

---

NIELS BIRBAUMER · ROBERT F. SCHMIDT

# Biologische Psychologie

Fünfte,  
vollständig überarbeitete  
und ergänzte Auflage

Mit 522 meist farbigen  
Abbildungen in  
829 Einzeldarstellungen  
und 48 Tabellen



Springer

---

## I Physiologische Regelung von Körpersystemen

<b>1 Was ist Biologische Psychologie?</b>	<b>3</b>
1.1 Begriffsbestimmungen	3
1.2 Entwicklung und Geschichte	4
1.3 Verhalten und Gehirn	7
Zusammenfassung	10
Literatur	10
<b>2 Vererbung, Umwelt und Verhalten</b>	<b>11</b>
2.1 Klassische Genetik	12
2.2 Makromoleküle (Biopolymere) und die Weitergabe biologischer Information	14
2.3 Störungen der Vererbung	24
2.4 Polygene Vererbung und Verhaltensgenetik	25
Zusammenfassung	28
Literatur	29
<b>3 Zellen und Zellverbände</b>	<b>30</b>
3.1 Biochemische Grundlagen der Zellphysiologie	30
3.2 Die Plasmamembran der Zelle und ihre Aufgaben	34
3.3 Stoff- und Informationsaustausch innerhalb der Zelle	38
3.4 Von der Zelle zum multizellulären Organismus	39
Zusammenfassung	43
Literatur	44
<b>4 Psychoneuroimmunologie</b>	<b>45</b>
4.1 Aufbau und Arbeitsweise des Immunsystems	45
4.2 Physiologische Verbindungen zwischen Zentralnervensystem und Immunsystem	51
4.3 Autonomes Nervensystem und Immunreaktion	53
4.4 Streß und Immunsystem	56
4.5 Lernen und Immunsystem	57
4.6 Psychologische Einflüsse auf das Immunsystem des Menschen	60
Zusammenfassung	62
Literatur	63

---

<b>5</b>	<b>Endokrine Systeme (Hormone)</b>	<b>64</b>
5.1	Allgemeine Endokrinologie	64
5.2	Grundbegriffe der Regelungslehre	68
5.3	Hormone als Teile von Regelkreisen: Beispiel Blutzuckerregulation (Pankreashormone)	70
5.4	Hormone des Hypothalamus und der Hypophyse	72
5.5	Das Schilddrüsensystem	76
5.6	Regulation des Kalzium- und Phosphathaushaltes	78
5.7	Die Hormone der Nebennieren	80
	Zusammenfassung	82
	Literatur	84
<b>6</b>	<b>Psychoneuroendokrinologie</b>	<b>85</b>
6.1	Umwelt, Körperrhythmen und Hormone	85
6.2	Emotionen und Hormone	91
6.3	Streß und Hilflosigkeit	94
6.4	Psychoneuroendokrinologie von Verhaltensstörungen und psychosomatischen Erkrankungen	97
	Zusammenfassung	99
	Literatur	100
<b>7</b>	<b>Erregungsbildung und Erregungsleitung</b>	<b>101</b>
7.1	Bausteine des Nervensystems	101
7.2	Peripheres Nervensystem	103
7.3	Das Ruhepotential	106
7.4	Das Aktionspotential	111
7.5	Fortleitung des Aktionspotentials	116
	Zusammenfassung	119
	Literatur	120
<b>8</b>	<b>Synaptische Erregung und Hemmung</b>	<b>121</b>
8.1	Die neuromuskuläre Endplatte: Beispiel einer chemischen Synapse	121
8.2	Zentrale erregende chemische Synapsen	127
8.3	Postsynaptische hemmende chemische Synapsen	131
8.4	Präsynaptische hemmende chemische Synapsen	133
8.5	Überträgerstoffe chemischer Synapsen	134
8.6	Synaptische Interaktion und Plastizität	138
8.7	Elektrische Synapsen	141
	Zusammenfassung	142
	Literatur	143

## II Periphere Körperregulation für Verhalten

<b>9</b>	<b>Autonomes Nervensystem</b>	<b>147</b>
9.1	Aufbau und Wirkweise des peripheren autonomen Nervensystems	147
9.2	Neurotransmission im peripheren autonomen Nervensystem	154
9.3	Arbeitsweise des peripheren und spinalen autonomen Nervensystems	156
9.4	Kontrolle des spinalen autonomen Nervensystems durch Hirnstamm und Hypothalamus	159
	Zusammenfassung	161
	Literatur	162
<b>10</b>	<b>Blut, Herz und Kreislauf</b>	<b>163</b>
10.1	Blut als Transportmedium	163
10.2	Blutstillung, Blutgerinnung und Fibrinolyse	166
10.3	Bau des Herzens, Mechanik der Herzaktion	167
10.4	Spontanerregung, Erregungsausbreitung, elektromechanische Kopplung	170
10.5	Das Elektrokardiogramm, EKG	172
10.6	Die Anpassung der Herzleistung an den Bedarf	176
10.7	Arterieller und venöser Kreislauf im Überblick	180
10.8	Akute Anpassung des Kreislaufs an den Bedarf	185
10.9	Mittel- und langfristige Regulation des Gesamtkreislaufs	189
	Zusammenfassung	192
	Literatur	194
<b>11</b>	<b>Atmung, Energie- und Wärmehaushalt</b>	<b>195</b>
11.1	Be- und Entlüftung der Lunge	195
11.2	Gasaustausch zwischen Lungenalveolen und Blut	199
11.3	Transport von O <sub>2</sub> und CO <sub>2</sub> im Blut	200
11.4	Gasaustausch im Gewebe	202
11.5	Atemregulation und Atemantriebe	204
11.6	Energieumsatz des Menschen	205
11.7	Wärmebildung und Wärmeabgabe	208
11.8	Regelung der Körpertemperatur	210
11.9	Langfristige und pathophysiologische Aspekte der Thermoregulation	213
	Zusammenfassung	214
	Literatur	216

<b>12 Stoffaufnahme und -ausscheidung</b>	<b>217</b>
12.1 Die Bestandteile menschlicher Nahrungsmittel und der Bedarf an Nährstoffen	217
12.2 Aufgaben von Mundhöhle, Rachen, Speiseröhre und Magen	221
12.3 Aufgaben des exokrinen Pankreas, der Leber und des Dünndarms	226
12.4 Aufgaben von Dickdarm und Enddarm	229
12.5 Übersicht über Aufgaben, Bau und Funktion der Nieren	231
12.6 Glomeruläre Filtration und tubuläre Resorption und Sekretion	233
12.7 Harnkonzentrierung und -verdünnung	235
12.8 Niereninsuffizienz	235
12.9 Neuronale Kontrolle der Harnblasenentleerung	238
Zusammenfassung	239
Literatur	240
<b>13 Bewegung und Handlung</b>	<b>242</b>
13.1 Die molekularen Mechanismen der Kontraktion	242
13.2 Formen der Muskelkontraktion (Muskelmechanik)	247
13.3 Abstufung der Muskelkontraktion; Registrierung mit dem Elektromyogramm, EMG	249
13.4 Stoffwechsel und Energieumsatz des Skelettmuskels	251
13.5 Nervöse Kontrolle von Haltung und Bewegung im Überblick	252
13.6 Sensoren der Motorik: Muskelspindeln und Sehnenorgane	254
13.7 Spinale motorische Reflexe	256
13.8 Stützmotorik, Stehen und Gehen	263
13.9 Zielmotorik	267
13.10 Ziel- und Greifbewegungen von Arm und Hand	274
13.11 Pathophysiologie der Motorik	276
13.12 Rehabilitation im motorischen System	278
Zusammenfassung	280
Literatur	281
<b>14 Arbeit, Sport, Rehabilitation, Alter, Umwelt</b>	<b>283</b>
14.1 Arbeit und Leistung	283
14.2 Leistungsgrenzen, Ermüdung und Erschöpfung	286
14.3 Sportphysiologie	287
14.4 Rehabilitatives Training	289
14.5 Alter und Altern	292
14.6 Aufenthalt in der Höhe und unter Wasser	295
Zusammenfassung	297
Literatur	298


### **III Wahrnehmung und ihre Bedeutung für Verhalten**

<b>15 Allgemeine Sinnesphysiologie und Grundlagen der Wahrnehmungspsychologie</b>	<b>303</b>
15.1 Grundbegriffe in der Sinnesphysiologie	303
15.2 Transduktion und Transformation in Sensoren und afferenten Neuronen	307
15.3 Neuronale Verschaltungen in sensorischen Systemen	310
15.4 Zentrale Weiterleitung und Verarbeitung somatoviszeraler Information	313
15.5 Sinnesreiz und Verhalten	318
15.6 Allgemeine Wahrnehmungspsychologie	319
Zusammenfassung	326
Literatur	327
<b>16 Somatosensorik, Nozizeption, Schmerz</b>	<b>328</b>
16.1 Mechanorezeption	328
16.2 Tiefensensibilität	336
16.3 Thermorezeption	339
16.4 Viszerale Sensibilität	343
16.5 Schmerzcharakterisierung	345
16.6 Physiologie der Nozizeption	351
16.7 Pathophysiologie von Nozizeption und Schmerz	353
16.8 Endogene Schmerzkontrollsysteme, Schmerztherapie	357
16.9 Periphere Psychophysiologie chronischer Schmerzen	359
16.10 Schmerzgedächtnis und Gehirn	364
16.11 Psychophysiologische Therapie chronischer Schmerzen	368
Zusammenfassung	370
Literatur	372
<b>17 Das visuelle System</b>	<b>374</b>
17.1 Psychophysiologie des photopischen und skotopischen Sehens	374
17.2 Psychophysiologie des Sehens und Wahrnehmens mit zwei Augen	378
17.3 Farbsehen	382
17.4 Das Auge	385
17.5 Signalaufnahme und Signalverarbeitung in der Netzhaut	390
17.6 Signalverarbeitung in subkortikalen visuellen Zentren	394
17.7 Signalverarbeitung im visuellen Kortex	395
17.8 Ontogenetische Entwicklung und Plastizität im visuellen System	398

17.9	Okulomotorik und Blickmotorik	400
17.10	Hirnphysiologische Grundlagen der kognitiven visuellen Leistungen: Raum-, Objekt- und Zeichenerkennung	404
	Zusammenfassung	409
	Literatur	411
<b>18</b>	<b>Hören und Gleichgewicht</b>	<b>413</b>
18.1	Physik des Hörens	413
18.2	Psychophysik des Hörens (Psychoakustik)	415
18.3	Bau und Funktion des Ohres	417
18.4	Auditorische Signalverarbeitung	422
18.5	Klinische Prüfung des Hörvermögens	426
18.6	Psychophysiologie des Gleichgewichtssinns	428
18.7	Peripheres vestibuläres System	430
18.8	Das zentrale vestibuläre System	433
	Zusammenfassung	434
	Literatur	436
<b>19</b>	<b>Geschmack und Geruch</b>	<b>437</b>
19.1	Geschmacksqualitäten und die Eigenschaften des Geschmackssinns	437
19.2	Bau, Funktion und Verschaltung des Schmeckorgans	440
19.3	Biologische und psychologische Bedeutung des Geschmackssinnes, Geschmackssinnstörungen	443
19.4	Geruchsqualitäten und die Eigenschaften des Geruchssinns	444
19.5	Bau, Funktion und Verschaltung des Geruchsorgans	445
19.6	Biologische und psychologische Bedeutung des Riechens, Riechstörungen	449
	Zusammenfassung	451
	Literatur	452
<b>20</b>	<b>Funktionelle Anatomie des Zentralnervensystems</b>	<b>455</b>
20.1	Aufbau und Entwicklungsgeschichte	455
20.2	Struktur und Funktion des Zwischenhirns, des limbischen Systems und der Basalganglien	462
20.3	Der Neokortex	472
20.4	Neurotransmitter und -modulatoren im ZNS	476
	Zusammenfassung	483
	Literatur	483

<b>21 Methoden der Biologischen Psychologie</b>	<b>485</b>
21.1 Forschungsstrategien in den Neurowissenschaften	485
21.2 Neuroanatomische und neurochemische Methoden	487
21.3 Läsion und Reizung	490
21.4 Elektro- (EEG) und Magnetenzephalogramm (MEG)	492
21.5 Ereigniskorrelierte Hirnpotentiale (EKP)	498
21.6 Bildgebende Verfahren	503
Zusammenfassung	513
Literatur	514
<b>22 Bewußtsein und Aufmerksamkeit</b>	<b>515</b>
22.1 Psychologie der Bewußtseinsformen	515
22.2 Neuropsychologie und Psychophysiologie der Bewußtseinsformen	522
22.3 Unspezifische Aktivierungssysteme	532
22.4 Psychophysiologie selektiver Aufmerksamkeit	539
Zusammenfassung	540
Literatur	540
<b>23 Zirkadiane Periodik, Schlaf und Traum</b>	<b>542</b>
23.1 Prinzipien zirkadianer Periodik	542
23.2 Zirkadiane Uhren bei Mensch und Tier	548
23.3 Schlaf und Traum	550
23.4 Neurobiologie des Schlafes	557
23.5 Psychophysiologie der Schlafstadien	561
23.6 Schlafstörungen	565
Zusammenfassung	569
Literatur	569
<b>24 Plastizität, Lernen, Gedächtnis</b>	<b>572</b>
24.1 Psychologie von Lernen und Gedächtnis	572
24.2 Entwicklung des Nervensystems	579
24.3 Assoziative neuronale Plastizität	583
24.4 Zelluläre Korrelate von Lernen	591
24.5 Neuropsychologie der Konsolidierung	599
Zusammenfassung	606
Literatur	607
<b>25 Motivation</b>	<b>609</b>
25.1 Grundbegriffe der Motivation	609
25.2 Durst und Hunger	613
25.3 Sexualität und Reproduktion	620



25.4	Sexuelle Differenzierung und Sexualhormone	624
25.5	Neuronale Mechanismen sexuellen Verhaltens	628
25.6	Gelernte Motivation und Sucht	635
25.7	Neurobiologie süchtigen Verhaltens	640
	Zusammenfassung	648
	Literatur	650
<b>26</b>	<b>Emotionen</b>	<b>652</b>
26.1	Psychophysiologie von Gefühlen	652
26.2	Vermeidung (Furcht und Angst)	657
26.3	Trauer – Depression	667
26.4	Aggression	672
26.5	Die neokortikalen Hemisphären und Gefühle	677
26.6	Verhaltensmedizin und Biofeedback: die Anwendung der Gefühlsphysiologie und -psychologie auf Krankheit	680
	Zusammenfassung	681
	Literatur	682
<b>27</b>	<b>Kognitive Prozesse (Denken)</b>	<b>685</b>
27.1	Denkprozesse, Sprache und Vorstellung	685
27.2	Zerebrale Asymmetrie	690
27.3	Evolution und Neurophysiologie der Sprache und ihre Störungen	701
27.4	Sprechen und Störungen von Sprache	710
27.5	Die Assoziationsareale des Neokortex	715
27.6	Störungen des Denkens	732
	Zusammenfassung	739
	Literatur	741
		
<b>28</b>	<b>Anhang (G. Thews)</b>	<b>745</b>
	Maßeinheiten der Physiologie	745
	Literatur	747
<b>29</b>	<b>Sachverzeichnis</b>	<b>749</b>

