



# **Biologische Grundlagen der Psychologie**

Autoren:  
Gabriele Rössler  
Wolfgang Mack

Auflage Sommersemester 2013

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie die Übersetzung und des Nachdrucks, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der FernUniversität reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

## Inhaltsverzeichnis

<b>0</b>	<b>Einführung zum Kurs Biologische Grundlagen der Psychologie</b>	<b>6</b>
0.1	Inhaltliche Einführung	6
0.2	Studientechnische Einführung	7
<b>I.</b>	<b>Biologische Grundlagen</b>	<b>10</b>
I.1	Die Zelle	10
I.2	Grundbegriffe der Genetik	13
I.3	Genetik und Evolution	16
I.4	Biologie, Genetik und Verhalten	17
<b>II</b>	<b>Informationsübermittlung im Körper</b>	<b>21</b>
II.1	Nervenzelle und Übertragungsmechanismen	21
II.1.1	Die Nervenzelle	21
II.1.2	Reizleitung	22
II.1.3	Synapsen und synaptische Übertragung	24
II.1.4	Wichtige Transmitter-Rezeptoren-Systeme	27
II.2	Zentrales Nervensystem (ZNS)	29
II.2.1	Das Rückenmark	30
II.2.2	Das Gehirn	32
II.3	Das Vegetative Nervensystem (VNS)	41
II.4	Das Hormonsystem (Endokrines System)	43
<b>III</b>	<b>Motorik</b>	<b>51</b>
III.1	Muskelzellen und Muskulatur	52
III.2	Steuerung und Steuerungsmechanismen	54
III.3	Koordination durch das Zentrale Nervensystem	56
<b>IV</b>	<b>Sinnessysteme</b>	<b>64</b>
IV.1	Sehen	66
IV.1.1	Auge, Stäbchen und Zapfen	66
IV.1.2	Reizweiterleitung und Reizverarbeitung	69
IV.2	Hören	76
IV.2.1	Ohr, Corti-Organ und Haarzellen	77
IV.2.2	Reizweiterleitung und Reizverarbeitung	80

IV.3	Riechen	82
IV.3.1	Nase, Riechepithel und Riechzellen	82
IV.3.2	Reizverarbeitung und Reizweiterleitung	84
IV.4	Schmecken	86
IV.4.1	Geschmacksknospen und gustatorische Sensoren	86
IV.4.2	Reizverarbeitung und Reizweiterleitung	87
IV.5	Gleichgewicht und Bewegung	88
IV.5.1	Vestibularorgan (Makulaorgane, Bogengänge) und Haarzellen	89
IV.5.2	Reizweiterleitung und Reizverarbeitung	91
IV.6	Hautsinne	92
IV.6.1	Haut, Mechanosensoren, Thermosensoren und Schmerzrezeptoren	93
IV.6.2	Reizweiterleitung und Reizverarbeitung	95
<b>V</b>	<b>Erfassungsmethoden der Biologischen Psychologie</b>	<b>101</b>
V.1	Verfahren zur Erfassung zentraler Aktivität	102
V.1.1	Strukturabbildende Verfahren	102
V.1.2	Aktivitäts- und funktionsabbildende Verfahren	103
V.1.2.1	Elektroenzephalogramm (EEG)	103
V.1.2.2	Magnetenzephalographie (MEG)	107
V.1.2.3	Positronenemissionstomographie (PET)	107
V.1.2.4	Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT)	108
V.1.2.5	Transkranielle Magnetstimulation (TMS)	114
V.2	Verfahren zur Erfassung peripherer Aktivität	115
V.2.1	Elektrokardiogramm (EKG)	115
V.2.2	Blutdruckmessung	116
V.2.3	Photoplethysmographie	117
V.2.4	Erfassung elektrodermalen Aktivität	117
V.2.5	Elektromyogramm (EMG)	118
V.2.6	Elektrookulogramm (EOG)	118
V.3	Erfassung hormoneller Aktivität	119
<b>VI</b>	<b>Ausgewählte Funktionen</b>	<b>122</b>
VI.1	Circadiane Rhythmik, Wachen und Schlafen	122
VI.2	Hunger, Durst, Sättigung	128
VI.3	Sexualität und Fortpflanzung	131

VI.4	Reifung und Altern	134
VI.5	Stress und Immunabwehr	138
VI.6	Emotionen	142
VI.7	Lernen und Gedächtnis	145

### Liste der Änderungen (seit WS 2010 / 2011)

#### Änderungen WS 2010/11:

S. 23: Ausführung zur Klassifikation der Nervenfasern

S. 106 f.: Ausführung zur MRT

#### Änderungen SoSe 2011:

S. 14 f: Der Abschnitt „Die DNA erreicht eine erhebliche Länge ... der Zellzyklus weitergehen kann“ wurde neu geschrieben (Darstellung der Mitose).

S. 29 oben: Der erläuternde Satz zur Down-Regulation wurde neu formuliert.

S. 69 f: Der Abschnitt „Mit Reizgröße ist die Größe des Reizes auf der Netzhaut... durch den Sehwinkel  $\alpha$  dargestellt werden“ wurde neu geschrieben (Darstellung des Sehwinkels).

#### Änderungen WS 2011/12:

Ausführungen zum „blinden Fleck“ (Kap. IV. 1. 1).

Angaben zu den Speicherzeiten im sensorischen und im Kurz- und Arbeitsgedächtnis (Kap. VI. 7).

Ausführungen zum Begriff „genetisch determiniert“ und „Vererbung“ ( Kap. I.4).

Ausführungen zum Begriff „Reafferenz“ ( Kap. III.2).

#### Änderungen SoSe 2012:

Ausführungen zu „Chromosom, Mitose, Meiose“ (S. 14 f.)

Hinweise zu den Abbildungen aus Schandry (2006; 2. Aufl.) auf entsprechende Abbildungen in Schandry (2011; 3. Aufl.).

#### Änderungen WS 2012/13:

Klassifikation der Nervenfasern: Hinweise zur Tabelle geändert

Angaben zum Entstehungszeitraum der Pro- und Eukaryoten geändert

## 0 Einführung zum Kurs Biologische Grundlagen der Psychologie

Bitte lesen Sie diese Einführung sorgfältig durch!

### 0.1 Inhaltliche Einführung

Körper und Seele des Menschen bilden eine psychophysische Einheit. Im Kurs „Einführung in die Psychologie und ihre Geschichte“ wurde im Abschnitt „Allgemeine Psychologie und ihre biologischen Grundlagen“ auf den biologischen Seelenbegriff verwiesen, wie er von Aristoteles in den Grundzügen geprägt wurde. Es wurde vorgeschlagen, die Seele als Organisation des Körpers zu verstehen. Es sind die seelischen Funktionen wie Wahrnehmen, Gedächtnis, Handeln, körperliche Regungen, die in Funktionskreisen organisiert sind und jeden lebendigen Organismus kennzeichnen. Wenn man den Menschen verstehen will, muss man daher auch den Aufbau seines Körpers (Anatomie) und dessen Funktionsweise kennen lernen. Dazu wird der Bogen von der Psychologie zur Biologie geschlagen. Ausführungen zur Fragestellung und allgemeine Hinweise zur Methodologie der *Biologischen Psychologie* finden sich im *Kurs 03400 Einführung in die Psychologie und ihre Geschichte* im Abschnitt 5.1.5.

Im *Kapitel I* werden allgemeine biologische Ansätze und Kenntnisse vermittelt, zunächst die **Zelle** als Grundbaustein des Lebens. Struktur und Funktion von Zellen werden durch **Gene** gesteuert. Diese sind der Bereich, in welchem die Mechanismen der (molekularen) Evolution einwirken und sich so indirekt auf Zellaufbau und -funktion auswirken. Über diesen indirekten Weg des Zellaufbaues steuern die Gene auch komplexere **Zellorganisationen**, die wiederum den Verhalten ermöglichenden Rahmen bilden. Je nach **Organismus** erlaubt dieser Rahmen bestimmte Freiheitsgrade der Verhaltensplastizität und legt damit Unter- und Obergrenzen der Verhaltensadaptivität fest. Insbesondere für komplexere selbstbewegliche Organismen ist die Disposition zu Lernen genetisch determiniert.

Das *Kapitel II* befasst sich mit **Informationssystemen des menschlichen Körpers**, die die Aufnahme von Informationen aus der Umgebung und aus dem eigenen Körper sowie deren Verarbeitung ermöglichen. Information ist, vereinfacht gesagt, ein Maß für die Strukturiertheit, für die Ordnung der Umgebung. Die auf die Aufgabe der Informationsverarbeitung spezialisierten Zellen, die Neuronen, werden in ihrem Aufbau und ihrer Funktionsweise ebenso wie die von ihnen gebildeten Verbände und Systeme, das zentrale und das vegetative Nervensystem, beschrieben. Mit den Hormonen steht ein weiteres Medium zur Verfügung, mit dessen Hilfe Informationen von einem Ort an einen anderen gebracht werden können.

Informationsübermittlung ist natürlich nicht Selbstzweck, sondern die Basis für eine wirkungsvolle Auseinandersetzung des Individuums mit seiner Umwelt. Eine Einwirkung des Menschen auf seine Umwelt, sei es eine sprachliche Äußerung oder das Gehen an einen schöneren Ort, ist möglich, weil sich Menschen bewegen und ihre Bewegungen steuern können. Auch die psychologische Erkenntnisbil-

dung bezieht sich in wesentlichen Teilen auf dieses offene, beobachtbare Verhalten. Im *Kapitel III* wird daher die **Motorik** behandelt, wobei auch kurz auf die Bewegungen eingegangen wird, die unwillkürlich (nicht willentlich gesteuert) erfolgen. Auch in diesem Abschnitt steht die Informationsübermittlung von den zentralen Steuerungseinheiten hin zu den Effektorzellen im Mittelpunkt.

Ein großes und für die Psychologie wichtiges Kapitel sind die **Sinnessysteme des Menschen**. Mit ihrer Hilfe nehmen Menschen ihre Umwelt wahr, wobei die verschiedenen Sinnessysteme immer nur Ausschnitte aus der Umwelt wahrnehmen können. Im *Kapitel IV* wird erläutert, durch welche Reize die Sinnesorgane Auge, Ohr, Nase, Zunge und Haut aktiviert werden können und wie aus diesen Aktivierungen Wahrnehmungen werden, die wiederum Verhalten veranlassen und steuern können.

Nachdem die Funktionsweise der Sinnes- und der Effektorsysteme beschrieben wurde, stehen im *Kapitel V* die **Methoden** im Vordergrund, mit denen die biologisch-physiologischen Korrelate oder Indikatoren innerer Vorgänge erfasst werden. Solche Korrelate sind die physiologischen Größen, die durch einen externen Reiz verändert werden, oder deren Änderung mit bestimmten Bewusstseinszuständen (Erleben) oder Verhalten einhergeht.

Im abschließenden *Kapitel VI* werden – auch im Vorgriff auch die vertiefende Betrachtung in anderen Kursen und Modulen – einige **Funktionen** oder Prozesse des menschlichen Lebens aus biologisch-physiologischer Sicht beschrieben. Es handelt sich dabei beispielsweise um einfache homöostatische Regelkreise wie den Schlaf-Wach-Rhythmus oder die Regulierung von Hunger und Durst, aber auch um Phänomene wie Emotionen oder Lernprozesse.

## 0.2 Studientechnische Einführung

Jedem Abschnitt des Kurses wurden Lernziele vorangestellt, die erläutern, in welchen Zusammenhängen die im Text beschriebenen Wissensinhalte vermittelt werden sollen. Sie können – am Schluss des Studiums des jeweiligen Abschnitts – als Kontrollfragen verwendet werden. Sie können sie nutzen, um das im jeweiligen Abschnitt dargestellte Wissen mit den anderen, im Verlauf Ihres Studiums erhaltenen Kenntnissen zu verknüpfen beziehungsweise konstruktiv anzuwenden.

Jedem Abschnitt folgt unter der Überschrift „*Kenntnisse*“ ein Stichwortverzeichnis. Sie sollten zu genannten Stichworten Definitionen oder Erläuterungen kennen und sie gegenseitig in Beziehung setzen können. Damit können Sie selbst (aber natürlich auch Ihre Professorinnen und Professoren) überprüfen, ob Sie den Stoff aufgenommen haben.

Und nicht zuletzt wird jedem Abschnitt folgend die **Literatur** genannt, die gelesen werden sollte (**Grundlage**), da sie *prüfungsrelevant* ist. Zur Vertiefung (**vertiefend**) dient Literatur, die mehr Zusammenhänge herzustellen erlaubt, helfen kann, Stoff zu verfestigen und bei weiterreichendem Interesse nützlich ist. **Sonstige zitierte Literatur** wird wegen der Zitierpflicht aufgeführt, ist aber auch für Interessierte empfehlenswert. Die in den biologischen Grundlagen dargestellten Zusammenhänge sind meist komplex und verlangen Vorwissen über chemische, biologische und physikalische Sachverhalte. Für den Fall, dass dies seit der Hoch-

schulreife deaktiviert wurde, wird die Nutzung von Nachschlagewerken, aber auch die Erstellung von Übersichten oder Karteikarten angeregt. Auch die eigenhändige Aufzeichnung manches Zusammenhangs mag helfen. Bitte bedenken Sie, dass Wikipedia keine wissenschaftliche Quelle ist, auch wenn viele Einträge durchaus von großem Wert sind. Nutzen Sie bitte Fachlexika. Die Universitätsbibliothek der FernUniversität in Hagen bietet entsprechende Fachlexika an, die elektronisch zugänglich sind. Bitte machen Sie sich mit der Nutzung der Ressourcen der UB vertraut, falls Sie das noch nicht gemacht haben.

Die Terminologie der biologischen Grundlagen der Psychologie ist die Terminologie vor allem der Medizin und durch lateinische und altgriechische Bezeichnungen geprägt. Daher wurde der „gebräuchlichste Begriff“ gegenüber einer deutschen Übersetzung (die sich im Zweifelsfall kaum noch an anderer Stelle findet) bevorzugt.

Am Rande des Textes finden Sie gelegentlich Marginalien und im Text sind Begriffe unterschiedlich hervorgehoben. Dies soll Ihnen bei der Textstrukturierung helfen. Daraus folgt nicht, dass weniger hervorgehobene Textteile weniger wichtig sind.

Wir empfehlen Ihnen sehr, die Inhalte dieses Kurses mit anderen Studierenden zu erarbeiten. Eine Möglichkeit dafür ist die virtuelle Lehr-Lern-Umgebung *Moodle*, die am Institut für Psychologie der FernUniversität in Hagen standardmäßig eingesetzt wird. Den Zugang finden Sie über den entsprechenden Link auf der Startseite des Instituts. Die Lernumgebung zu diesem und anderen Kursen des Moduls 3 wird zu Beginn der Bearbeitungszeit freigeschaltet werden. Bitte informieren Sie sich auf den entsprechenden Webseiten des Instituts für Psychologie (Studienportal).

In Moodle werden Sie zu inhaltlichen Fragen des Kurses von MentorInnen und uns unterstützt. Da man aber gut lernt, wenn man anderen selber Fragen beantwortet und gemeinsam versucht, sie zu beantworten, sollten Sie zunächst Fragen im Kreise Ihrer KommilitonInnen beantworten. Wir werden auch kleinere Aufgaben und Kontrollfragen in Moodle einstellen, die Sie bearbeiten können.

Studieren ist selbstreguliertes Lernen und Lernen ist Arbeit an einem persönlichen Wissenssystem. Wissen kann nicht nach Art des Nürnberger Trichtes in den Kopf gefüllt werden. Selten versteht man nach einmaligem Durchlesen alles und nicht jede vorgegebene Struktur ist für jeden hilfreich. Deswegen sollte man Lernstoffe eventuell in ein eigenes Skript übertragen. Planen Sie also sorgfältig Ihr lernen. Das heißt vor allem, planen Sie Ihre Zeit so, dass sie regelmäßig lernen. Denken Sie immer wieder darüber nach, wie Sie arbeiten, analysieren Sie realistisch Ihre Stärken und Schwächen und finden Sie Ihre für Sie passenden Lern- und Arbeitstechniken heraus.

Und nun viel Freude und viele bildende Erkenntnisse beim Studium des Kurses!



**Lexika, Nachschlagewerke, die von Studierenden regelmäßig genutzt werden sollten:**

Dorsch, F. (2004) (hrsg. v. H. O. Häcker & K.-H. Stapf). *Psychologisches Wörterbuch* (14., vollst. überarb. u. erweiterte Aufl.). Bern etc.: Huber.

(Anm. WM: „Klassisches“ Wörterbuch für Psychologen, das eine schnelle Orientierung erlaubt und zahlreiche Tests nachweist).

Gall, S., Kerschreiter, R. & Mojzisch, A. (2002). *Handbuch Biopsychologie und Neurowissenschaften*. Bern etc.: Huber.

**Elektronisch zugänglich für autorisierte Benutzer im Hochschulnetz der FernUniversität in Hagen:**

1. Hanser, H. (Red.). (2001) (Elektronische Ressource). *Online-Lexikon der Neurowissenschaft*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
2. Wenninger, G. (Red.) (2001) (Elektronische Ressource). *Online-Lexikon der Psychologie*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

„Elektronisch zugänglich für autorisierte Benutzer im Hochschulnetz der FernUniversität in Hagen“ heißt: Sich in die UB FeU einloggen, Eintrag „Lexikon der Psychologie“ unter „Suchen“ eingeben und auf „Online-Lexikon der Psychologie [Elektronische Ressource]“ klicken. Dann auf <http://www.ub.fernuni-hagen.de/datenbankenlieferdienste/showdatabase.html?id=472> klicken. Im neuen Fenster auf „Lexikon der Psychologie“ klicken. Man landet auf <http://www.wissenschaft-online.de/artikel/110571>. Hier findet sich unter dem Pulldown-Menü „Lexika“ -> „Psychologie“, -> „Neurowissenschaft“

**Bemerkung zum Copyright der Abbildungen:**

Die FernUniversität in Hagen dankt allen Rechtsinhabern für die erteilten Abdruckgenehmigungen.

Nicht in allen Fällen ist es trotz intensiver Bemühungen gelungen, die Rechtsinhaber bzw. deren Nachfolger zu ermitteln oder zu diesem Kontakt aufzunehmen. Diese werden deshalb gebeten, sich mit der FernUniversität in Hagen, in Verbindung zu setzen.