelle Kortex .....	174
2.6.5	Der posteriore parietale Kortex .....	175
2.6.6	Die frontalen Augenfelder .....	176
2.6.7	Die supplementären Augenfelder .....	177

3	Neurowissenschaftliche Methoden zur Untersuchung des visuellen Systems	178
3.1	Einzelzelleableitung	180
3.2	Multielektrodenableitung und Feldpotentiale	182
3.3	Nicht-invasive elektrophysiologische Ableitungen	183
3.3.1	Das Elektretinogramm	183
3.3.2	Das Elektroencephalogramm	184
3.3.3	Visuell evozierte Potentiale	184
3.4	Optische Messungen	184
3.5	Bildgebende Verfahren	186
3.6	Psychophysik	190
3.7	Neuropsychologie	192
3.8	Messung der Okulomotorik	193
3.8.1	Sklerale Spulenelektroden	193
3.8.2	Das Elektrookulogramm	194
3.8.3	Die Infrarot-Reflektometrie	194
3.8.4	Die Videookulographie	195
4	Experimentelle Ansätze, Paradigmen und Ergebnisse	195
4.1	Entdeckungs- und Diskriminationsleistungen	197
4.1.1	Entdeckungsschwellen	197
4.1.2	Diskriminationsschwellen	202
4.2	Konstanzleistungen	204
4.2.1	Größen- und Objekt Konstanz	205
4.2.2	Helligkeitskonstanz	207
4.2.3	Farbkonstanz	208
4.3	Bewegungswahrnehmung	211
4.4	Präattentives und attentives Sehen	212
4.4.1	Das Paradigma des „visual search“	212
4.4.2	Visuelle Aufmerksamkeit	214
4.4.3	Das Visuelle Gedächtnis und das Arbeitsgedächtnis	216
4.5	Läsionsstudien – Visuelle Agnosie, Achromatopsie, Akinetopsie, Blindsight	218
4.5.1	Visuelle Agnosie	219
4.5.2	Cerebrale Achromatopsie	220
4.5.3	Akinetopsie	221
4.5.4	Blindsight	224
5	Zusammenfassung und Ausblick	225
	Literatur	225

## 5. Kapitel: Hören: Funktionelle Organisation und Plastizität Von Christo Pantev und Bernhard Ross

1	Einleitung	249
2	Physiologische Grundlagen elektromagnetischer Aktivität des Gehirns	253
3	Die auditorische Bahn	256

4	Magnetencephalographische Untersuchungen der funktionellen Organisation des auditorischen Kortex des Menschen . . . . .	258
4.1	Auditorisch evozierte Antworten aus der Hörbahn . . . . .	259
4.2	Funktionelle Organisation des auditorischen Kortex . . . . .	260
4.3	Mittellatente auditorisch evozierte Magnetfelder . . . . .	261
4.4	Auditorisch evozierte Steady-state Felder . . . . .	264
4.5	Langsame auditorisch evozierte Magnetfelder . . . . .	265
5	Plastizität des auditorischen Kortex . . . . .	267
5.1	Reorganisation nach „Funktioneller Deafferentierung“ (Kurzzeit-Plastizität) . . . . .	268
5.2	Reorganisation des auditorischen Kortex des Menschen nach lang andauerndem intensiven Training (Langzeit-Plastizität) . . . . .	272
	Literatur . . . . .	275

## 6. Kapitel: Geruch

### Von Robyn Hudson und Hans Distel

1	Einleitung . . . . .	283
1.1	Gerüche sind Konstrukte . . . . .	283
1.2	Der Geruchssinn ist nur einer von mehreren chemischen Sinnen . . . . .	283
2	Die Geruchswelt . . . . .	284
2.1	Die Geruchswelt ist hoch komplex und prinzipiell nicht vorhersagbar . . . . .	284
2.2	Die Ausnahme: Pheromone . . . . .	285
2.3	Soziale Duftsignale müssen nicht Pheromone sein . . . . .	286
2.4	Die Geruchswelt widerstrebt jeder Klassifikation . . . . .	287
3	Grenzen der Geruchswahrnehmung . . . . .	288
3.1	Geruchsschwellen sind individuell und je nach Duftstoff verschieden . . . . .	289
3.2	Die Intensität hängt von Duftstoffkonzentration und Bedeutung ab . . . . .	290
3.3	Adaptation erlaubt Änderungen leichter festzustellen . . . . .	291
3.4	Die Qualität komplexer Duftstoffmischungen ist nicht vorhersagbar . . . . .	292
4	Rezeptive Mechanismen . . . . .	293
4.1	Schnüffeln und Schnuppern . . . . .	293
4.2	Der Schleimfilm des Epithels unterstützt die Duftstoffaufnahme . . . . .	294
4.3	Das Riechepithel ist aus drei Zelltypen aufgebaut . . . . .	294
4.4	Transduktionsmechanismen verstärken das Rezeptorsignal . . . . .	295
4.5	Nicht jeder besitzt die gleichen Geruchsrezeptoren . . . . .	296
4.6	Auch Erfahrung hat einen Einfluß . . . . .	297

4.7	Rezeptorneurone reagieren auf mehr als einen Geruchsstoff	298
4.8	Die Rezeptoraxone konvergieren im Gehirn auf Glomeruli	299
4.9	Glomeruli sind Rezeptorspezifisch	299
4.10	Geruchsreize werden durch glomeruläre Aktivationsmuster repräsentiert	300
5	Zentrale Mechanismen	300
5.1	Der Bulbus olfactorius	301
5.2	Die Körnerzellen verschärfen das Signal der Mitralzellen	301
5.3	Modulatorische Afferenzen tragen zum Lernen bei	302
5.4	Rückkopplungsschleifen sind charakteristisch	303
5.5	Der olfaktorische Cortex	304
5.6	Hippocampus, Amygdala und dorsomedialer Thalamus	305
5.7	Orbitofrontaler und insulärer Cortex	306
5.8	Präoptisch – hypothalamische Achse	307
6	Geruchslernen und -gedächtnis	307
6.1	Gerüche können implizit gelernt werden	307
6.2	Das Sauce Béarnaise Phänomen	308
6.3	Bei Tieren gibt es zahlreiche Beispiele für Geruchsprägung	308
6.4	Geruchspräferenzen werden erlernt	309
6.5	Gerüche zu benennen fällt schwer	310
6.6	Das Geruchsgedächtnis hat besondere Eigenschaften	311
7	Wirkung von Duftstoffen	312
8	Klinische Aspekte	313
9	Zusammenfassung	315
	Literatur	316

## 7. Kapitel: Somatosensorik, Nozizeption und Schmerz

Von Jens Ellrich, Hermann O. Handwerker und Herta Flor

1	Einleitung	323
2	Somatosensorik	323
2.1	Mechanorezeption	323
2.2	Tiefensensibilität	326
2.3	Viszerozeption	329
2.4	Thermorezeption	330
3	Nozizeption und Schmerz	331
3.1	Nozizeptoren	331
3.2	Weiterleitung des nozizeptiven Inputs	333
3.2.1	Transduktion	333
3.2.2	Transmission	334

3.3	Spinale und Supraspinale Mechanismen	335
3.3.1	Hinterhorn	335
3.3.2	Aufsteigende Bahnen	336
3.3.3	Thalamus	337
3.3.4	Kortikale Schmerzverarbeitung	338
3.4	Schmerzmodulation	338
3.4.1	Endogene analgetische Mechanismen	338
3.4.2	Opioide Transmitter	339
3.4.3	Die Torkontroll-Theorie des Schmerzes	340
3.4.4	Schmerzdimensionen	341
3.5	Die Pathophysiologie chronischer Schmerzen	342
3.5.1	Primäre Hyperalgesie und die Sensibilisierung von Nozizeptoren	342
3.5.2	Sekundäre Hyperalgesie und Allodynie	343
3.5.3	Sympathische Aktivierung	344
3.5.4	Erhöhte Muskelspannung	344
3.5.5	Projizierter und übertragener Schmerz	345
3.5.6	Supraspinale Plastizität	345
4	Psychologische Aspekte der Schmerzverarbeitung	348
4.1	Lernprozesse und Schmerz	348
4.1.1	Habituation und Sensitivierung	348
4.1.2	Respondentes Lernen	348
4.1.3	Operantes Lernen	349
4.1.4	Modellernen	350
4.2	Affektive Faktoren und Schmerz	350
4.2.1	Angst und Schmerz	350
4.2.2	Depression und Schmerz	351
4.2.3	Ärger und Schmerz	351
4.3	Kognitive Faktoren und Schmerz	351
4.3.1	Interpretation von Schmerz	352
4.3.2	Selbsteffizienz	352
4.3.3	Bewältigungsstrategien	353
4.3.4	Schmerzgedächtnis	353
4.3.5	Aufmerksamkeit und Schmerz	354
4.4	Differentielle Aspekte	354
4.4.1	Schmerz und Geschlechtsunterschiede	354
4.4.2	Schmerz und Persönlichkeitsunterschiede	355
4.5	Entwicklungspsychologische Aspekte	355
4.5.1	Schmerz in der Kindheit	355
4.5.2	Schmerz und Alter	356
5	Zusammenfassung	356
	Literatur	356

## 8. Kapitel: Motorik

### Von Christian Gerloff

1	Zentralnervöse Kontrolle von Bewegung	369
1.1	Allgemeines zur funktionellen Lokalisation im ZNS	369
1.2	Motorische und somatosensorische Zentren	370
1.3	Motorische und propriozeptive Funktionsstörungen	376
2	Repräsentation unterschiedlicher Bewegungstypen im ZNS	378
2.1	Einfache, selbst-initiierte Extremitätenbewegungen	379
2.2	Bewegungsplanung: Der Einfluß von Instruktionen und Schwierigkeitsgrad	381
2.3	Reaktionszeit-Paradigmen	382
2.4	Repetitive Fingerbewegungen	383
2.5	Sequentielle Bewegungen unterschiedlicher motorischer Komplexität	385
2.6	Bimanuelle Bewegungen	389
3	Plastizität sensomotorischer Repräsentationen im ZNS	391
4	Acknowledgements	394
	Literatur	396

## 9. Kapitel: Biologische Grundlagen des Gedächtnisses

### Von Irene Daum und Markus M. Schugens

1	Einleitung	409
1.1	Aktuelle Entwicklungen	409
1.2	Grundlegende Konzepte und Gedächtnistaxonomien	410
2	Gedächtnisprozesse in neuronalen Systemen	413
2.1	Kurz- und Arbeitsgedächtnis	413
2.2	Deklaratives Gedächtnis	414
2.2.1	Gedächtnissysteme des medialen Temporallappens	414
2.2.2	Die Rolle des Hippokampus	417
2.2.3	Merkmale der hippocampalen Gedächtnismodulation	419
2.2.4	Parahippokampale Region und hippocampale Formation	420
2.2.5	Die Rolle diencephaler Strukturen	421
2.2.6	Amygdala und emotionales Gedächtnis	423
2.2.7	Neokortikale Speicherareale	424
2.2.8	Die Rolle des präfrontalen Kortex	425
2.3	Non-Deklaratives Gedächtnis	426
2.3.1	Erlernen von Fertigkeiten („skills and habits“)	426
2.3.2	Konditionierung	428
2.3.3	Priming	429

3	Neuronale Mechanismen der Gedächtnisbildung .....	431
3.1	Strukturelle Änderungen als Folge von Erfahrung – Plastizität .....	431
3.2	Synaptische Plastizität .....	432
3.3	Neurogenese .....	435

Literatur .....	436
-----------------	-----

## 10. Kapitel: Biopsychologie des Lernens

Von Juan D. Delius und Julia A. M. Delius

1	Evolutionäre Grundlagen .....	445
2	Synaptische Veränderungen .....	449
3	Genetischer Hintergrund .....	453
4	Ontogenetisches Lernen .....	457
5	Habituation und Wahrnehmungslernen .....	461
6	Klassische Konditionierung .....	465
7	Instrumentelle Konditionierung .....	473
8	Lernspezialisierungen .....	480
9	Reorganisierendes Lernen .....	486
10	Räumliches Lernen .....	488
11	Soziales Lernen .....	491
12	Kognitives Lernen .....	495
13	Sprachliches Lernen .....	502
14	Epilog .....	508
Literatur .....	509	

## 11. Kapitel: Hirnmechanismen der Verstärkung

Von Rüdiger U. Hasenöhl, Uwe Wagner und  
Joseph P. Huston

1	Einleitung .....	519
2	Physiologische Psychologie der Verstärkung .....	521

3	Elektrische Hirnreizung als Verstärkung . . . . .	522
3.1	Die Entdeckung der intrakranialen Selbststimulation . . . . .	522
3.2	Die Präparation zur Selbstreizung . . . . .	523
3.3	Elektrische Selbststimulation versus natürliche Verstärker: Kontrollieren sie operantes Verhalten über dasselbe neuronale System? . . . . .	525
3.4	Die Bedeutung der intrakranialen Selbststimulation für die Suche nach dem neuronalen Substrat der Verstärkung . . . . .	527
3.5	Messung von Verstärkung im Selbstreizparadigma . . . . .	527
3.5.1	Methodische Probleme bei klassifikatorischen und qualitativen Fragestellungen . . . . .	527
4	Das Belohnungssystem im Gehirn . . . . .	530
4.1	Die Anatomie der Selbstreizpunkte . . . . .	530
4.2	Das mediale Vorderhirnbündel (MFB) . . . . .	531
5	Elimination der für Verstärkung nicht kritischen Hirnstrukturen . . . . .	532
5.1	Das Telencephalon hat keine Bedeutung für operantes Lernen . . . . .	534
5.2	Das Verstärkungssystem ist zwischen Diencephalon und Hirnstamm lokalisiert . . . . .	534
5.3	Interhemisphärische Organisation des Verstärkungssystems . . . . .	536
5.4	Rostrale und caudale Eingrenzung des Verstärkungssystems . . . . .	537
6	Neurophysiologische Ansätze zur Kartographierung und Charakterisierung verstärkungsrelevanter Strukturen . . . . .	538
6.1	Die Doppel-Puls Technik . . . . .	539
6.2	Kollisionsstudien . . . . .	539
7	Kartographierung verstärkungsrelevanter Strukturen mit 2-Deoxyglucose . . . . .	540
8	Wie viele Belohnungssysteme gibt es im Gehirn? . . . . .	541
8.1	Inhibitorische Elemente innerhalb des neuronalen Verstärkungssubstrats . . . . .	541
8.2	Der Nucleus tuberomammillaris: Struktur und Funktion . . . . .	541
9	Zusammenfassung: Neuroanatomische Aspekte der Verstärkung . . . . .	544
10	Neurochemische Grundlagen der Verstärkung . . . . .	545
10.1	Forschungsstrategien . . . . .	547
11	Tiermodelle zur Messung verstärkender Eigenschaften von Drogen . . . . .	547
11.1	Das ICSS-Paradigma in Kombination mit einer Droge . . . . .	548
11.2	Selbstinjektion . . . . .	549
11.3	Konditionierte Platzpräferenz . . . . .	550
12	Die Katecholamin-Hypothese der Verstärkung . . . . .	553
12.1	Chemoarchitektur der catecholaminergen Systeme . . . . .	553
12.2	Noradrenalin und Verstärkung . . . . .	556

12.3 Dopamin und Verstärkung .....	557
12.4 Der Nucleus accumbens als „Schlüsselstruktur“ für motivationale Prozesse .....	559
12.5 Welche Dopaminrezeptoren spielen für Verstärkung eine Rolle? ...	562
13 Serotonin und Verstärkung .....	563
14 (Endogene) Opiate und Verstärkung .....	565
15 Neuropeptide und Verstärkung .....	568
15.1 Das Neurokinin Substanz P .....	569
16 Synopsis .....	574
Literatur .....	576

## 12. Kapitel: Motivation und Sucht Von N. Birbaumer und R. F. Schmidt

1 Einleitung .....	595
2 Homöostatische Triebe: Durst und Hunger .....	596
3 Nichthomöostatische Triebe: Reproduktion und Sexualverhalten .....	601
4 Gelernte Motivation und Sucht .....	604
5 Neurobiologie süchtigen Verhaltens .....	615
Literatur .....	628

## 13. Kapitel: Emotion und Aktivierung: Motivationale Organisation von Emotionen Von Alfons O. Hamm, Harald T. Schupp und Almut I. Weike

1 Einleitung .....	633
2 Emotion und Aktivierung: Motivationale Organisation von Emotionen ...	636
3 Experimentelle Emotionsinduktion durch affektive Bilder .....	639
3.1 Mimische Reaktionen und Neurovegetative Veränderungen beim Betrachten affektiver Bildinhalte .....	642
3.1.1 Emotionsspezifische psychophysiologische Reaktionsmuster beim Betrachten emotionaler Bildinhalte .....	645
3.2 Kortikale Verarbeitung von affektiven Bildinhalten .....	647
3.2.1 Bildgebende Verfahren: PET und fMRT Studien .....	648

3.2.2 Ereigniskorrelierte Potentiale und affektive Bildverarbeitung .....	649
3.2.3 Multikanal-Ableitungen Ereigniskorrelierter Potentiale und Affektive Evaluation .....	651
3.2.4 Zusammenfassung .....	655
4 Das Modell emotionaler Bahnung (Emotional Priming Model) .....	655
4.1 Die Affekt-induzierte Modulation der Schreckreaktion .....	657
4.2 Neuronale Grundlagen der Furcht-induzierten Schreckreflexpotenzierung .....	659
4.3 Furcht-induzierte Schreckreflexpotenzierung beim Menschen .....	661
4.4 Modulation der Schreckreaktion beim Betrachten emotionaler Bilder .....	666
4.5 Kortikale Reaktionen auf die Schreckreize .....	669
5 Schlußfolgerungen .....	671
Literatur .....	673

## 14. Kapitel: Soziobiologie

### Von Dierk Franck

Einführung .....	683
1 Was ist Soziobiologie? .....	685
1.1 Inhalte, Konzepte, Arbeitsweisen .....	685
1.2 Einwände und Mißverständnisse .....	687
2 Biologische und kulturelle Wurzeln des menschlichen Verhaltens .....	689
3 Kommunikation .....	692
3.1 Ritualisation .....	692
3.2 Das Problem der Signalfälschung .....	692
3.3 Körpersprache und Mimik .....	693
4 Kooperation .....	695
4.1 Altruismus unter Verwandten .....	695
4.2 Reziproker Altruismus .....	698
4.3 Koalitionen .....	699
5 Konflikte .....	701
5.1 Aggressive und nichtaggressive Konflikte .....	701
5.2 Geschlechterkonflikte um das Erbringen von Brutpflege- leistungen .....	701
5.3 Geschwisterkonflikte um elterliche Zuwendung .....	703

5.4 Konflikte um Geschlechtspartner .....	704
5.5 Tötung von Artgenossen .....	706
6 Partnerwahl .....	707
6.1 Welches Geschlecht wählt? .....	707
6.2 Einbringen von Ressourcen und Brutpflegeleistungen .....	708
6.3 „Ornamentale“ Strukturen .....	709
6.4 Inzestvermeidung .....	711
7 Paarungssysteme .....	712
7.1 Polygynie, Polyandrie, Promiskuität, Monogamie .....	712
7.2 Variable Paarungssysteme .....	715
7.3 Außereheliche Paarungen, Spermakonkurrenz und Partnerbewachung .....	716
8 Eltern-Kind-Beziehungen .....	717
8.1 Elterninvestition und Entwöhnungskonflikte .....	717
8.2 Adoptionen .....	719
9 Ausblick .....	720
Literatur .....	722
Autorenregister .....	727
Sachregister .....	757