

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	10
1.3 Funktionelle Systeme der Zelle	13
1.4 Zellreproduktion und Wachstum	17
1.5 Regulation des Zellvolumens	21
Literatur	23
2 Signaltransduktion	24
<i>Erich Gulbins, Florian Lang</i>	
2.1 Regulation der Aktivität und Expression von Effektormolekülen	25
2.2 Rezeptoren und heterotrimer G-Proteine	25
2.3 Zyklische Nukleotide als <i>second messenger</i>	27
2.4 Kalziumvermittelte Signale	28
2.5 Regulation von Zellproliferation und Zelltod	31
2.6 Eikosanoide	33
3 Transport in Membranen und Epithelien	36
<i>Michael Fromm</i>	
3.1 Transmembranale Transportproteine	37
3.2 Zusammenspiel von Transport und Barrierefunktion in Epithelien	38
3.3 Aktiver und passiver Transport	42
3.4 Typische Anordnung epithelialer Transporter	45
4 Grundlagen zellulärer Erregbarkeit	49
<i>Bernd Fakler, Peter Jonas</i>	
4.1 Funktionsprinzipien von Ionenkanälen	50
4.2 Aufbau spannungsgesteuerter Kationenkanäle	52
4.3 <i>Gating</i> von Kationenkanälen	56
4.4 Anionenkanäle	60
4.5 Ligandaktivierte Ionenkanäle	62
4.6 Grundlagen des Ruhemembran- und Aktionspotenzials	64
4.7 Fortleitung elektrischer Signale an der neuronalen Membran	69
4.8 Repetitive Aktivität und Informationskodierung im Nervensystem	73
5 Synaptische Übertragung	76
<i>Manfred Heckmann, Josef Dudel</i>	
5.1 Chemische synaptische Übertragung, erregend und hemmend	77
5.2 Synaptische Überträgerstoffe	80
5.3 Interaktionen von Synapsen	82
5.4 Mechanismus der Freisetzung der Überträgerstoffe, synaptische Bahnung	86

5.5 Synaptische Rezeptoren	89
5.6 Synaptische Plastizität	93
5.7 Elektrische synaptische Übertragung	95
6 Kontraktionsmechanismen	98
<i>Wolfgang Linke, Gabriele Pfitzer</i>	
6.1 Muskelarten und Feinbau der Muskelfasern	99
6.2 Molekulare Mechanismen der Kontraktion quergestreifter Muskeln	102
6.3 Kontraktionsaktivierung im quergestreiften Muskel	104
6.4 Zentralnervöse Kontrolle der Skelettmuskelkraft	107
6.5 Skelettmuskelmechanik	110
6.6 Energetik der Skelettmuskelkontraktion	114
6.7 Bau, Funktion und Kontraktion der glatten Muskulatur	116
6.8 Regulation der Kontraktion der glatten Muskulatur	118

II Integrative Leistungen des Nervensystems

7 Motorische Systeme	127
<i>Frank Lehmann-Horn</i>	
7.1 Spinale Reflexe	128
7.2 Spinale postsynaptische Hemm-Mechanismen	136
7.3 Propriospinaler Apparat des Rückenmarks	139
7.4 Reflektorische Kontrolle der Körperhaltung im Raum	140
7.5 Optimierung von Stützmotorik und Zielbewegungen durch das Kleinhirn	142
7.6 Optimierung von Zielbewegungen durch die Basalganglien	148
7.7 Funktionelle Organisation der motorischen Rindenfelder	152
7.8 Bereitschaft und Einstellung zum Handeln	157
7.9 Kontrolle von Haltung und Bewegung im zusammenfassenden Überblick	160
8 Allgemeine Physiologie der Großhirnrinde	163
<i>Niels Birbaumer, Robert F. Schmidt</i>	
8.1 Aufbau der Großhirnrinde	164
8.2 Analyse der elektrischen und magnetischen Großhirnaktivität	168
8.3 Analyse der Großhirntätigkeit mit ereigniskorrelierten Hirnpotenzialen (EKP)	174
8.4 Analyse der Großhirntätigkeit mit bildgebenden Verfahren	176
9 Wach-Schlaf-Rhythmus und Aufmerksamkeit	181
<i>Niels Birbaumer, Robert F. Schmidt</i>	
9.1 Zirkadiane Periodik als Grundlage des Wach-Schlaf-Rhythmus	182
9.2 Wach-Schlaf-Verhalten des Menschen	185

9.3	Physiologische Aufgaben der Schlafstadien	189	14.8	Funktionsprüfungen des somatosensorischen Systems in der Klinik	294
9.4	Neurobiologie der Aufmerksamkeit	192	14.9	Entwicklung und adulte Plastizität	295
9.5	Subkortikale Aktivierungssysteme	197	15	Nozizeption und Schmerz	298
10	Lernen und Gedächtnis	201		<i>Hans-Georg Schaible</i>	
	<i>Niels Birbaumer, Robert F. Schmidt</i>		15.1	Subjektive Empfindung Schmerz und nozizeptives System	299
10.1	Formen von Lernen und Gedächtnis	202	15.2	Peripheres nozizeptives System	301
10.2	Plastizität des Gehirns und Lernen	206	15.3	Spinales nozizeptives System	304
10.3	Zelluläre und molekulare Mechanismen von Lernen und Gedächtnis	210	15.4	Thalamokortikales nozizeptives System und endogene Schmerzkontrollsysteme	307
10.4	Neuropsychologie von Lernen und Gedächtnis	213	15.5	Klinisch bedeutsame Schmerzen	309
11	Motivation und Emotion	218	15.6	Grundlagen der Schmerztherapie	312
	<i>Wilfrid Jänig, Niels Birbaumer</i>		16	Die Kommunikation des Menschen: Hören und Sprechen	315
11.1	Emotionen als physiologische Anpassungsreaktionen	219		<i>Hans-Peter Zenner</i>	
11.2	Zentrale Repräsentationen von Emotionen	222	16.1	Ohr und Schall	316
11.3	Freude und Sucht	225	16.2	Die Schallleitung zum Innenohr	319
11.4	Sexualverhalten	230	16.3	Schalltransduktion im Innenohr	321
11.5	Hunger	232	16.4	Signaltransformation von der Sinneszelle zum Hörnerven	325
12	Kognitive Funktionen und Denken	237	16.5	Frequenzselektivität: Grundlage des Sprach- verständnisses	326
	<i>Niels Birbaumer, Robert F. Schmidt</i>		16.6	Informationsübertragung und -verarbeitung im ZNS .	328
12.1	Zerebrale Asymmetrie	238	16.7	Stimme und Sprache	332
12.2	Neuronale Grundlagen von Kommunikation und Sprache	240	17	Der Gleichgewichtssinn und die Bewegungs- und Lageempfindung des Menschen	336
12.3	Assoziationsareale des Neokortex: Höhere geistige Funktionen und Sozialverhalten	243		<i>Hans-Peter Zenner</i>	
			17.1	Gleichgewichtsorgane im Innenohr	337
			17.2	Gleichgewichtssinn durch Beschleunigungsmessung	338
			17.3	Zentrales vestibuläres System	341
III Allgemeine und Spezielle Sinnesphysiologie			18	Sehen und Augenbewegungen	345
13	Allgemeine Sinnesphysiologie	251		<i>Ulf Eysel</i>	
	<i>Hermann O. Handwerker, Martin Schmelz</i>		18.1	Licht	346
13.1	Sinnesphysiologie und Wahrnehmungspsychologie .	252	18.2	Auge und dioptrischer Apparat	347
13.2	Sinnesmodalitäten und Selektivität der Sinnesorgane für adäquate Reizformen	254	18.3	Reflektorische Einstellung von Sehschärfe und Pupillenweite	351
13.3	Informationsübermittlung in Sensoren und afferenten Neuronen	256	18.4	Augenbewegungen	353
13.4	Molekulare Mechanismen der Transduktion	259	18.5	Netzhaut – Aufbau, Signalaufnahme und Signalverarbeitung	358
13.5	Informationsverarbeitung im neuralen Netz	261	18.6	Psychophysik der Hell-Dunkel-Wahrnehmung	364
13.6	Sensorische Schwellen	264	18.7	Signalverarbeitung im visuellen System des Gehirns .	367
13.7	Psychophysische Beziehungen	267	18.8	Klinisch-diagnostische Anwendung der elementaren Sehphysiologie	371
13.8	Integrierende Sinnesphysiologie	269	18.9	Tiefensehen	374
14	Das somatosensorische System	272	18.10	Farbensehen	375
	<i>Rolf-Detlef Treede</i>		18.11	Hirnpfysiologische Grundlagen kognitiver visueller Leistungen	379
14.1	Submodalitäten und Bahnsysteme der Somatosensorik	273	19	Geschmack und Geruch	386
14.2	Funktionelle Eigenschaften somatosensorischer Neurone	275		<i>Hanns Hatt</i>	
14.3	Mechanorezeption	282	19.1	Bau der Geschmacksorgane und ihre Verschaltung . .	387
14.4	Propriozeption	286	19.2	Geschmacksqualitäten und Signalverarbeitung	389
14.5	Thermorezeption	288			
14.6	Nozizeption	291			
14.7	Viszerozeption	292			

19.3	Eigenschaften des Geschmackssinns	391
19.4	Aufbau des Riechsystems und seine zentralen Verschaltungen	393
19.5	Geruchsdiskriminierung und deren neuro- physiologische Grundlagen	394
19.6	Funktional wichtige Eigenschaften des Geruchssinns	398

IV Regulation vegetativer Funktionen

20	Vegetatives Nervensystem	403
	<i>Wilfrid Jänig</i>	
20.1	Peripheres vegetatives Nervensystem: Sympathikus und Parasympathikus	404
20.2	Transmitter und ihre Rezeptoren in Sympathikus und Parasympathikus	406
20.3	Signalübertragung im peripheren Sympathikus und Parasympathikus	411
20.4	Darmnervensystem	415
20.5	Organisation des vegetativen Nervensystems im Rückenmark	417
20.6	Organisation des vegetativen Nervensystems im unteren Hirnstamm	419
20.7	Miktion und Defäkation	422
20.8	Genitalreflexe	425
20.9	Hypothalamus	429
21	Hormone	435
	<i>Florian Lang</i>	
21.1	Allgemeine Aspekte endokriner Regulation	436
21.2	Hypothalamus und Hypophyse	441
21.3	Schilddrüsenhormone	446
21.4	Pankreashormone	449
21.5	Nebennierenrindenhormone	454
22	Reproduktion	462
	<i>Friederike M. Werny, Stefan Schlatt</i>	
22.1	Keimbahn und Stammzellen	463
22.2	Endokrine Steuerung der Reproduktionsorgane: Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden-Achse	465
22.3	Reproduktive Funktionen des Mannes	467
22.4	Reproduktive Funktionen der Frau	469
22.5	Reproduktionsfunktionen im Lebenszyklus	473

V Blut und Immunabwehr

23	Blut	477
	<i>Wolfgang Jelkmann</i>	
23.1	Aufgaben und Zusammensetzung des Blutes	478
23.2	Blutplasma	479
23.3	Erythrozyten	482
23.4	Leukozyten	489

23.5	Thrombozyten	491
23.6	Blutstillung und -gerinnung	492
23.7	Blutgruppen des Menschen	498
24	Immunsystem	503
	<i>Erich Gulbins, Karl S. Lang</i>	
24.1	Angeborene Immunität	504
24.2	Spezifisches Immunsystem	507
24.3	Pathophysiologie des Immunsystems	512

VI Herz und Kreislauf

25	Herzerregung	517
	<i>Hans Michael Piper</i>	
25.1	Ruhe und Erregung der Arbeitsmyokardzelle	518
25.2	Erregungsbildungs- und -leitungssystem des Herzens	522
25.3	Elektrokardiogramm (EKG)	529
26	Herzmechanik	539
	<i>Jürgen Daut</i>	
26.1	Das Herz als muskuläre Pumpe	540
26.2	Frank-Starling-Mechanismus und Laplace-Gesetz . . .	543
26.3	Arbeitsdiagramm	547
26.4	Zusammenspiel von Herz und Kreislauf	550
26.5	Regulation der Kontraktionskraft des Herzens	554
26.6	Herzinsuffizienz	557
26.7	Untersuchung der Herzmechanik am Patienten	560
27	Herzstoffwechsel und Koronardurchblutung . . .	565
	<i>Andreas Deussen</i>	
27.1	Energieumsatz des Myokards	566
27.2	Substrate und Stoffwechsel	567
27.3	Koronardurchblutung	569
28	Kreislauf	572
	<i>Ralf Brandes, Rudi Busse †</i>	
28.1	Einführung und Strömungsmechanik	573
28.2	Eigenschaften der Gefäßwände und arterielle Hämodynamik	577
28.3	Niederdrucksystem	582
28.4	Mikrozirkulation	587
28.5	Nerval vermittelte Durchblutungsregulation	593
28.6	Komponenten des basalen Gefäßtonus	596
28.7	Modulation des Gefäßtonus durch zirkulierende Hormone und vasoaktive Peptide	598
28.8	Das Endothel: zentraler Modulator vaskulärer Funktionen	600
28.9	Synopsis der lokalen und systemischen Durchblutungsregulation	607
28.10	Langfristige Regulationsmechanismen	612
28.11	Anpassung des Kreislaufs an wechselnde Bedingungen	615
28.12	Lungenkreislauf	620
28.13	Spezielle Kreislaufabschnitte	622
28.14	Messung von Kreislaufgrößen	624

VII Regulation des Inneren Milieus

29 Niere	629
<i>Florian Lang</i>	
29.1 Aufgaben und Bau der Niere	630
29.2 Durchblutung und glomeruläre Filtration	633
29.3 Transportprozesse im proximalen Tubulus	639
29.4 Transportprozesse der Henle-Schleife und Harnkonzentrierung	645
29.5 Transportprozesse im distalen Nephron	648
29.6 Transportdefekte, Wirkung von Diuretika, Urolithiasis	650
29.7 Stoffwechsel und biochemische Leistungen der Niere	652
29.8 Regulation der Nierenfunktion	653
29.9 Renale Hormone	656
29.10 Messgrößen der Nierenfunktion	660
30 Wasser- und Elektrolythaushalt	664
<i>Pontus B. Persson</i>	
30.1 Flüssigkeits- und Elektrolytbilanz	665
30.2 Flüssigkeitsräume	666
30.3 Regelung der Wasser- und Kochsalzausscheidung	671
30.4 Regelung der Wasser- und Kochsalzaufnahme	674
30.5 Entgleisung des Wasser-Elektrolyt-Haushaltes	676
30.6 Kaliumhaushalt	678
31 Kalzium-, Magnesium- und Phosphathaushalt	682
<i>Florian Lang, Heini Murer</i>	
31.1 Physiologische Bedeutung von Kalziumphosphat	683
31.2 Regulation des Kalziumphosphathaushaltes	684
31.3 Knochen	688
31.4 Störungen des Kalziumphosphathaushaltes	689
31.5 Magnesiumstoffwechsel	692

VIII Atmung

32 Lungenatmung	697
<i>Karl Kunzelmann, Oliver Thews</i>	
32.1 Grundlagen der Atmungsfunktion	698
32.2 Ventilation	702
32.3 Atmungsmechanik	707
32.4 Pulmonaler Gasaustausch	716
32.5 Lungenperfusion und Arterialisierung des Blutes	720
33 Atemregulation	724
<i>Diethelm Wolfgang Richter</i>	
33.1 Atemrhythmus	725
33.2 Atemzentrum	728
33.3 Chemische Kontrolle der Atmung	733
33.4 Reflektorische Kontrolle der Atmung	737

34 Atemgastransport	740
<i>Wolfgang Jelkmann</i>	
34.1 Biophysikalische Grundlagen	741
34.2 Hämoglobin	742
34.3 Transport von O ₂ im Blut	743
34.4 Transport von CO ₂ im Blut	748
34.5 Fetalen Gasaustausch	749
35 Säure-Basen-Haushalt	751
<i>Florian Lang</i>	
35.1 Bedeutung und Pufferung des pH	752
35.2 Regulation des pH	755
35.3 Störungen des Säure-Basen-Haushaltes	759
36 Der Sauerstoff im Gewebe: Substrat, Signal und Noxe	763
<i>Ulrich Pohl</i>	
36.1 Sauerstoffbedarf	764
36.2 Sauerstoffversorgung der Gewebe	766
36.3 O ₂ -Mangelwirkungen	769
36.4 Sauerstoff als Signalmolekül	773
36.5 Sauerstoff als Noxe	775

IX Stoffwechsel, Arbeit, Altern

37 Ernährung	781
<i>Hans K. Biesalski</i>	
37.1 Nahrungsmittel	782
37.2 Makronährstoffe	783
37.3 Vitamine	787
37.4 Spuren- und Mengenelemente	790
38 Funktionen des Magen-Darm-Trakts	792
<i>Peter Vaupel</i>	
38.1 Allgemeine Grundlagen der gastrointestinalen Funktionen	793
38.2 Gastrointestinale Motilität und Sekretion	796
38.3 Mundhöhle, Pharynx und Ösophagus	799
38.4 Magen	803
38.5 Pankreas	809
38.6 Leber und Gallensekretion	812
38.7 Dünndarm	818
38.8 Kolon und Rektum	820
38.9 Absorption von Elektrolyten, Wasser, Vitaminen und Eisen	822
38.10 Verdauung und Absorption von Nährstoffen	826
38.11 Intestinale Schutzmechanismen und Darmbakterien	831
39 Energie- und Wärmehaushalt, Thermoregulation	834
<i>Pontus B. Persson</i>	
39.1 Nährstoffbrennwerte	835
39.2 Energieumsatz	838
39.3 Körpertemperatur des Menschen	840
39.4 Wärmeregulation	842

39.5	Wärmebildung, Wärmeabgabe	845
39.6	Physiologische und pathophysiologische Veränderungen der Temperaturregulation	850
40	Sport- und Arbeitsphysiologie	854
	<i>Urs Boutellier</i>	
40.1	Leistung und Leistungsfähigkeit	855
40.2	Energiebereitstellung	856
40.3	Aerobe und anaerobe Leistungsfähigkeit	857
40.4	Physiologische Anpassungen an körperliche Aktivität	861
40.5	Leistungstests	866
40.6	Motorisches Lernen und Training	869
40.7	Ermüdung, Erschöpfung, Übertraining und Erholung	871
40.8	Doping	875
41	Alter und Altern	877
	<i>Thomas von Zglinicki</i>	
41.1	Was ist Altern?	878
41.2	Zelluläre und molekulare Mechanismen des Alterns	880
41.3	Organveränderungen im Alter	884
41.4	Funktionsbeeinträchtigung und Krankheit	888
41.5	Intervention	889

A Anhang

A1	Tabellen	895
A2	Abkürzungen	910
A3	Maßeinheiten und Normalwerte der Physiologie	912
A4	Sachverzeichnis	915