

Inhaltsverzeichnis

I Allgemeine Physiologie der Zelle

1	Grundlagen der Zellphysiologie	3
	<i>Hans Oberleithner</i>	
1.1	Bestandteile einer Zelle	4
1.2	Zytoskelett und Zelldynamik	11
1.3	Funktionelle Systeme der Zelle	14
1.4	Zellreproduktion und Wachstum	19
1.5	Regulation des Zellvolumens	23
1.6	Literatur	26
2	Signaltransduktion	27
	<i>Erich Gulbins, Florian Lang</i>	
2.1	Regulation der Aktivität und Expression von Effektormolekülen	28
2.2	Rezeptoren und heterotrimeren G-Proteine	28
2.3	Zyklische Nukleotide als <i>second messenger</i>	30
2.4	Kalziumvermittelte Signale	32
2.5	Regulation von Zellproliferation und Zelltod	34
2.6	Eikosanoide	37
2.7	Literatur	39
3	Transport in Membranen und Epithelien	41
	<i>Michael Fromm</i>	
3.1	Transmembranale Transportproteine	42
3.2	Zusammenspiel von Transport und Barrierefunktion in Epithelien	44
3.3	Aktiver und passiver Transport	47
3.4	Typische Anordnung epithelialer Transporter	51
3.5	Literatur	54
4	Grundlagen zellulärer Erregbarkeit	55
	<i>Bernd Fakler, Christoph Fahlke</i>	
4.1	Funktionsprinzipien von Ionenkanälen	56
4.2	Aufbau spannungsgesteuerter Kationenkanäle	60
4.3	<i>Gating</i> von Kationenkanälen	64
4.4	Anionenkanäle	68
4.5	Ligandaktivierte Ionenkanäle	70
4.6	Grundlagen des Ruhemembran- und Aktionspotenzials	72
4.7	Literatur	78
5	Erregungsleitung und synaptische Übertragung	79
	<i>Manfred Heckmann, Josef Dudel</i>	
5.1	Reiz und Elektrotonus	80
5.2	Fortleitung des Aktionspotenzials	82

5.3	Auslösung von Impulsserien durch lang dauernde Depolarisation	86
5.4	Chemische synaptische Übertragung, erregend und hemmend	87
5.5	Synaptische Überträgerstoffe	91
5.6	Interaktionen von Synapsen	94
5.7	Mechanismus der Freisetzung der Überträgerstoffe, synaptische Bahnung	98
5.8	Synaptische Rezeptoren	101
5.9	Synaptische Plastizität	106
5.10	Elektrische synaptische Übertragung	108
5.11	Literatur	110
6	Kontraktionsmechanismen	111
	<i>Wolfgang Linke, Gabriele Pfitzer</i>	
6.1	Muskelarten und Feinbau der Muskelfasern	112
6.2	Molekulare Mechanismen der Kontraktion quergestreifter Muskeln	115
6.3	Kontraktionsaktivierung im quergestreiften Muskel	118
6.4	Zentralnervöse Kontrolle der Skelettmuskelkraft	121
6.5	Skelettmuskelmechanik	124
6.6	Energetik der Skelettmuskelkontraktion	128
6.7	Bau, Funktion und Kontraktion der glatten Muskulatur	131
6.8	Regulation der Kontraktion der glatten Muskulatur	133
6.9	Literatur	139

II Integrative Leistungen des Nervensystems

7	Motorische Systeme	143
	<i>Frank Lehmann-Horn</i>	
7.1	Kontrolle von Haltung und Bewegung im Überblick	144
7.2	Spinale Reflexe	146
7.3	Spinale postsynaptische Hemm-Mechanismen	156
7.4	Propriospinaler Apparat des Rückenmarks	158
7.5	Reflektorische Kontrolle der Körperhaltung im Raum	160
7.6	Optimierung von Stützmotorik und Zielbewegungen durch das Kleinhirn	163
7.7	Optimierung von Zielbewegungen durch die Basalganglien	169
7.8	Funktionelle Organisation der motorischen Rindenzellen	174

7.9 Bereitschaft und Einstellung zum Handeln . . . 180

7.10 Literatur 183

8 Allgemeine Physiologie der Großhirnrinde 184
Niels Birbaumer, Robert F. Schmidt

8.1 Aufbau der Großhirnrinde 185

8.2 Analyse der elektrischen und magnetischen
Großhirnaktivität 190

8.3 Analyse der Großhirntätigkeit mit ereignis-
korrelierten Hirnpotenzialen (EKP) 195

8.4 Analyse der Großhirntätigkeit mit
bildgebenden Verfahren 197

8.5 Literatur 201

9 Wachen, Aufmerksamkeit und Schlafen . . . 202
Niels Birbaumer, Robert F. Schmidt

9.1 Zirkadiane Periodik als Grundlage
des Wach-Schlaf-Rhythmus 203

9.2 Wach-Schlaf-Verhalten des Menschen 206

9.3 Physiologische Aufgaben der Schlafstadien . . 211

9.4 Neurobiologie der Aufmerksamkeit 213

9.5 Subkortikale Aktivierungssysteme 219

9.6 Literatur 222

10 Lernen und Gedächtnis 223
Niels Birbaumer, Robert F. Schmidt 223

10.1 Formen von Lernen und Gedächtnis 224

10.2 Plastizität des Gehirns und Lernen 228

10.3 Zelluläre und molekulare Mechanismen
von Lernen und Gedächtnis 232

10.4 Neuropsychologie von Lernen
und Gedächtnis 236

10.5 Literatur 238

11 Motivation und Emotion 239
Wilfrid Jänig, Niels Birbaumer

11.1 Emotionen als physiologische Anpassungs-
reaktionen 240

11.2 Zentrale Repräsentationen von Emotionen . . 243

11.3 Freude und Sucht 247

11.4 Sexualverhalten 252

11.5 Hunger 254

11.6 Literatur 258

12 Kognitive Funktionen und Denken 259
Niels Birbaumer, Robert F. Schmidt

12.1 Zerebrale Asymmetrie 260

12.2 Neuronale Grundlagen von Kommunikation
und Sprache 262

12.3 Assoziationsareale des Neokortex: Höhere
geistige Funktionen 266

12.4 Literatur 269

**III Allgemeine und
Spezielle Sinnesphysiologie**

13 Allgemeine Sinnesphysiologie 273
Hermann O. Handwerker, Martin Schmelz

13.1 Sinnesphysiologie und Wahrnehmungs-
psychologie 274

13.2 Sinnesmodalitäten und Selektivität
der Sinnesorgane für adäquate Reizformen . . 277

13.3 Informationsübermittlung in Sensoren
und afferenten Neuronen 278

13.4 Molekulare Mechanismen
der Transduktion 281

13.5 Informationsverarbeitung im neuralen Netz . . 284

13.6 Sensorische Schwellen 287

13.7 Psychophysische Beziehungen 290

13.8 Integrierende Sinnesphysiologie 293

13.9 Literatur 295

14 Das somatosensorische System 296
Rolf-Detlef Treede

14.1 Submodalitäten und Bahnsysteme
der Somatosensorik 297

14.2 Funktionelle Eigenschaften somato-
sensorischer Neurone 299

14.3 Mechanorezeption 307

14.4 Propriozeption 311

14.5 Thermorezeption 314

14.6 Nozizeption 317

14.7 Viszerozeption 318

14.8 Funktionsprüfungen des somatosensorischen
Systems in der Klinik 320

14.9 Entwicklung und adulte Plastizität 322

14.10 Literatur 323

15 Nozizeption und Schmerz 324
Hans-Georg Schaible, Robert F. Schmidt

15.1 Subjektive Empfindung Schmerz
und nozizeptives System 325

15.2 Peripheres nozizeptives System 328

15.3 Spinales nozizeptives System 330

15.4 Thalamokortikales nozizeptives System
und endogene Schmerzkontrollsysteme 334

15.5 Klinisch bedeutsame Schmerzen 335

15.6 Grundlagen der Schmerztherapie 340

15.7 Literatur 342

**16 Die Kommunikation des Menschen:
Hören und Sprechen** 343
Hans-Peter Zenner

16.1 Ohr und Schall 344

16.2 Die Schallleitung zum Innenohr 347

16.3 Schalltransduktion im Innenohr 350

16.4	Signaltransformation von der Sinneszelle zum Hörnerven	355
16.5	Frequenzselektivität: Grundlage des Sprachverständnisses	355
16.6	Informationsübertragung und -verarbeitung im ZNS	358
16.7	Stimme und Sprache	362
16.8	Literatur	366
17	Der Gleichgewichtssinn und die Bewegungs- und Lageempfindung des Menschen	367
	<i>Hans-Peter Zenner</i>	
17.1	Gleichgewichtsorgane im Innenohr	368
17.2	Gleichgewichtssinn durch Beschleunigungsmessung	370
17.3	Zentrales vestibuläres System	373
17.4	Literatur	376
18	Sehen und Augenbewegungen	377
	<i>Ulf Eysel</i>	
18.1	Licht	378
18.2	Auge und dioptrischer Apparat	380
18.3	Reflektorische Einstellung von Sehschärfe und Pupillenweite	384
18.4	Augenbewegungen	386
18.5	Netzhaut – Aufbau, Signalaufnahme und Signalverarbeitung	391
18.6	Psychophysik der Hell-Dunkel-Wahrnehmung	398
18.7	Signalverarbeitung im visuellen System des Gehirns	401
18.8	Klinisch-diagnostische Anwendung der elementaren Sehphysiologie	405
18.9	Tiefensehen	408
18.10	Farbsehen	410
18.11	Hirnphysiologische Grundlagen kognitiver visueller Leistungen	414
18.12	Literatur	420
19	Geschmack und Geruch	421
	<i>Hanns Hatt</i>	
19.1	Bau der Geschmacksorgane und ihre Verschaltung	422
19.2	Geschmacksqualitäten und Signalverarbeitung	423
19.3	Eigenschaften des Geschmackssinns	427
19.4	Aufbau des Riechsystems und seine zentralen Verschaltungen	428
19.5	Geruchsdiskriminierung und deren neurophysiologische Grundlagen	431
19.6	Funktional wichtige Eigenschaften des Geruchssinns	434
19.7	Literatur	436

IV Regulation vegetativer Funktionen

20	Vegetatives Nervensystem	439
	<i>Wilfrid Jänig</i>	
20.1	Peripheres vegetatives Nervensystem: Sympathikus und Parasympathikus	440
20.2	Transmitter und ihre Rezeptoren in Sympathikus und Parasympathikus	444
20.3	Signalübertragung im peripheren Sympathikus und Parasympathikus	448
20.4	Darmnervensystem	452
20.5	Organisation des vegetativen Nervensystems im Rückenmark	454
20.6	Organisation des vegetativen Nervensystems im unteren Hirnstamm	457
20.7	Miktion und Defäkation	460
20.8	Genitalreflexe	463
20.9	Hypothalamus	467
20.10	Literatur	473
21	Hormone	474
	<i>Florian Lang, François Verrey</i>	
21.1	Allgemeine Aspekte endokriner Regulation	475
21.2	Hypothalamus und Hypophyse	480
21.3	Schilddrüsenhormone	486
21.4	Pankreasormone	489
21.5	Nebennierenrindenhormone	495
21.6	Literatur	502
22	Reproduktion	503
	<i>Wolfgang Wuttke</i>	
22.1	Reproduktionsrelevante Hormone	504
22.2	Regulation der Gonadenfunktion beim Mann	507
22.3	Regulation der Gonadenfunktion bei der Frau	509
22.4	Regulation von Schwangerschaft, Laktation und sexueller Differenzierung	514
22.5	Regulation von Pubertät und Menopause	517
22.6	Literatur	520

V Blut und Immunabwehr

23	Blut	523
	<i>Wolfgang Jelkmann</i>	
23.1	Aufgaben und Zusammensetzung des Blutes	524
23.2	Blutplasma	525
23.3	Erythrozyten	529
23.4	Leukozyten	535

23.5	Thrombozyten	538
23.6	Blutstillung und -gerinnung	539
23.7	Blutgruppen des Menschen	546
23.8	Literatur	549
24	Immunsystem	550
	<i>Erich Gulbins, Karl S. Lang</i>	
24.1	Angeborene Immunität	551
24.2	Spezifisches Immunsystem	554
24.3	Pathophysiologie des Immunsystem	560
24.4	Literatur	562

VI Herz und Kreislauf

25	Herzerregung	565
	<i>Hans Michael Piper</i>	
25.1	Ruhe und Erregung der Arbeitsmyokardzelle	566
25.2	Erregungsbildungs- und -leitungssystem des Herzens	570
25.3	Elektrokardiogramm (EKG)	578
25.4	Literatur	588
26	Herzmechanik	589
	<i>Heinz-Gerd Zimmer</i>	
26.1	Aufgaben, Bau, Form und Lage des Herzens	590
26.2	Kontraktion des Herzens	593
26.3	Regulation der Herzfunktion	597
26.4	Untersuchung des Herzens	603
26.5	Herzhypertrophie und Herzinsuffizienz	605
26.6	Literatur	609
27	Herzstoffwechsel und Koronardurchblutung	610
	<i>Andreas Deussen</i>	
27.1	Energieumsatz des Myokards	611
27.2	Substrate und Stoffwechsel	612
27.3	Koronardurchblutung	614
27.4	Literatur	617
28	Kreislauf	618
	<i>Rudi Busse</i>	
28.1	Einführung und Strömungsmechanik	619
28.2	Eigenschaften der Gefäßwände und arterielle Hämodynamik	624
28.3	Niederdrucksystem	629
28.4	Mikrozirkulation	635
28.5	Nerval vermittelte Durchblutungsregulation	641
28.6	Komponenten des basalen Gefäßtonus	644
28.7	Modulation des Gefäßtonus durch zirkulierende Hormone und vasoaktive Peptide	648
28.8	Das Endothel: zentraler Modulator vaskulärer Funktionen	651

28.9	Synopsis der lokalen und systemischen Durchblutungsregulation	659
28.10	Langfristige Regulationsmechanismen	665
28.11	Anpassung des Kreislaufs an wechselnde Bedingungen	668
28.12	Lungenkreislauf	674
28.13	Spezielle Kreislaufabschnitte	676
28.14	Messung von Kreislaufgrößen	679
28.15	Literatur	680

VII Regulation des Inneren Milieus

29	Niere	683
	<i>Florian Lang, Armin Kurtz</i>	
29.1	Aufgaben und Bau der Niere	684
29.2	Durchblutung und glomeruläre Filtration	687
29.3	Transportprozesse im proximalen Tubulus	693
29.4	Transportprozesse der Henle-Schleife und Harnkonzentrierung	699
29.5	Transportprozesse im distalen Nephron	703
29.6	Transportdefekte, Wirkung von Diuretika, Urolithiasis	705
29.7	Stoffwechsel und biochemische Leistungen der Niere	708
29.8	Regulation der Nierenfunktion	709
29.9	Renale Hormone	711
29.10	Messgrößen der Nierenfunktion	716
29.11	Literatur	719
30	Wasser- und Elektrolythaushalt	720
	<i>Pontus B. Persson</i>	
30.1	Flüssigkeits- und Elektrolytbilanz	721
30.2	Flüssigkeitsräume	722
30.3	Regelung der Wasser- und Kochsalzausscheidung	727
30.4	Regelung der Wasser- und Kochsalzaufnahme	730
30.5	Entgleisung des Wasser-Elektrolyt-Haushaltes	733
30.6	Kaliumhaushalt	736
30.7	Literatur	739
31	Kalzium- und Phosphathaushalt	740
	<i>Florian Lang, Heini Murer</i>	
31.1	Physiologische Bedeutung von Kalziumphosphat	741
31.2	Regulation des Kalziumphosphathaushaltes	743
31.3	Knochen	747
31.4	Störungen des Kalziumphosphathaushaltes	748
31.5	Magnesiumstoffwechsel	751
31.6	Literatur	752

VIII Atmung

32	Lungenatmung	755
	<i>Gerhard Thews, Oliver Thews</i>	
32.1	Grundlagen der Atmungsfunktion	756
32.2	Ventilation	761
32.3	Atmungsmechanik	766
32.4	Pulmonaler Gasaustausch	776
32.5	Lungenperfusion und Arterialisierung des Blutes	781
32.6	Literatur	785
33	Atemregulation	786
	<i>Diethelm Wolfgang Richter</i>	
33.1	Atemrhythmus	787
33.2	Atemzentrum	790
33.3	Chemische Kontrolle der Atmung	796
33.4	Reflektorische Kontrolle der Atmung	800
33.5	Literatur	802
34	Atemgastransport	803
	<i>Wolfgang Jelkmann</i>	
34.1	Biophysikalische Grundlagen	804
34.2	Hämoglobin	805
34.3	Transport von O ₂ im Blut	807
34.4	Transport von CO ₂ im Blut	812
34.5	Fetaler Gasaustausch	814
34.6	Literatur	815
35	Säure-Basen-Haushalt	816
	<i>Florian Lang</i>	
35.1	Bedeutung und Pufferung des pH	817
35.2	Regulation des pH	820
35.3	Störungen des Säure-Basen-Haushaltes	824
35.4	Literatur	828
36	Der Sauerstoff im Gewebe: Substrat, Signal und Noxe	829
	<i>Ulrich Pohl, Jürgen Grote</i>	
36.1	Sauerstoffbedarf	830
36.2	Sauerstoffversorgung der Gewebe	832
36.3	O ₂ -Mangelwirkungen	836
36.4	Sauerstoff als Signalmolekül	840
36.5	Sauerstoff als Noxe	842
36.6	Literatur	844

IX Stoffwechsel, Arbeit, Altern

37	Ernährung	847
	<i>Hans K. Biesalski</i>	
37.1	Nahrungsmittel	848
37.2	Makronährstoffe	849
37.3	Vitamine	853
37.4	Spuren- und Mengenelemente	856
37.5	Literatur	858
38	Funktionen des Magen-Darm-Trakts	859
	<i>Peter Vaupel</i>	
38.1	Allgemeine Grundlagen der gastrointestinalen Funktionen	860
38.2	Gastrointestinale Motilität und Sekretion	863
38.3	Mundhöhle, Pharynx und Ösophagus	867
38.4	Magen	872
38.5	Pankreas	879
38.6	Leber und Gallensekretion	881
38.7	Dünndarm	887
38.8	Kolon und Rektum	890
38.9	Absorption von Elektrolyten, Wasser, Vitaminen und Eisen	892
38.10	Verdauung und Absorption von Nährstoffen	897
38.11	Intestinale Schutzmechanismen und Darmbakterien	903
38.12	Literatur	905
39	Energie- und Wärmehaushalt, Thermoregulation	906
	<i>Pontus B. Persson</i>	
39.1	Nährstoffbrennwerte	907
39.2	Energieumsatz	910
39.3	Körpertemperatur des Menschen	913
39.4	Wärmeregulation	915
39.5	Wärmebildung, Wärmeabgabe	918
39.6	Physiologische und pathophysiologische Veränderungen der Temperaturregulation	924
39.7	Literatur	927
40	Sport- und Arbeitsphysiologie	928
	<i>Urs Boutellier, Hans-Volkhart Ulmer</i>	
40.1	Leistung und Leistungsfähigkeit	929
40.2	Energiebereitstellung	930
40.3	Aerobe und anaerobe Leistungsfähigkeit	932
40.4	Physiologische Anpassungen an körperliche Aktivität	936
40.5	Leistungstests	942
40.6	Motorisches Lernen und Training	945
40.7	Ermüdung, Erschöpfung, Übertraining und Erholung	948
40.8	Doping	951
40.9	Literatur	952

41	Alter und Altern	953
	<i>Thomas von Zglinicki, Thorsten Nikolaus</i>	
41.1	Was ist Altern?	954
41.2	Zelluläre und molekulare Ursachen des Alterns	956
41.3	Physiologisches Altern	960
41.4	Organveränderungen im Alter	961
41.5	Funktionsbeeinträchtigung und Krankheit	964
41.6	Intervention	966
41.7	Literatur	967

A Anhang

A1	Tabellen	971
A2	Abkürzungen	986
A3	Quellenverzeichnis	988
A4	Sachverzeichnis	994