

Springer-Lehrbuch

Niels Birbaumer
Robert F. Schmidt

Biologische Psychologie

7., überarbeitete und ergänzte Auflage

Mit 590 farbigen Abbildungen in 1048 Einzeldarstellungen und 44 Tabellen

Professor Dr. Dr. h.c. Niels Birbaumer
Institut für Medizinische Psychologie
und Verhaltensneurobiologie
Universität Tübingen
Gartenstr. 29
72074 Tübingen
E-mail: niels.birbaumer@uni-tuebingen.de

Professor em. Dr. med. D.Sc. h.c. Robert Franz Schmidt, Ph.D.
Physiologisches Institut der Universität
Röntgenring 9
97070 Würzburg
E-mail: rfs@uni-wuerzburg.de

ISBN-13 978-3-540-95937-3 **7. Auflage, Springer Medizin Verlag Heidelberg**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer Medizin
Springer-Verlag GmbH
ein Unternehmen von Springer Science + Business Media
springer.de

© Springer Medizin Verlag Heidelberg 1990, 1991, 1996, 1999, 2003, 2006, 2010

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Produkthaftung: Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Planung: Joachim Coch
Projektmanagement: Michael Barton
Lektorat: Dr. Christiane Grosser, Viernheim
Umschlaggestaltung: deblik Berlin
Zeichnungen: BITmap, Mannheim
Satz: Fotosatz-Service Köhler GmbH – Reinhold Schöberl, Würzburg
Fotonachweis des Überzugs: © imagesource.com

SPIN: 12093489
Gedruckt auf säurefreiem Papier 2126 – 5 4 3 2 1 0

Dem Andenken meines Vaters
Niels Birbaumer

*Meinen Enkelkindern Frederike,
Michael und Niels*
Robert F. Schmidt

Vorwort zur 7. Auflage

In der 6. Auflage dieses Lehrbuchs wurde eine völlig neue didaktische Konzeption verfolgt und die Gliederung und Reihenfolge der Kapitel geändert (s. das nochmals abgedruckte Vorwort zur 6. Auflage). Hinzu kam eine Vielzahl von neuen Ergebnissen und Theorien der psychobiologischen Forschung und Klinik. Diese Änderungen haben sich bewährt und wurden von unseren Lesern begrüßt, was man unter anderem an der weiter wachsenden Leserschaft ablesen kann.

In dieser Auflage wurden alle Inhalte, welche sich in den bisherigen Kapiteln mit »Entwicklung und Alter« beschäftigten, in einem neuen Kapitel 24 zusammengefasst. Es wurde vor dem Kapitel 25 »Lernen und Gedächtnis« eingefügt, in dem die Veränderungen des Gehirns und Verhaltens im Laufe eines Lebens beschrieben werden.

Die sich entwickelnde »soziale Neurowissenschaft« ist in den Kapiteln des Abschnitt IV vertreten, je nach dem Anteil einer sozialen Verhaltensweise an einem psychologischen Elementarprozess: z. B. wurde Aggressionsverhalten in Kapitel 27 »Emotionen« abgehandelt, Empathie (Einfühlungsgabe) und Mangel an Empathie als Teil der sozialen Intelligenz in Kapitel 28 »Kognitive Funktionen«.

Die begleitende Lern-Website enthält Prüfungsfragen, Lernkarten zur Wissensüberprüfung und Links zu interessanten Quellen im Internet. Für Dozenten stehen alle Abbildungen des Buches zum Download bereit.

Wie bei einem mehr als 800 Seiten umfassenden Lehrbuch unvermeidlich, wurden einige wenige Fehler, die meist durch Umstellungen im Druck entstanden waren, korrigiert: Es waren fast immer aufmerksame Leser, meist Studierende, die uns darauf hinwiesen. Ihnen sei herzlich gedankt, sie haben ihren Kommilitonen einen großen Dienst erwiesen. Wir hoffen auch für diese Auflage möglichst viele und produktive Anregungen zu bekommen.

Wie in der 6. Auflage sind Frau Margrit Derrick (Würzburg) und Frau Angela Straub (Tübingen) wesentlich am Gelingen der Änderungen in dieser Auflage beteiligt gewesen. Im Springer-Verlag haben Herr Dipl.-Psych. Joachim Coch und Herr Michael Barton wie stets hervorragende Arbeit geleistet. Ihnen allen sei herzlich gedankt.

Tübingen und Würzburg im Frühjahr 2010

Niels Birbaumer

Robert F. Schmidt

Vorwort zur 6. Auflage

Nachdem die 5. Auflage in kurzer Zeit eine schneller als erwartet wachsende Leserschaft gefunden hat, haben wir uns entschlossen, das Buch zu einem früheren Zeitpunkt als nach einer Neuauflage üblich völlig neu zu konzipieren. Die Leitlinie dabei war, die Lektüre einfacher zu machen und die Einprägung des Materials Leserin und Leser zu erleichtern sowie den biopsychologischen Ansatz gegenüber dem physiologischen zu verstärken. Dafür wurde die Gliederung der Kapitel so geändert, dass nach jedem thematisch einheitlichen Abschnitt ein Merksatz steht, der als zusammenfassende Sachaussage dient. Die Gliederung der einzelnen Kapitel ist durch das ganze Buch identisch, sodass die Leserin, der Leser sofort die thematische Zugehörigkeit und den Stellenwert des Abschnittes erfassen kann und sich nicht in jedem Kapitel neu orientieren muss.

Die Abfolge der Kapitel wurde etwas verändert: Das Kapitel über Vererbung wurde aus dem ersten Teil des Buches nun vor das Lern- und Gedächtniskapitel platziert, sodass man die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der in der Evolution und im Individuum wirkenden plastischen Vorgänge im Nervensystem und im Verhalten besser vergleichen kann. Die funktionelle Anatomie des Zentralnervensystems (ZNS) wird als 5. Kapitel nun im vorderen Teil des Buches dargestellt, um die Einordnung und das Verständnis der anatomischen Begriffe in den folgenden Kapiteln über Motorik und Wahrnehmung (Sensorische Systeme) sicherzustellen. Die einzelnen Kapitel wurden noch mehr durch Boxen aufgelockert, die besonders charakteristische klinische Fälle und Einzelergebnisse oder historisch wichtige Ereignisse oder Persönlichkeiten der Biologischen Psychologie illustrieren. Das Buch erhielt ein Glossar der wichtigsten Begriffe, vor allem der physiologischen Begriffe, welche für die Leser aus der Psychologie erfahrungsgemäß schwieriger einzuordnen sind. Die Abbildungen sind nun alle in Farbe und wurden so gestaltet, dass sie möglichst selbsterklärend wirken. Wie bei jeder Neuauflage wurden in alle Kapitel neue, wichtige wissenschaftliche Entwicklungen einbezogen.

Zu unserem Lehrbuch werden ab der 6. Auflage zusätzliche Lernmaterialien im Internet zur Verfügung gestellt. Unter der URL www.lehrbuch-psychologie.de sind Prüfungsfragen (als Multiple-Choice-Quiz) und über 450 Lernkarten eingestellt, um das Erlernte zu überprüfen. Mit den kommentierten Links kann selbständig weiterrecherchiert werden und mit Hilfe eines ständig erweiterten Glossars können die Fachbegriffe des Lehrbuches auch im Internet eingesehen werden. Bei der Formulierung eines Teils der Prüfungsfragen war uns Herr Prof. Dr. Dr. h.c. H. O. Handwerker, Erlangen, behilflich, bei dem wir uns an dieser Stelle herzlich bedanken.

An der Grundidee des Buches hat sich seit seiner ersten Auflage nichts geändert und damit unterscheidet es sich von den übrigen Lehrbüchern der Biologischen/Physiologischen Psychologie: Menschliches Verhalten, Denken und Fühlen wird nur dann verständlich, wenn wir die biologischen Grundlagen nicht allein im Zentralnervensystem (ZNS) betrachten, sondern alle Körpervorgänge einbeziehen. Gehirn und Körperperipherie arbeiten nicht isoliert voneinander, sondern als unauflösliche Einheit nach denselben Lebensprinzipien. Deshalb findet man in diesem Buch zwar auch bevorzugt jene biologischen Vorgänge dargestellt, welche vom ZNS ausgehen, aber eben auch jene peripher-physiologischen Prozesse, die für das Funktionieren des ZNS unmittelbar notwendig sind und die vom ZNS gesteuert und beeinflusst werden. Dadurch wird unser Buch auch eine Einführung in die Verhaltensmedizin, in die Psychosomatik und in die Psychophysiologie. Viele Studierende und Lehrende haben uns bestätigt, dass dies ein wichtiges Motiv für die Lektüre des Buches war.

Die auf alle biologischen Systeme des Menschen konzentrierte Sichtweise hat ihren Ursprung in der zentraleuropäischen Geistesgeschichte, welche der Gesamtschau der Dinge vor dem präzisen und notwendigen Blick auf die Details den Vorrang einräumt. Unsere Leser haben dies stets verstanden und uns in dieser Einstellung bestärkt.

Das Zustandekommen dieser 6. Auflage war angesichts der umfassenden Neugestaltung besonders schwierig. Zum Gelingen dieses Unterfangens haben besonders Frau Margrit Derrick (Würzburg), Frau Angela Straub (Tübingen) und im Springer Verlag Frau Dr. Svenja Wahl, Frau Ursula Illig und Herr Michael Barton beigetragen. Ihnen allen sei in unserem Namen und im Namen unserer Leser gedankt.

Die Leserinnen und Leser bitten wir wie immer, uns auf Stärken und Schwächen hinzuweisen. Die vielen wertvollen Anregungen, die wir zur 5. Auflage erhalten haben, wurden in dieser Auflage berücksichtigt. Dafür danken wir unseren kritischen Lesern auch an dieser Stelle.

Niels Birbaumer

Robert F. Schmidt

Sektionsinhaltsverzeichnis

I Körpersysteme und ihre physiologische Regelung

- 1 Was ist Biologische Psychologie? – 1
- 2 Zellen und Zellverbände, besonders des Nervensystems – 11
- 3 Erregungsbildung und Erregungsleitung – 33
- 4 Synaptische Erregung und Hemmung – 49
- 5 Funktionelle Anatomie des Nervensystems – 71
- 6 Autonomes Nervensystem – 101
- 7 Endokrine Systeme (Hormone) – 117
- 8 Psychoneuroendokrinologie – 141
- 9 Psychoneuroimmunologie – 157

II Periphere Systeme und ihre Bedeutung für Verhalten

- 10 Blut, Herz und Kreislauf – 183
- 11 Atmung, Energie- und Wärmehaushalt – 211
- 12 Stoffaufnahme und -ausscheidung – 231
- 13 Bewegung und Handlung – 255

III Wahrnehmung

- 14 Allgemeine Sinnesphysiologie und Grundlagen der Wahrnehmungspsychologie – 297
- 15 Somatosensorik – 321
- 16 Nozizeption und Schmerz – 341
- 17 Das visuelle System – 375
- 18 Hören und Gleichgewicht – 415
- 19 Geschmack und Geruch – 439

IV Funktionen des Nervensystems und Verhalten

- 20 Methoden der Biologischen Psychologie – 459
- 21 Bewusstsein und Aufmerksamkeit – 495
- 22 Zirkadiane Periodik, Schlaf und Traum – 535
- 23 Vererbung – 571
- 24 Entwicklung und Altern – 593
- 25 Lernen und Gedächtnis – 619
- 26 Motivation – 661
- 27 Emotionen – 711
- 28 Kognitive Prozesse – 749

Inhaltsverzeichnis

I Körpersysteme und ihre physiologische Regelung

1 Was ist Biologische Psychologie?	1
1.1 Begriffsbestimmungen	2
1.2 Historische Entwicklung der Biologischen Psychologie und ihrer Methoden	4
1.3 Verhalten und Gehirn	7
2 Zellen und Zellverbände, besonders des Nervensystems	11
2.1 Grundlagen der Zellphysiologie	12
2.2 Stoffaustausch zwischen und in Zellen und in Geweben	17
2.3 Bausteine des Nervensystems	23
3 Erregungsbildung und Erregungsleitung	33
3.1 Das Ruhepotenzial	34
3.2 Das Aktionspotenzial	37
3.3 Fortleitung des Aktionspotenzials	43
4 Synaptische Erregung und Hemmung	49
4.1 Chemische Synapsen im Zentralnervensystem	50
4.2 Synaptische Transmitter und Modulatoren	56
4.3 Postsynaptische Rezeptoren	60
4.4 Synaptische Interaktion und Plastizität	65
4.5 Elektrische Synapsen	67
5 Funktionelle Anatomie des Nervensystems	71
5.1 Aufbau und Hauptabschnitte des Zentralnervensystems (ZNS)	72
5.2 Strukturen und Funktionen des Zwischenhirns, des limbischen Systems und der Basalganglien	75
5.3 Der Neokortex	87
5.4 Neurotransmitter und -modulatoren im ZNS	92
6 Autonomes Nervensystem	101
6.1 Bau und Aufgaben des peripheren autonomen Nervensystems	102
6.2 Neurotransmission im peripheren ANS	108
6.3 Arbeitsweise und supraspinale Kontrolle des peripheren ANS	110
7 Endokrine Systeme (Hormone)	117
7.1 Allgemeine Endokrinologie	118
7.2 Pankreashormone	123
7.3 Das hypothalamisch-hypophysäre Hormonsystem und seine Zielorgane	126

7.4 Sexualhormone und die Regulation der Gonadenfunktion	133
8 Psychoneuroendokrinologie	141
8.1 Umwelt, Körperrhythmen und Hormone	142
8.2 Emotionen und Hormone	146
8.3 Stress und Hilflosigkeit	149
9 Psychoneuroimmunologie	157
9.1 Aufbau und Arbeitsweise des Immunsystems	158
9.2 Physiologische Verbindungen zwischen Zentralnervensystem und Immunsystem	167
9.3 Verhalten und Immunsystem	173
9.4 Krankheit und Immunsystem	176

II Periphere Systeme und ihre Bedeutung für Verhalten

10 Blut, Herz und Kreislauf	183
10.1 Blut als Transportmedium	184
10.2 Herzmechanik	186
10.3 Erregungsbildung, Erregungsleitung und elektromechanische Kopplung im Herzen	189
10.4 Das Elektrokardiogramm, EKG	191
10.5 Die Anpassung der Herzleistung an den Bedarf	195
10.6 Akute Anpassung des Kreislaufs an den Bedarf	200
10.7 Mittel- und langfristige Regulation des Kreislaufs	205
11 Atmung, Energie- und Wärmehaushalt	211
11.1 Lungen- und Gewebeatmung	212
11.2 Energieumsatz des Menschen	219
11.3 Wärmebildung und Wärmeabgabe	222
11.4 Regelung der Körpertemperatur	225
12 Stoffaufnahme und -ausscheidung	231
12.1 Die Bestandteile menschlicher Nahrungsmittel und der Bedarf an Nährstoffen	232
12.2 Aufgaben und Arbeitsweise des Magen-Darm-Trakts	236
12.3 Aufgaben und Arbeitsweisen der Nieren, der Harnblase und der harnableitenden Wege	245
13 Bewegung und Handlung	255
13.1 Molekulare Mechanismen der Muskelkontraktion	256
13.2 Muskelmechanik	260
13.3 Zentralnervöse Kontrolle der Muskelkraft; Registrierung mit dem EMG	263

13.4 Nervöse Kontrolle von Haltung und Bewegung
im Überblick 265

13.5 Spinale motorische Reflexe 270

13.6 Stütz- und Zielmotorik 278

13.7 Pathophysiologie und Rehabilitation
des motorischen Systems 289

III Wahrnehmung

14 Allgemeine Sinnesphysiologie und Grundlagen der Wahrnehmungspsychologie 297

14.1 Grundbegriffe in der Sinnesphysiologie 298

14.2 Transduktion und Transformation in Sensoren 302

14.3 Neuronale Verschaltungen in sensorischen Systemen 305

14.4 Zentrale Weiterleitung und Verarbeitung somatoviszeraler Information 308

14.5 Allgemeine Wahrnehmungspsychologie 314

15 Somatosensorik 321

15.1 Mechanorezeption 322

15.2 Tiefensensibilität 328

15.3 Thermorezeption 332

15.4 Viszerale Sensibilität 336

16 Nozizeption und Schmerz 341

16.1 Wahrnehmungspsychologie des Schmerzes 342

16.2 Das periphere nozizeptive System 347

16.3 Zentrale nozizeptive Systeme 351

16.4 Pathophysiologie von Nozizeption und Schmerz 355

16.5 Psychophysiologie chronischer Schmerzen 361

16.6 Schmerztherapien 367

17 Das visuelle System 375

17.1 Wahrnehmungspsychologie des photopischen und skotopischen Sehens 376

17.2 Signalaufnahme und -verarbeitung im Auge 387

17.3 Signalverarbeitung in den subkortikalen und kortikalen visuellen Zentren 395

17.4 Augenbewegungen beim Sehen (Okulomotorik) 402

17.5 Hirnphysiologische Grundlagen kognitiver visueller Leistungen 406

18 Hören und Gleichgewicht 415

18.1 Wahrnehmungspsychologie des Hörens 416

18.2 Bau und Funktion des Hörsystems 422

18.3 Auditorische Signalverarbeitung 427

18.4 Wahrnehmungspsychologie des Gleichgewichtssinns 431

18.5 Bau und Funktion des vestibulären Systems 432

19 Geschmack und Geruch 439

19.1 Wahrnehmungspsychologie des Geschmacks 440

19.2 Bau, Funktion und Verschaltung des Schmeckorgans 443

19.3 Wahrnehmungspsychologie des Geruchssinns 447

19.4 Bau, Funktion und Verschaltung des Riechsystems 450

IV Funktionen des Nervensystems und Verhalten

20 Methoden der Biologischen Psychologie 459

20.1 Forschungsstrategien in den Neurowissenschaften 460

20.2 Neuroanatomische und neurochemische Methoden 461

20.3 Läsion und Reizung 464

20.4 Elektro- und Magnetenzephalogramm 468

20.5 Ereigniskorrelierte Hirnpotenziale und Magnetfelder 478

20.6 Bildgebende Verfahren 483

21 Bewusstsein und Aufmerksamkeit 495

21.1 Psychologie von Bewusstsein und Aufmerksamkeit 496

21.2 Die Großhirnhemisphären und Bewusstseinsformen 505

21.3 Neuroanatomische und neurochemische Grundlagen von Aktivierungsniveau und Aufmerksamkeit 512

21.4 Psychophysiologie von Bewusstsein und Aufmerksamkeit 526

22 Zirkadiane Periodik, Schlaf und Traum 535

22.1 Prinzipien zirkadianer Periodik 536

22.2 Der Nucleus suprachiasmaticus und molekulare Genetik zirkadianer Periodik 539

22.3 Zirkadiane Rhythmen 543

22.4 Schlaf und Traum 547

22.5 Neurobiologie der Schlafstadien 554

22.6 Psychophysiologie der Schlafstadien 559

22.7 Schlafstörungen 563

23 Vererbung 571

23.1 Klassische Genetik 572

23.2 Molekulare Genetik 575

23.3 Ablauf normaler und gestörter Vererbung 582

23.4 Polygene Vererbung und Verhaltensgenetik 587

24 Entwicklung und Alter 593

24.1 Entwicklung des Nervensystems 594

24.2 Altern des Menschen 603

24.3 Neurodegenerative Erkrankungen 611

25 Plastizität, Lernen und Gedächtnis	619	28 Kognitive Prozesse (Denken)	749
25.1 Psychologie von Lernen und Gedächtnis	620	28.1 Sprache, Vorstellungen und Denkprozesse	750
25.2 Erwerb von Wissen: Kurzzeit- und Langzeit- gedächtnis	627	28.2 Zerebrale Asymmetrie	756
25.3 Assoziative neuronale Plastizität	629	28.3 Evolution und Neurophysiologie der Sprache und deren Störungen	766
25.4 Zelluläre Korrelate von Lernen	642	28.4 Sprachstörungen	773
25.5 Neuropsychologie des explizit-deklarativen Gedächtnisses	650	28.5 Funktionen und Störungen des Parietalkortex . . .	779
25.6 Verhaltensmedizin und Biofeedback: Die Anwendung operanten Konditionierens auf pathologische Prozesse	655	28.6 Funktionen und Störungen des Temporallappens	782
		28.7 Funktionen und Störungen des Präfrontalkortex: exekutive und soziale Funktionen	788
		28.8 Störungen des Denkens: Die Schizophrenien	797
26 Motivation und Sucht	661		
26.1 Grundbegriffe der Motivation	662		
26.2 Durst und Hunger	667		
26.3 Sexualverhalten, Reproduktion und Partner- bindung	675		
26.4 Sexuelle Entwicklung	680		
26.5 Neuronale und kognitive Geschlechtsdifferenzen	685		
26.6 Gelernte Motivation und Suchtverhalten	692		
26.7 Neurobiologie süchtigen Verhaltens	698		
27 Emotionen	711		
27.1 Psychophysiologie von Gefühlen	712		
27.2 Vermeidung (Furcht und Angst)	722		
27.3 Trauer und Depression	733		
27.4 Aggression	739		

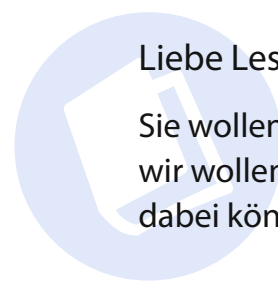
Anhang

Glossar	807
Abkürzungsverzeichnis	821
Quellenverzeichnis	825
Sachverzeichnis	839
Über die Autoren	882

Maßeinheiten und Normalwerte der Physiologie



Sagen Sie uns die Meinung!



Liebe Leserin und lieber Leser,
Sie wollen gute Lehrbücher lesen,
wir wollen gute Lehrbücher machen:
dabei können Sie uns helfen!

Lob und Kritik, Verbesserungsvorschläge und neue Ideen können Sie auf unserem Feedback-Fragebogen unter www.lehrbuch-psychologie.de gleich online loswerden.

Als Dankeschön verlosen wir jedes Jahr Buchgutscheine für unsere Lehrbücher im Gesamtwert von 500 Euro.

Wir sind gespannt auf Ihre Antworten!

Ihr Lektorat Lehrbuch Psychologie