

**Kohlhammer**  
**Urban** Taschenbücher

Grundriss der Psychologie Band 26

Ehlert/La Marca  
Abbruzzese/Kübler

# Biopsychologie



**Kohlhammer**  
**Urban** Taschenbücher

Band 722

# Grundriss der Psychologie

Herausgegeben von Bernd Leplow und Maria von Salisch

Begründet von Herbert Selg und Dieter Ulich

Diese Taschenbuchreihe orientiert sich konsequent an den Erfordernissen des Bachelorstudiums, in dem die Grundlagen psychologischen Fachwissens gelegt werden. Jeder Band präsentiert sein Gebiet knapp, übersichtlich und verständlich!

H. E. Lück

**Geschichte der Psychologie**

D. Ulich/R. Bösel

**Einführung in die Psychologie**

H. Selg/J. Klapprott/R. Kamenz

**Forschungsmethoden  
der Psychologie**

K. Rentzsch, A. Schütz

**Psychologische Diagnostik**

D. Ulich/P. Mayring

**Psychologie der Emotionen**

F. Rheinberg/R. Vollmeyer

**Motivation**

R. Guski

**Wahrnehmung**

F. J. Schermer

**Lernen und Gedächtnis**

L. Laux

**Persönlichkeitspsychologie**

H. M. Trautner

**Allgemeine Entwicklungs-  
psychologie**

J. Kienbaum/B. Schuhrke

**Entwicklungspsychologie  
der Kindheit**

T. Faltermaier/P. Mayring/  
W. Saup/P. Strehmel

**Entwicklungspsychologie  
des Erwachsenenalters**

T. Greitemeyer

**Sozialpsychologie**

H.-P. Nolting/P. Paulus

**Pädagogische Psychologie**

T. Faltermaier

**Gesundheitspsychologie**

J. Felfe

**Arbeits- und Organisations-  
psychologie, Bd. 1 und 2**

Ulrike Ehlert  
Roberto La Marca  
Elvira Abbruzzese  
Ulrike Kübler

# **Biopsychologie**

Verlag W. Kohlhammer

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen und sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche gekennzeichnet sind.

Es konnten nicht alle Rechtsinhaber von Abbildungen ermittelt werden. Sollte dem Verlag gegenüber der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar nachträglich gezahlt.

1. Auflage 2013

Alle Rechte vorbehalten

© 2013 W. Kohlhammer GmbH Stuttgart

Umschlag: Gestaltungskonzept Peter Horlacher

Gesamtherstellung:

W. Kohlhammer Druckerei GmbH + Co. KG, Stuttgart

Printed in Germany

ISBN 978-3-17-022371-4

E-Book-Formate:

pdf: ISBN 978-3-17-023971-5

# Inhalt

<b>Geleitwort</b> .....	9
<b>Vorwort</b> .....	11
<b>1 Biopsychologie</b> .....	13
1.1 Begriffsklärung .....	14
1.2 Die Teilgebiete der Biopsychologie .....	18
1.3 Die Bedeutung der Biopsychologie für die verschiedenen psychologischen Teilgebiete ....	19
1.4 Die Inhalte dieses Buches .....	20
<b>2 Genetik</b> .....	21
2.1 Grundlagen und neue Bereiche der Genetik ...	22
2.2 Forschungs- und Messmethoden in der Genetik – von der Beobachtung zur Molekularbiologie ...	56
2.3 Anwendungsbereiche genetischer Forschung ..	60
<b>3 Zentrales Nervensystem</b> .....	63
3.1 Aufbau und Funktionen von Gehirn und Rückenmark .....	64
3.2 Die Komplexität des Gehirns – von der Physiologie einer einzelnen Nervenzelle zu einem Konglomerat funktionaler Netzwerke ...	74
3.3 Strukturelle und funktionelle Messverfahren ...	79
3.4 Beeinflussung neuronaler Netzwerke zu therapeutischen Zwecken .....	81
<b>4 Autonomes Nervensystem</b> .....	83
4.1 Anatomische und physiologische Grundlagen ..	83
4.2 Aufgaben des Autonomen Nervensystems .....	88

4.3	Autonome Steuerung ausgewählter Organsysteme .....	91
4.4	Messverfahren unter Ruhe und Aktivierung ...	100
4.5	Therapeutischer Nutzen der Beeinflussung des Autonomen Nervensystems .....	111
<b>5</b>	<b>Endokrines System .....</b>	<b>117</b>
5.1	Grundlagenwissen zu Hormonen .....	118
5.2	Morphologie des endokrinen Systems .....	123
5.3	Rezeptoren und die wichtigsten Hormone ...	127
5.4	Kommunikationswege und Wirkung von Hormonen .....	142
5.5	Die Überprüfung hormoneller Funktionen ...	152
5.6	Die Messung von Hormonkonzentrationen ...	154
5.7	Von der Hormonforschung in die Alltags- anwendung .....	156
<b>6</b>	<b>Immunsystem .....</b>	<b>158</b>
6.1	Grundlagen .....	159
6.2	Die angeborene Immunabwehr .....	163
6.3	Die erworbene Immunabwehr .....	169
6.4	Die lymphatischen Organe .....	180
6.5	Ablauf einer Immunantwort .....	185
6.6	Wie lässt sich die Körperabwehr messen? .....	191
6.7	Immunmodulierende Behandlungsmethoden ..	194
<b>7</b>	<b>Erklärungskonzepte der Biopsychologie .....</b>	<b>198</b>
7.1	Stress .....	201
7.2	Homöostase und Allostase .....	206
7.3	Psychologische Einflüsse auf die biologische Stressantwort .....	209
7.4	Modulation psychologischer Prozesse durch biologische Vorgänge .....	212

---

<b>8</b>	<b>„Kontrollieren geht über Studieren“ gilt auch für die Biopsychologie</b> .....	214
8.1	Biopsychologische Rhythmen .....	216
8.2	Geschlecht .....	218
8.3	Alter .....	219
8.4	Body Mass Index .....	221
8.5	Körperliche Aktivität .....	222
8.6	Suchtmittel .....	224
<b>9</b>	<b>Die Komplexität der Beziehungen zwischen Genetik, Nerven-, Immun- und endokrinem System</b> .....	229
9.1	Reziproke Beziehung zwischen endokrinem und Nervensystem .....	229
9.2	Reziproke Beziehung zwischen Immun- und endokrinem System .....	232
9.3	Reziproke Beziehung zwischen Nerven- und Immunsystem .....	234
9.4	Einfluss von Genetik auf das Beziehungsdreieck aus Nerven-, Immun- und endokrinem System .....	240
	<b>Literatur</b> .....	243
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	253
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .... Umschlaginnenseiten U2 u. U3	



# Geleitwort

Neue Studiengänge brauchen neue Bücher! Bachelor und Master sind nicht einfach verkürzte Diplom- oder Magisterausbildungen, sondern stellen etwas qualitativ Neues dar. So gibt es jetzt Module, die in sich abgeschlossen sind und aufeinander aufbauen. Sie sind jeweils mit Lehr- und Lernzielen versehen und spezifizieren sehr viel genauer als bisher, welche Themen und Methoden in ihnen zu behandeln sind. Aus diesen Angaben leiten sich Art, Umfang und Thematik der Modulprüfungen ab. Aus der Kombination verschiedener Module ergeben sich die neuen Bachelor- und Masterstudiengänge, welche in der Psychologie konsekutiv sind, also aufeinander aufbauen. Die Bände der Reihe „Grundriss der Psychologie“ konzentrieren sich auf das umgrenzte Lehrgebiet des Bachelor-Studiums.

Da im Bachelorstudium die Grundlagen des psychologischen Fachwissens gelegt werden, ist es uns ein Anliegen, dass sich jeder Band der Reihe „Grundriss der Psychologie“ ohne Rückgriff auf Wissen aus anderen Teilgebieten der Psychologie lesen lässt. Jeder Band der Grundrissreihe orientiert sich an einem der Module, welche die Deutsche Gesellschaft für Psychologie (DGPs) im Jahr 2005 für die Neugestaltung der Psychologieausbildung vorgeschlagen hat. Damit steht den Studierenden ein breites Grundwissen zur Verfügung, welches die wichtigsten Gebiete aus dem vielfältigen Spektrum der Psychologie verlässlich abdeckt. Dies ermöglicht nicht nur den Übergang auf den darauf aufbauenden Masterstudiengang der Psychologie, sondern auch eine erste Berufstätigkeit im psychologisch-assistierenden Bereich.

So führt der Bachelorabschluss in Psychologie zu einem eigenen, berufsbezogenen Qualifikationsprofil. Aber auch Angehörige anderer Berufe können von einer ergänzenden Bachelorausbildung in Psychologie profitieren. Überall dort, wo menschliches Verhalten und Erleben Entscheidungsabläufe

beeinflusst, hilft ein fundiertes Grundwissen in Psychologie. Die Bandbreite reicht vom Fachjournalismus über den Erziehungs- und Gesundheitsbereich, die Wirtschaft mit diversen Managementprofilen, die Architektur und die Ingenieurwissenschaften bis hin zu Führungspositionen in Militär und Polizei. Die Finanz- und Wirtschaftskrise der Jahre 2008/09 ist nur ein Beispiel für die immense Bedeutung von Verhaltensfaktoren für gesellschaftliche Abläufe. Die wissenschaftliche Psychologie bietet insofern ein Gerüst, über welches man auf die Gesellschaft positiv Einfluss nehmen kann. Daher können auch Studierende und Praktiker aus anderen als den klassischen psychologischen Tätigkeitsfeldern vom Bachelorwissen in Psychologie profitieren. Weil die einzelnen Bände so gestaltet sind, dass sie psychologisches Grundlagenwissen voraussetzungsfrei vermitteln, sind sie also auch für Angehörige dieser Berufsgruppen geeignet.

Jedes Kapitel ist klar gegliedert und schließt mit einer übersichtlichen Zusammenfassung, Literaturempfehlungen runden die Kapitel ab. Als weitere Lern- und Verständnishilfen wurden Exkurs-Kästen, Beispiele, Erklärungen und Definitionen aufgenommen. Wo es sich anbietet, wird besonders Wichtiges in einem Merke-Satz wiederholt.

Wir danken den ehemaligen Herausgebern Herbert Selg und Dieter Ulich für ihr langjähriges Engagement bei der Etablierung der Reihe. Den Leserinnen und Lesern wünschen wir vielfältige Erkenntnisse und Erfolge mit den Bänden der Reihe „Grundriss der Psychologie“.

Maria von Salisch  
Bernd Lepow

# Vorwort

Das vorliegende Buch wurde von uns geschrieben, um Studierenden der Psychologie den Einstieg in das Teilgebiet der Biopsychologie zu erleichtern und das Interesse für dieses interdisziplinäre Forschungsfeld zu wecken.

Das Forschungsfeld der Biopsychologie, also der modernen Auseinandersetzung mit dem Leib-Seele-Zusammenhang, ist sehr schnelllebig, was dazu führt, dass nahezu täglich neue Befunde veröffentlicht werden, die das Wissen einerseits erweitern, andererseits unter Umständen neue Forschungsfragen aufwerfen oder frühere Erkenntnisse in Zweifel ziehen. Aus diesem Grund haben wir uns in diesem Buch auf relativ gut gesichertes Basiswissen beschränkt, welches dem aktuellen Stand der Wissenschaft entspricht. Auch haben wir, im Gegensatz zu bekannten deutschsprachigen Lehrbüchern der Biopsychologie, eine inhaltliche Auswahl aus dem Gesamtfeld der Biopsychologie getroffen. Diese Auswahl hat zwei Gründe: Viele Lehrbücher sind so umfassend wie ein ausführlicher Fragebogen, z. B. der NEO-PI-R mit rund 30 Skalen und 240 Items (Persönlichkeitsfragebogen von Costa und McCrae; Ostendorf & Angleitner, 2003), wohingegen sich unser Buch mit der Kurzform des NEO-FFI mit 5 Skalen und rund 60 Items vergleichen lässt. Dies bietet dem Leser einen schnellen und kompletten Überblick über wichtige Felder der Biopsychologie, allerdings ohne auf die vielen Feinheiten einzugehen. Darüber hinaus sind wir der Ansicht, dass wir am besten über die Inhalte schreiben sollten, für die jeweils mindestens einer der Autoren<sup>1</sup> eine Kernkompetenz besitzt.

---

1 Aus Vereinfachungsgründen haben wir in diesem Buch nicht explizit zwischen der weiblichen und männlichen Wortform unterschieden. Wird der männliche Begriff verwendet, sind gleichzeitig auch alle Frauen gemeint (bei den Autoren dieses Buches ist das Verhältnis ja drei zu eins!).

Als Wissenschaftler und Dozenten dieses Fachgebietes haben wir versucht, uns daran zu erinnern, wie das war, als wir uns zum ersten Mal mit all diesen Fachbegriffen und komplexen Zusammenhängen konfrontiert sahen und diese lernen mussten. Ausgehend von dieser Perspektive haben wir den Versuch unternommen, die Themen einerseits wissenschaftlich korrekt und fundiert, andererseits aber auch leichter verständlich als in den üblichen Fachbüchern zugänglich zu machen. Darüber hinaus haben wir uns bemüht, die Sachverhalte in eine logische Reihenfolge zu bringen, möglichst viele grundlegende Inhalte zu erklären und durch Beispiele zu illustrieren. Wir haben auch versucht, das Ganze grafisch auszudrücken, um die teilweise komplexen Zusammenhänge und Prozesse auf den Punkt zu bringen. Das Abkürzungsverzeichnis auf den beiden Umschlaginnenseiten und das Stichwortverzeichnis werden sicherlich helfen, den Überblick zu behalten.

Falls es dennoch mal „drunter und drüber“ gehen sollte, empfehlen wir, die Ruhe zu bewahren, denn manchmal muss das Gehirn erst ein wenig integrieren und konsolidieren, bevor dann plötzlich der „Aha-Effekt“ kommt. Das kreative Chaos wird sich lichten und manchmal bringt es auch neue, spannende Fragen hervor! Für alle Leser, die sich über diese Einführung hinaus mit den verschiedenen biopsychologischen Fragestellungen auseinandersetzen wollen, haben wir an jedem Kapitelende weiterführende Literaturangaben angefügt.

In diesem Sinne soll das vorliegende Lehrbuch als Einstieg in ein interdisziplinäres Forschungsgebiet ebenso wie als Nachschlagewerk für die Themen des Grundstudiums der Biopsychologie dienen. Wir hoffen, den Lesern dieses Buches zu neuen Erkenntnissen zu verhelfen und ihnen auch ein wenig von der Begeisterung zu vermitteln, die uns in der biopsychologischen Forschung selbst antreibt.

Zürich, Februar 2013

Ulrike Ehlert, Roberto La Marca, Elvira Abbruzzese  
und Ulrike Kübler

# 1 Biopsychologie

Die Psychologie ist eine etablierte Wissenschaft, die zur Erklärung menschlichen Verhaltens in nahezu allen Lebensbereichen genutzt wird. Dabei sind jedoch mindestens zwei Aspekte zu beachten: Erstens denken die meisten Menschen über die Gründe, weshalb sie sich auf eine bestimmte Art und Weise verhalten, oft nicht so genau nach und sind dementsprechend über die Konsequenzen ihres Handelns nicht selten erstaunt. Zweitens braucht es für wissenschaftliche Erklärungen menschlichen Verhaltens neben dem psychologischen Wissen häufig die Erkenntnisse aus anderen wissenschaftlichen Disziplinen. Diese beiden Behauptungen lassen sich am besten an einem Beispiel veranschaulichen.

## Beispiel

► Die Psychologin Martie Haselton von der University of California in Los Angeles konnte zusammen mit ihrer Arbeitsgruppe nachweisen, dass junge Frauen, die keine Pille einnahmen und deshalb ihren Hormonhaushalt nicht künstlich beeinflussten, zum Zeitpunkt ihres Eisprungs von unabhängigen Beurteilern attraktiver beurteilt wurden als zu anderen Zeitpunkten während ihres Zyklus (Haselton et al., 2007). Die Forschergruppe fand außerdem heraus, dass sich insbesondere Frauen, die sich nicht in einer festen Partnerschaft befanden, in der Zyklusmitte, also dann, wenn es zum Eisprung kommt, „weiblicher“ kleideten als in anderen Zyklusphasen (Durante, Li & Haselton, 2008). Interessanterweise waren sich die Frauen weder ihrer unterschiedlichen Ausstrahlung noch ihrer Kleidungspräferenzen bewusst. Dr. Haselton beschreibt diese Art von Forschung als evolutionäre Sozialwissenschaft. Sie untersucht den Zusammenhang zwischen weiblichem Sozialverhalten (z. B. „Kleidungsstil“) und hormonellen Veränderungen im Menstruationszyklus. Es geht in diesem Forschungsbeispiel um



die Vernetzung von Natur- und Sozialwissenschaften mit dem Ziel herauszufinden, wie die Evolution das Sozialverhalten verändert. Diese Forschungsrichtung wird auch als evolutionäre Neurowissenschaften bezeichnet, wobei die Neurowissenschaften eine große inhaltliche Schnittmenge mit der Biopsychologie haben. ◀◀

Die Zusammenarbeit von Forschern verschiedener Teilgebiete innerhalb der Psychologie (*intradisziplinär*) und unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen (*interdisziplinär*) kann dazu beitragen, die Grundfragestellungen der Biopsychologie differenziert zu betrachten und gemeinsame Erklärungen zu erarbeiten. Die biopsychologische Grundfrage bezieht sich auf die

- Leib-Seele-Diskussion, auch bezeichnet als
- „Mind-Body“-Relation und im angewandten klinischen Umfeld als
- die Psychosomatik.

## 1.1 Begriffsklärung



### Definition

► Die Biopsychologie beschäftigt sich mit der experimentellen Erforschung der biologischen Grundlagen psychischer Prozesse. Untersucht wird der Einfluss dieser Prozesse auf körperliche Vorgänge und umgekehrt. Es geht also um die Interaktion zwischen biologischen Strukturen (Anatomie) und Vorgängen (Funktion) z. B. des Gehirns, des kardiovaskulären, endokrinen und immunologischen Systems auf der einen Seite und Emotionen, Kognitionen und Verhalten auf der anderen Seite. ◀◀

Diese Interaktion zeigt sich an folgendem Beispiel.



### Beispiel

► Menschen können traumatische Situationen erleben. Ein Trauma ist definiert als ein Ereignis, bei dem für die eigene oder eine andere Person eine lebensbedrohliche Situation besteht und in dieser Situation intensive Furcht, Hilflosigkeit und Entsetzen

erlebt wird (vgl. Sass, Wittchen & Zaudig, 2003). Bei einem Teil der Betroffenen kann infolge dieser Traumatisierung eine Posttraumatische Belastungsstörung auftreten. Diese Störung ist u. a. durch ein starkes Vermeidungsverhalten traumabezogener Reize, willentlich nicht kontrollierbarer Wiedererinnerungen und deutlicher Stimmungseinbrüche charakterisiert. Aufgrund des Wiederanhörens eines Berichts über das selbsterlebte Trauma zeigen viele der betroffenen Patienten

- verlängerte Reaktionszeitlatenzen bei Aufmerksamkeitsaufgaben,
- eine hohe Freisetzung von Stresshormonen,
- eine heftige Schreckreaktion, die z. B. durch die Geschwindigkeit des Muskeltonus beim Lidschlussreflex bestimmt werden kann. ◀◀

Für die Aufklärung psychischer Auffälligkeiten, die mit psychophysiologischen, hormonellen und immunologischen Besonderheiten einhergehen, ist es notwendig, *intradisziplinär* und *interdisziplinär* zu arbeiten. In dem gewählten Beispiel ist es z. B. notwendig, die Störungsmerkmale genau zu beschreiben (Erkenntnisse der Psychopathologie) und experimentell zu prüfen, ob bestimmte Symptome mit biopsychologischen Besonderheiten, welche mittels spezifischer Forschungsmethoden erfasst werden können, einhergehen. Es könnte beispielsweise untersucht werden, ob kognitionspsychologische Konzepte wie eine reduzierte Aufmerksamkeitsleistung für die Reaktionszeitlatenzen der Patienten herangezogen werden können und ob diese Auffälligkeiten mit hirnmorphologischen Besonderheiten (Ergebnisse aus Bildgebungsuntersuchungen) einhergehen.

Zur Bearbeitung biopsychologischer Fragestellungen bedarf es also einer breiten Palette von Forschungserkenntnissen. Entsprechend einer modernen Sichtweise gehören jene biopsychologischen Fragestellungen, die sich auf die Anatomie und Physiologie des neuronalen Systems beziehen, in den Bereich der Neurowissenschaften. Allerdings wird auch das Wissen aus grundlagenmedizinischen Fächern benötigt, damit physiologische Vorgänge, die mit psychologischen Prozessen einhergehen, erklärt werden können.

Um die Zusammenhänge zwischen Kognitionen, Emotionen, Verhalten und physiologischen Prozessen erklären zu können, brauchen wir in der Biopsychologie Kenntnisse über:

1. Die *Anatomie* des Körpers, sowohl im Bezug auf die Körperperipherie (z. B. Herzkreislaufsystem, Verdauungssystem) als auch im Bezug auf das zentrale Nervensystem (z. B. die Neuroanatomie des Gehirns).
2. Die peripher- und neurophysiologischen *Funktionen* des Körpers. Dazu gehören z. B. die Endokrinologie, die Immunologie und die neuronale Aktivität.
3. Die genetischen *Grundlagen* und ihre Beeinflussbarkeit durch Umweltfaktoren.
4. Die Möglichkeiten der experimentellen *Manipulation* physiologischer Vorgänge (z. B. pharmakologische Stimulation und Suppression).
5. Das Wissen über die *Messmethoden*, mit denen die verschiedenen physiologischen Prozesse erfasst werden können.

Die Komplexität biopsychologischer Fragestellungen wird in **Abbildung 1.1** aufgezeigt. Wenn Ereignisse (Stressoren, Traumata) auf eine Person einwirken, bedarf es einer zentralnervösen Verarbeitung dieser Ereignisse. Diese Verarbeitung geht mit Bewertungsprozessen (Kognitionen) und emotionalen Reaktionen einher. Die Verarbeitung wird jedoch auch von genetischen Voraussetzungen, früheren Erfahrungen, entwicklungsbedingten Besonderheiten und der körperlichen Konstitution beeinflusst. Die körperlichen Reaktionen (physiologische Anpassungsleistungen an das Ereignis/den Stressor) und das damit verbundene Verhalten können entweder eine erfolgreiche Anpassung an das Ereignis/den Stressor bewirken oder bei häufigerer Fehlanpassung an Stressoren zu einer Fehlanpassung (z. B. körperliche und/oder psychische Erschöpfung) führen oder krank machen (siehe dazu auch das Allostasemodell, das in Kap. 7 vorgestellt wird).

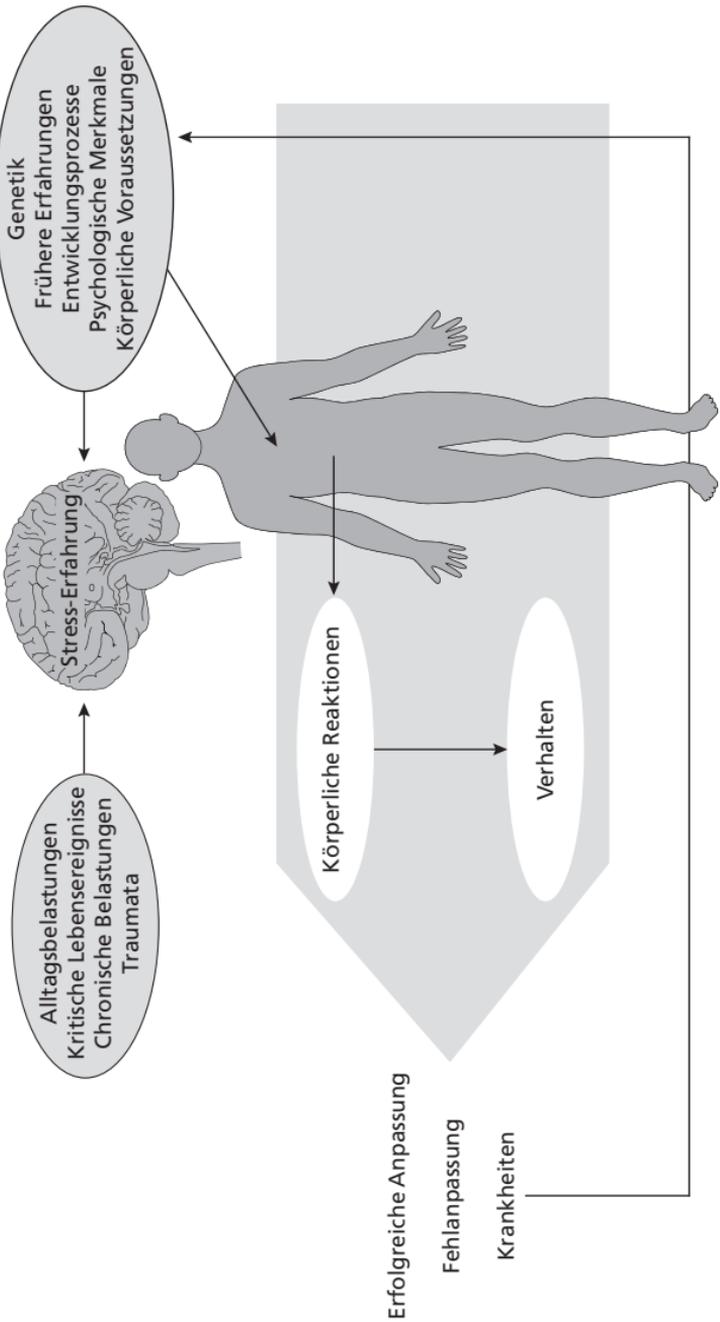


Abb. 1.1: Die Komplexität der Anpassungsleistungen an Ereignisse/ Stressoren

## 1.2 Die Teilgebiete der Biopsychologie

Es existieren sehr unterschiedliche Vorstellungen darüber, in welche Teilgebiete die Biopsychologie zu gliedern ist. Beispielsweise beschreiben Pinel und Pauli (2007) sechs Teilgebiete der Biopsychologie, die eine stark neuropsychologisch-neurowissenschaftliche Sichtweise der Biopsychologie repräsentieren:

1. Physiologische Psychologie (primär tierexperimentelle Manipulationen zur Untersuchung der neuronalen Mechanismen des Verhaltens)
2. Psychopharmakologie (Effekte von Pharmaka auf Mensch und Tier)
3. Neuropsychologie (Auswirkungen von Gehirnläsionen auf das Verhalten)
4. Psychophysiologie (nichtinvasive Messung von physiologischen Vorgängen, mehrheitlich am Menschen)
5. Kognitive Neurowissenschaften (Messung kognitiver Prozesse, mehrheitlich mit Bildgebungsmethoden)
6. Vergleichende Psychologie (Erfassung evolutionärer Aspekte menschlichen Verhaltens durch Vergleiche zwischen verschiedenen Spezies oder Menschen verschiedener Kulturen).

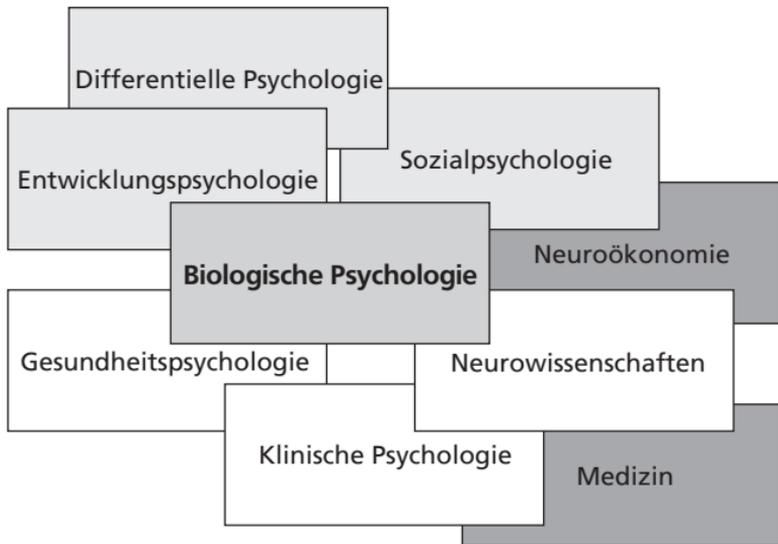


### Definition

► Eine breitere und pragmatischere Unterteilung der Biopsychologie, die diesem Buch zugrunde liegt, beinhaltet die Bereiche:

1. Genetische und anatomische Grundlagen der Verhaltensregulation
2. Physiologie der Reizaufnahme, -verarbeitung und Verhaltenssteuerung
3. In-vivo- und In-vitro-Messung von Verhaltenskorrelaten. ◀◀

### 1.3 Die Bedeutung der Biopsychologie für die verschiedenen psychologischen Teilgebiete



**Abb. 1.2:** Die Biopsychologie und wichtige verwandte Wissensdisziplinen

Eine Besonderheit der Biopsychologie besteht darin, dass sowohl psychologische als auch biologische (anatomische und physiologische) Merkmale als abhängige oder unabhängige Messgrößen erhoben und zur Verhaltensklärung herangezogen werden können. Daraus resultiert, dass die Biopsychologie

1. Wissen aus verschiedenen Teilgebieten der Psychologie zur Erklärung originär biopsychologischer Fragestellungen heranzieht und
2. umgekehrt die Biopsychologie wichtiges Wissen zur Aufklärung von Fragestellungen beispielsweise der Klinischen Psychologie, der Sozial-, Entwicklungs- und Persönlichkeitspsychologie liefert.

Der wechselseitige intra- und interdisziplinäre Wissenstransfer ist beispielhaft in **Abbildung 1.2** dargestellt.

## 1.4 Die Inhalte dieses Buches

In diesem Buch wird eine Auswahl aus den oben definierten drei Bereichen der Biopsychologie getroffen – zum einen, weil es unrealistisch ist, in einem Einführungsbuch in die Biopsychologie alle Gebiete umfassend und verständlich erklären zu können, zum anderen, weil wir als Autorengruppe in den im Folgenden abzuhandelnden Themen unsere Forschungsexpertise haben. In den einzelnen Kapiteln dieses Buches gibt es jeweils einen Grundlagenteil zur Anatomie und Funktion bestimmter physiologischer Systeme, die für die Biopsychologie relevant sind. Darüber hinaus werden für jedes dieser Systeme die entsprechenden Messmethoden und der Bezug zur Praxis bzw. der therapeutischen Anwendung aufgezeigt. Die Inhalte beziehen sich auf Genetik, Zentrales und Autonomes Nervensystem, Endokrinologie und Immunologie. In den letzten Kapiteln des Buches werden gezielt die Vernetzung mit psychologischen Grundkonzepten und die Komplexität der Beziehungen zwischen Genetik, Nerven-, Immun- und endokrinem System erläutert.

### Zusammenfassung

Die Biopsychologie ist ein aktuelles, intensiv beforschtes Teilgebiet der Psychologie, das die biologischen Grundlagen psychischer Prozesse experimentell erforscht. Ihre Grundlagen liegen sowohl in der Psychologie als auch in den medizinischen Grundlagenwissenschaften. Es gibt ein breites Methodenrepertoire, das von der Intra- und Interdisziplinarität profitiert.

### Literaturempfehlungen

- Birbaumer, N. & Schmidt, R. F. (2010). *Biologische Psychologie* (7. Aufl.). Berlin: Springer.
- Ehlert, U. (Hrsg.). (2003). *Verhaltensmedizin*. Berlin: Springer.
- Ehlert, U. & von Känel, R. (2010). *Psychoendokrinologie und Psychoimmunologie*. Berlin: Springer.
- Pinel, J. P. J. & Pauli, P. (2007). *Biopsychologie*. München: Pearson Studium.
- Breedlove, S. M., Watson, N. V. & Rosenzweig, M. R. (2010). *Biological Psychology* (6. Aufl.). Hampshire: Palgrave Macmillan.

## 2 Genetik

Als Genetik wird weitläufig die Lehre der Vererbung bezeichnet. Der Begriff der Genetik beinhaltet das Wissen über die Basis des Lebens, also das Wissen darüber, wie Leben entsteht, sich entwickelt und weitergegeben wird. Was auf den ersten Blick relativ überschaubar klingt, umfasst heutzutage bei genauerem Hinsehen eine Vielzahl von Aspekten und Subdisziplinen, die intensiv beforscht werden und deren neue Ergebnisse teilweise ganz unbemerkt Einfluss in unseren Alltag nehmen.

Neben Wissenschaftlern aus den Forschungsbereichen der Genetik, Chemie, Biologie, Physik und Psychologie nehmen Molekularbiologen einen herausragenden Stellenwert in der aktuellen genetischen Forschung ein. Sie untersuchen Zusammenhänge zwischen Desoxyribonukleinsäure (DNA), Ribonukleinsäure (RNA) sowie Proteinen (= Eiweiße), also den molekularen Grundbausteinen und Prozessen des Lebens. Die bereits von Francis Galton gestellte Frage nach „nature versus nurture“, also danach, was angeboren ist und was durch die Umwelt bedingt ist, hat in den letzten Jahren durch die Epigenetik eine neue Ebene der Schnittstelle zwischen Psyche und Soma gefunden.

### Merke

► Wurde bis anhin (fälschlicherweise) angenommen, dass der Ausdruck „genetisch bedingt“ gleichzusetzen ist mit „unveränderbar“, so legen die Forschungsergebnisse der letzten Jahre nahe, dass unsere Gene bzw. deren Lesbarkeit bis zu einem bestimmten Grad sehr wohl durch die Umwelt wie auch durch unser eigenes Verhalten, unsere Gefühle und Gedanken beeinflussbar sind. ◀◀



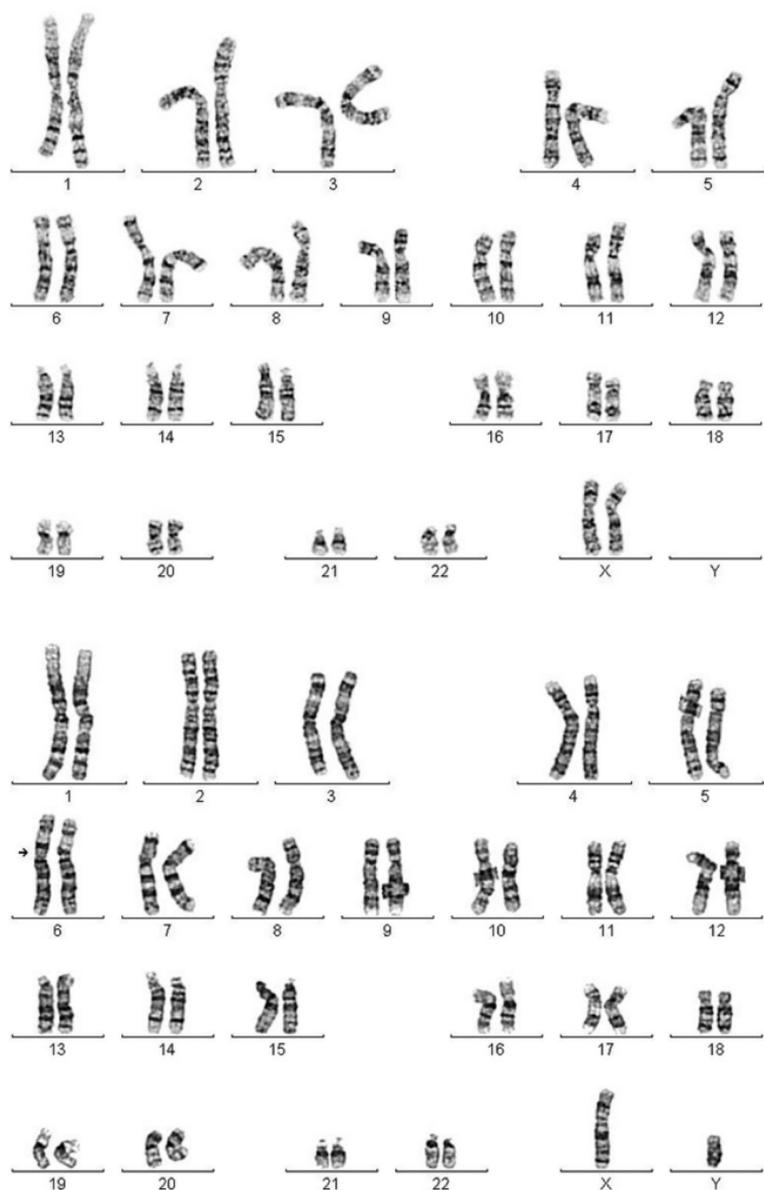
Im Folgenden wird genetisches Basiswissen aufgezeigt. Dabei soll spezifisch die Genetik des Menschen besprochen werden, ohne dabei auf Variationen bei weiteren Spezies einzugehen. In einem

ersten Schritt werden Grundlagen der Genetik sowie neue Forschungsgebiete aufgezeigt. Anschließend werden die Prinzipien der Vererbung kurz wiederholt, um danach den Aufbau sowie die Aufgaben der DNA und RNA näher zu betrachten. Vertiefend wird die Genexpression besprochen, welche für sämtliche physiologischen, aber eben auch psychologischen Prozesse wie unser Fühlen, Denken und Verhalten relevant ist, und schließlich werden die Verdoppelung des genetischen Materials bei einer Zellteilung (Mitose) sowie die Weitergabe genetischen Materials über die Geschlechtszellen (Meiose) näher beschrieben. Zum Schluss dieses Kapitels werden Forschungs- und Messmethoden sowie Anwendungsbereiche genetischer Forschung erörtert.

## 2.1 Grundlagen und neue Bereiche der Genetik

Bei der Zeugung eines Menschen, also bei der Verschmelzung von einem Spermium mit einer Eizelle, werden 23 *Chromosomen* vom Vater und 23 Chromosomen von der Mutter vereint, so dass – bis auf das geschlechtsbestimmende Chromosom (*Gonosom*) – alle Chromosomen homolog (also immer zwei Chromosomen, die für dasselbe codieren) vorhanden sind. Während bei Frauen auch die Gonosomen homolog sind und als „XX“ bezeichnet werden, haben Männer zwei unterschiedliche Gonosomen, nämlich ein „X“-förmiges (von der Mutter) und ein „Y“-förmiges (vom Vater).

Als Karyogramm (s. **Abb. 2.1**) wird die Darstellung sämtlicher Chromosomen einer Zelle bezeichnet. Dabei werden die homologen Chromosomen (also jeweils eines der Mutter und eines des Vaters) „nebeneinandergelegt“. Während Männer ein X- und ein Y-Geschlechtschromosom haben, zeigen Frauen zwei X-Geschlechtschromosomen. Da die Chromosomen in der sogenannten Metaphase einer Zellteilung (vgl. Abschnitt „Vervielfältigung und Weitergabe genetischer Information: Mitose und Meiose“, S. 47) am stärksten kondensieren und unter dem Lichtmikroskop gut sichtbar sind, stammen die Chromosomen-Abbildungen eines Karyogramms immer aus dieser Phase.



**Abb. 2.1:** Karyogramm eines Menschen (Zwei-Chromatid-Chromosomen in der Metaphase)

Auf unseren Chromosomen ist die gesamte vererbare Information in Form von Genen (kleine Untereinheiten auf den Chro-

mosomen) gespeichert. Die Chromosomen enthalten den Bauplan unseres Lebens sowie die Information, zu welchem Zeitpunkt was zu geschehen hat. Unsere Gene begleiten uns ein Leben lang. Fehler in diesem Bauplan können gravierende Folgen haben und zu einer Erkrankung oder zum Tod führen. Je nach Zellpopulation und Aufgaben der betreffenden Zellen werden jeweils andere Gene im Zellkern „abgelesen“ oder eben exprimiert.

Dementsprechend ist die Steuerung der *Genexpression*, also die Regulation des Organismus, wann welches Gen „abgelesen“ werden und welches Protein in der Folge „zusammgebaut“ werden muss, höchst relevant. Diese Vorgänge laufen in einem gesunden Organismus „automatisch“ ab und unterliegen u. a. einer zirkadianen Rhythmik (vgl. Kap. 8.1).

Grundsätzlich ist die genetische Information, die wir ab dem Zeitpunkt unserer Zeugung in jeder einzelnen Zelle in uns tragen, unveränderlich und kann lediglich unter extremen äußeren Einflüssen, wie beispielsweise radioaktiver Strahlung, verändert werden. Zu glauben, dass der „Output“ unserer genetischen Information aus diesem Grund nicht beeinflussbar ist, ist jedoch falsch! Da wir ständig den Anforderungen der Umwelt ausgesetzt sind, muss ein gut funktionierender Organismus äußerst flexibel und anpassungsfähig sein.



### Merke

► Die genetische Information in Form von Genen bleibt üblicherweise stabil, während die Lesbarkeit sowie die Häufigkeit, mit der ein Gen abgelesen wird (vgl. Abschnitt „Genexpression – von der DNA zum Protein“), variieren und durch äußere Umstände beeinflusst werden kann. ◀◀



### Beispiel

► Unser Organismus muss in der Lage sein, sich ständig ändernden Anforderungen anpassen zu können, um überlebensfähig zu sein. So muss beispielsweise nach einer kohlenhydratreichen Nahrungsaufnahme Insulin produziert werden, damit der Blutzuckerspiegel gesenkt wird. In spezifischen Zellen der Bauchspeicheldrüse wird daher auf dem Chromosom 11 der „Bauplan“ für Insulin abgelesen und die Produktion in Gang

gesetzt. Solche Anpassungen an Veränderungen erfolgen fortlaufend.

Ebenso können Erlebnisse und Erfahrungen langfristig die „Lesbarkeit“ bestimmter Gene beeinflussen, indem chemische Strukturen an die DNA angehängt werden (vgl. u., Exkurs-Kasten). In diesem Zusammenhang wird auch von einem „zweiten genetischen Code“ gesprochen, der im Rahmen des relativ jungen Forschungszweiges der Epigenetik intensiv beforscht wird (vgl. a. Spork, 2009; Kegel, 2011). Wenn das Genom (s. **Tab. 2.1**, S. 27 ff.) als die Noten eines Musikstücks verstanden wird, dann wäre das Epigenom sozusagen die Angabe dazu, welche Noten laut oder leise, crescendo oder diminuendo gespielt werden sollen (und je nach epigenetischer Information, ob eine Note überhaupt gespielt werden soll). Solche epigenetischen Muster können sich im Laufe eines Lebens verändern und beeinflussen maßgeblich die Genexpression. Auf diesem Weg kann die individuelle Genetik sehr wohl durch die Umwelt und durch das Erleben beeinflusst werden. ◀◀

In der Epigenetik wird untersucht, wie Umwelteinflüsse im weitesten Sinne (darunter sind auch beispielsweise Emotionen zu verstehen!) den Aktivitätszustand von Genen beeinträchtigen und verändern können („epi“ aus dem Griechischen: „daneben, obenauf“). Die Lesbarkeit der Gene wird beispielsweise durch die Methylierung, also das Anhängen einer bestimmten chemischen Gruppe an die DNA (s. **Tab. 2.1**, S. 27 ff.), Histonmodifikationen, also chemische Veränderungen an Histonproteinen (s. **Tab. 2.1**), oder Mechanismen, welche durch spezifische RNAs (vgl. Kap. 2.1.3) zustande kommen, „manipuliert“, so dass ein Gen ausgeschaltet (weil es nicht mehr gelesen werden kann) oder stark aktiviert wird (weil es sehr intensiv gelesen wird). Prozesse der epigenetischen Modulation kommen in der natürlichen Entwicklung vor und gehören mit zu den wichtigen Regulationsmechanismen der Genetik, wobei solche Veränderungen auch an der Entstehung von Krankheiten beteiligt sind. Die Stabilität sowie die mögliche Reversibilität solcher pathogenen Effekte sind bislang noch unzureichend erforscht.

Neuere Forschungsergebnisse verweisen darauf, dass solche epigenetischen Muster transgenerational, also über Generationen hinweg, weitergegeben werden können. So wird u. U. nicht nur eine Genausprägung (Allel), sondern auch die Information über die Lesbarkeit eines Gens vererbt. Ist beispielsweise die Lesbarkeit eines Gens für einen Neurotransmitter (vgl. Kap. 3 und Kap. 5) epigenetisch beeinträchtigt, kann es zu einer Unausgeglichenheit bei der Synthese des betreffenden Neurotransmitters und in der Folge zu psychischen und anderen Störungen kommen. Aktuell werden Veränderungen epigenetischer Markierungen insbesondere in der Krebsforschung genau betrachtet, da eine starke Mitbeteiligung epigenetischer Phänomene an der Entstehung von Krebs vermutet wird. Des Weiteren kann die Bedeutung frühkindlicher Erlebnisse und deren Einfluss auf das weitere Leben mittlerweile auch auf molekularbiologischer Ebene nachgewiesen werden.



### Beispiel

► Die Forschergruppe um Michael Meaney in Montréal konnte bei Ratten zeigen, dass Rattennachwuchs, welcher in den ersten Tagen nach der Geburt von seinen Müttern sehr fürsorglich behandelt wurde (dies wurde mit sog. „licking-and-grooming“-Verhalten der Rattennmütter erhoben, also ob sie ihren Nachwuchs regelmäßig geleckt und gepflegt haben), eine höhere Menge an hippocampaler mRNA des Gens GAD1 aufwies im Vergleich zu dem Nachwuchs, der wenig „licking-and-grooming“-Verhalten seiner Mütter erleben durfte (Zhang et al., 2010).

GAD1 (Glutamat-Decarboxylase) ist ein Enzym, das zentral für die Herstellung des inhibitorischen Neurotransmitters GABA ist (vgl. Kap. 3). Ein zu geringes Vorkommen von GABA im Gehirn ist mit einer verminderten „Bremsleistung“ neuronaler Aktivität assoziiert. Eine solche Dysregulation scheint bei vielen psychischen Störungen, wie beispielsweise den funktionellen Schmerzstörungen oder schizophrenen Erkrankungen, beteiligt zu sein. ◀◀

Um das Verständnis des Kapitels zu erleichtern, findet sich in **Tabelle 2.1** ein kleines genetisches Glossar (Definition wichtiger