

Inhalt

1	Grundlagen der Zellphysiologie ..	2			
	<i>M. Hoth, J. Rettig</i>				
1.1	Einführung	3		2.4	Synaptische Übertragung
1.2	Stoffmenge	3		2.4.1	Elektrische Synapsen
1.3	Osmose	5			Aufbau elektrischer Synapsen
1.4	Stofftransport	7			Prinzip der Erregungsübertragung
1.4.1	Passiver Transport	8			Eigenschaften elektrischer Synapsen
	Diffusion	8			Vorkommen und Aufgaben
	Filtration	9		2.4.2	Chemische Synapsen
	Konvektion	10			Aufbau chemischer Synapsen
	Passiver Membrantransport durch Kanäle ..	10			Rezeptoren, Transmitter, Cotransmitter, Modulatoren, Agonisten und Antagonisten .
1.4.2	Aktiver Transport	11			Prinzip der Signalübertragung an chemischen Synapsen
	Primär aktiver Transport	12			Die neuromuskuläre Endplatte (motorische Endplatte)
	Sekundär aktiver Transport	12		2.5	Signalverarbeitung im Nervensystem
1.4.3	Transport über Zellverbände	13		2.5.1	Konvergenz und Divergenz
	Transzellulärer Transport	13		2.5.2	Postsynaptische Hemmung
	Parazellulärer Transport	14			Rückwärtshemmung
	Interzellulärer Transport	14			Vorwärtshemmung
1.5	Zellorganisation, Zytoskelett, Zellbeweglich- keit und intrazellulärer Transport	15			Laterale Hemmung
1.5.1	Zellorganisation	15		2.5.3	Präsynaptische Hemmung
	Zellbestandteile und ihre Aufgaben	15		2.5.4	Räumliche und zeitliche Summation
	Intrazelluläre Botenstoffe (Second messenger)	15		2.6	Funktionsprinzipien sensorischer Systeme ..
1.5.2	Zytoskelett und Zellbeweglichkeit	16			
	Zytoskelett	16		3	Grundlagen der Muskel- physiologie
	Zellbeweglichkeit	17			<i>J. Rettig</i>
1.5.3	Intrazellulärer Transport	17		3.1	Quergestreifte Skelettmuskulatur
1.6	Elektrische Vorgänge an Zellen	17		3.1.1	Aufbau der Skelettmuskulatur
1.6.1	Das Ruhemembranpotenzial (RP)	17		3.1.2	Erregungs-Kontraktions-Koppelung der Skelettmuskulatur
	Entstehung des Ruhemembranpotenzials ..	18			Molekulare Mechanismen der Muskel- kontraktion (Gleitfilamenttheorie)
1.6.2	Abweichungen vom Ruhemembranpotenzial	20		3.1.3	Mechanik der Muskelkontraktion
1.7	Signalübertragung zwischen Zellen	20		3.1.4	Kontraktionsformen
				3.1.5	Faserarten der Skelettmuskulatur
2	Grundlagen der Neurophysiologie	22		3.1.6	Herzmuskulatur
	<i>M. Hoth, J. Rettig</i>			3.2	Glatte Muskulatur
2.1	Zellen des Nervensystems	23		3.3.1	Aufbau der glatten Muskulatur
2.1.1	Neuronen	23		3.3.2	Erregungs-Kontraktions-Koppelung der glatten Muskulatur
	Aufbau und Funktion	23		3.3.3	Kontraktion der glatten Muskulatur
	Transport in Nervenzellen	23		3.3.4	Relaxation der glatten Muskulatur
2.1.2	Gliazellen (Neuroglia)	24		►	Fallbeispiel: Muskeldystrophie
2.2	Die Blut-Hirn-Schranke	25		4	Herz
2.3	Erregungsvorgänge an Nervenzellen	26			<i>M. Hoth, E. Wischmeyer</i>
2.3.1	Spannungsgesteuerte Ionenkanäle	26		4.1	Morphologie und Funktion
2.3.2	Das Aktionspotenzial (AP)	30		4.2	Elektrophysiologie des Herzens
	Entstehung eines Aktionspotenzials	31		4.2.1	Differenzierung der Herzmuskulatur
	Phasen des Aktionspotenzials	31			Arbeitsmyokard
	Dauer von Aktionspotenzialen	32			Erregungsbildungs- und -leitungssystem ...
	Die Refraktärphase	32		4.2.2	Ruhemembranpotenzial (RP)
2.3.3	Erregungsfortleitung in Nervenzellen	32			Ruhepotenzial im Arbeitsmyokard
	Das Prinzip der elektrotonischen (passiven) Erregungsfortleitung	32			Ruhemembranpotenzial im Erregungs- bildungs- und -leitungssystem
	Fortleitung von Aktionspotenzialen	33			

4.2.3	Erregungsbildung und Fortleitung	76	5.2.2	Der arterielle Blutdruck	126
	Physiologischer Ablauf eines Erregungszyklus	76		Grundlagen	126
	Hierarchie der Schrittmacherzentren	77		Messung des Blutdrucks	130
	Leitungsgeschwindigkeit	77	5.3 Das Niederdrucksystem		132
4.2.4	Aktionspotenziale (AP)	77	5.3.1	Grundlagen	132
	Form der Aktionspotenziale	77	5.3.2	Druckverhältnisse im Niederdrucksystem	132
	Entstehung der Aktionspotenziale	78		Der zentrale Venendruck (ZVD)	133
	Mechanismen zur Aufrechterhaltung von Ionengradienten	80	5.4 Einfluss des hydrostatischen Drucks auf den arteriellen und venösen Blutdruck		134
	Refraktärphase	81	5.5 Mikrozirkulation		137
4.2.5	Elektromechanische Koppelung	81	5.5.1	Die terminale Strombahn	137
4.2.6	Elektrokardiogramm (EKG)	83	5.5.2	Stoffaustausch	137
	Physikalische Grundlagen	83		Diffusion	137
	Phasen des EKG	84		Filtration und Reabsorption	140
	Möglichkeiten der EKG-Ableitung	85	5.5.3	Lymphgefäßsystem	141
	Bestimmung des Lagetyps	87	5.6 Kreislaufregulation		142
	Herzrhythmusstörungen im EKG	88	5.6.1	Regulation des Blutdrucks	142
4.3 Mechanik der Herzaktion		94		Kurzfristige Regulation	143
4.3.1	Phasen des Herzzyklus	94		Langfristige Regulation	146
	Systole	94	5.6.2	Regulation der Organdurchblutung	146
	Diastole	95		Lokale Steuerung	146
4.3.2	Herztöne und Herzgeräusche	96		Zentrale Steuerung	150
	Herztöne	96	5.7 Spezifische Merkmale der verschiedenen Organkreisläufe		152
	Herzgeräusche	96		Lunge	152
4.3.3	Druck-Volumen-Veränderungen während des Herzzyklus	97		Gehirn	153
	Arbeitsdiagramm des Herzens	98		Haut	154
	Bestimmung des Herzzeitvolumens	99		Herz	155
4.4 Steuerung der Herztätigkeit		100		Niere	155
	Frank-Starling-Mechanismus	100		Skelettmuskulatur	155
	Einfluss des vegetativen Nervensystems auf die Herztätigkeit	101		Splanchnikuskreislauf	156
4.5 Durchblutung und Stoffwechsel des Herzens		104	5.8 Kreislaufversagen – Schock		157
4.5.1	Sauerstoffbedarf des Herzens und Koronardurchblutung	104		Ursachen und Entstehungsmechanismus	157
	Sauerstoffbedarf des Herzens	104		Symptome bei Schock	158
	Koronardurchblutung	104		Formen des Schocks	158
4.5.2	Energetik und Stoffwechsel des Herzens	105	5.9 Fetalen Blutkreislauf		158
	Energiebedarf des Herzens	105		Merkmale des fetalen Blutkreislaufs	158
	Substrate des kardialen Energiestoffwechsels	105		Umstellung des Kreislaufs mit/nach der Geburt	159
	Stoffwechselwege	106	►	Fallbeispiel: Leberzirrhose	161
4.6 Das Herz als endokrines Organ		106	6 Blut		164
►	Fallbeispiel: Akuter Myokardinfarkt	107		<i>M. Hoth, E. Wischmeyer</i>	
5 Blutkreislauf		110	6.1 Aufgaben des Blutes		165
	<i>S. Grissmer</i>		6.2 Blutvolumen		165
5.1 Allgemeine Grundlagen		111	6.3 Blutbestandteile		166
5.1.1	Aufbau und Funktion	111	6.3.1	Zelluläre Bestandteile	166
5.1.2	Hämodynamik	113		Hämatokrit	166
	Wesentliche hämodynamische Parameter	113		Erythrozyten	167
	Wichtige hämodynamische Einflussgrößen	118		Leukozyten	174
5.2 Das Hochdrucksystem		122		Thrombozyten	176
5.2.1	Hämodynamische Charakteristika	123	6.3.2	Blutplasma	177
	Windkessелеffekt	123		Niedermolekulare Bestandteile	178
	Druckpuls	124		Plasmaproteine	178
	Strompuls	124	6.4 Hämostase		181
			6.4.1	Primäre Hämostase	181
				Thrombozytenadhäsion	181
				Thrombozytenaggregation	181

	Vasokonstriktion	183		Bestimmung des anatomischen und funktionellen Totraums	237
	Hemmung der Thrombozytenadhäsion und -aggregation an intaktem Endothel	183	8.3.5	Ventilationsstörungen	238
6.4.2	Sekundäre Hämostase	183	8.4	Alveolärer Gasaustausch	239
	Zusammenwirken exogener und endogener Faktoren	184	8.4.1	Grundlagen der Diffusion	239
	Regulation und Hemmung der Hämostase ..	187	8.4.2	Physik der Gase	240
6.5	Fibrinolyse	188	8.4.3	Typische Partialdruckwerte	240
7	Immunsystem	192	8.4.4	Gasaustausch über die Alveolarmembran ..	241
	<i>M. Hoth, E. Wischmeyer</i>		8.4.5	Ventilations-Perfusions-Verhältnis	243
7.1	Einführung	193	8.4.6	Hypoxische Vasokonstriktion	245
7.1.1	Aufgaben des Immunsystems	193	8.4.7	Störung des Gasaustauschs	246
7.1.2	Aufbau	193	8.5	Atemgastransport im Blut und Gewebe-	
7.1.3	Steuerung der Immunreaktion – Zytokine ..	195		atmung	247
7.2	Unspezifisches Immunsystem	195	8.5.1	Sauerstofftransport im Blut	247
7.2.1	Unspezifisches zelluläres Immunsystem ...	197	8.5.2	Molekulare Physiologie des Hämoglobins ..	248
	Beteiligte Zellen	197		Verhinderung der Autooxidation benachbar-	
	Emigration und Phagozytose	200		ter Hämgruppen	248
7.2.2	Unspezifisches humorales Immunsystem ...	202		Verminderung der Affinität des Hämoglobins	
	Komplementsystem	202		zu diversen Gasen	248
	Lysozym	204		Entstehung des sigmoidalen Verlaufs der	
	Akute-Phase-Proteine	204		Sauerstoffbindungskurve	249
7.3	Spezifisches Immunsystem	204	8.5.3	Gasaustausch im peripheren Gewebe	252
7.3.1	Spezifisches zelluläres Immunsystem	205	8.5.4	CO ₂ -Transport im Blut	253
	MHC(major histocompatibility complex)-		8.5.5	O ₂ - und CO ₂ -Transport im Vergleich	253
	Moleküle	205	8.6	Atmungsregulation	254
	T-Zell-Rezeptor (TZR)	207	8.6.1	Rhythmogenese und Atemantriebe	254
	Reifung der T-Lymphozyten	208	8.6.2	Zelluläre Mechanismen der Chemorezeption	
	Erster Antigenkontakt – Aktivierung der			Periphere Chemorezeptoren	255
	T-Lymphozyten	209		Zentrale Chemorezeptoren	255
	Zweiter Antigenkontakt	212	8.6.3	Integrative Antworten auf Änderungen der	
7.3.2	Spezifisches humorales Immunsystem	214		chemischen Atemantriebe	255
	B-Lymphozyten	214	8.6.4	Nichtchemische Atemantriebe	257
	Antikörper	215	8.6.5	Der Rhythmusgenerator der Atmung	257
	Immunologisches Gedächtnis	218	8.6.6	Rolle des arteriellen P _{CO₂} bei der Atmungs-	
7.4	Blutgruppen	219		regulation	259
7.4.1	Das ABO-System	219	8.6.7	Pathologische Atmungsformen	259
7.4.2	Das Rhesus-System	221	8.7	Adaptation der Atmung	260
8	Atmung	224	8.7.1	Anpassung an mittlere und große Höhen ..	261
	<i>H. Ehmke</i>			Erhöhung der Sauerstoffbindungskapazität .	261
8.1	Einführung	225		Alveoläre Hyperventilation	262
8.2	Funktionen der Lunge	225		Verschiebung der Sauerstoffbindungskurve .	262
8.3	Belüftung der Lunge	226	8.7.2	Tauchen	263
8.3.1	Funktionelle Anatomie des Bronchialbaums	226	►	Fallbeispiel: Lungenembolie	265
8.3.2	Atemmechanik	228	9	Säure-Basen-Haushalt	268
	Compliance	228		<i>H. Ehmke</i>	
	Atemzyklus	230	9.1	Einführung	269
	Atemwegswiderstand	232	9.2	Chemische Grundlagen	269
8.3.3	Lungenvolumina und Lungenkapazitäten ...	233	9.2.1	Säure-Basen-Gleichgewicht	269
8.3.4	Bestimmung der Lungenvolumina und		9.2.2	pH-Wert	270
	-kapazitäten	234	9.2.3	Zentrale Gleichung des Säure-Basen-	
	Spirometrie	234		Haushalts	270
	Fremdgasverdünnungsmethoden	237	9.3	Regulation des Säure-Basen-Haushalts	270
	Ganzkörperplethysmografie	237	9.3.1	Puffersysteme	270
				Geschlossene Puffersysteme	271
				Offene Puffersysteme	272

9.3.2	Regulation des Säure-Basen-Haushalts durch die Atmung	275			Henle-Schleife und distaler Tubulus	310
9.3.3	Regulation des Säure-Basen-Haushalts durch die Niere	276			Verbindungstubulus und Sammelrohr	310
9.3.4	Regulation des Säure-Basen-Haushalts durch die Leber	278			10.6 Energiestoffwechsel der Niere	313
9.3.5	Intrazelluläre pH-Regulation	278			10.6.1 Determinanten des renalen Energie-	
9.4 Störungen des Säure-Basen-Haushalts		279			verbrauchs	313
9.4.1	Einteilung	279			10.6.2 Sauerstoffversorgung der Niere	313
	Respiratorische Azidose	279			10.6.3 Substrate der Energiegewinnung	314
	Respiratorische Alkalose	280			10.7 Nierenhormone	314
	Nichtrespiratorische Azidose	280			10.7.1 Renin	314
	Nichtrespiratorische Alkalose	281			10.7.2 Erythropoietin (EPO)	314
9.4.2	Kompensationsmechanismen	281			10.7.3 1,25-Dihydroxycholecalciferol (Kalzitriol) ..	315
	Kompensation durch chemische Pufferung ..	282			10.7.4 Prostaglandine	315
	Kompensation durch die Atmung	282			10.8 Wasser- und Elektrolythaushalt	315
	Kompensation durch renale Mechanismen ..	282			10.8.1 Wasserräume des Körpers	315
9.4.3	Diagnostik von Störungen des Säure-Basen-				10.8.2 Wasserzufuhr und -abgabe	316
	Haushalts	283			10.8.3 Regulation des Wasser- und Elektrolyt-	
	Messparameter	283			haushalts	316
	Stufendiagnostik	284			Osmoregulation	316
	Grafische Darstellung des Säure-Basen-Status	285			Kopplung von Natrium- und Wasser-	
►	Fallbeispiel: COPD	286			ausscheidung	317
					Kontrolle des Natriumbestands über das	
					Extrazellulärvolumen	317
					Hormone als Regulatoren	317
					Einflussfaktoren der Hormonsekretion	320
					Durstgefühl	322
10 Niere und Salz-/Wasserhaushalt .. 290					10.8.4 Störungen des Wasserhaushalts	322
<i>A. Kurtz, C. Wagner</i>					10.8.5 Natrium: Bilanz und Funktion	322
10.1 Funktionen der Niere		291			10.8.6 Störungen des Natriumhaushalts	323
10.2 Anatomische Grundlagen		291			10.8.7 Kalium: Bilanz und Funktion	323
10.3 Durchblutung der Niere		292			10.8.8 Störungen des Kaliumhaushalts	325
10.3.1 Nierengefäße		292			10.8.9 Kalzium- und Phosphathaushalt	325
10.3.2 Aufgaben der Nierendurchblutung		293			Hormonelle Regulation des Kalzium- und	
10.3.3 Intrarenale Verteilung des Blutflusses		294			Phosphathaushalts	325
10.3.4 Determinanten der Nierendurchblutung ..		294			10.8.10 Magnesiumhaushalt	327
10.3.5 Regulationsfaktoren des Nierengefäß-					10.9 Der Endharn (Urin)	327
widerstands		294			10.10 Funktion der ableitenden Harnwege	328
10.4 Plasmafiltration		295			10.10.1 Nierenbecken und Harnleiter	328
10.4.1 Der Glomerulusfilter		295			10.10.2 Harnblase	328
10.4.2 Regulation der glomerulären Filtration		296			► Fallbeispiel: Nierenversagen	330
10.4.3 Konstanthaltung des Filtrationsdrucks		297				
10.5 Resorption und Sekretion von Stoffen durch					11 Hormonelle Regulation	334
die Tubuluszellen		298			<i>R. Deutzmann</i>	
10.5.1 Das Tubulussystem		298			11.1 Grundlagen	335
10.5.2 Kompartimentierung des Nieren-					11.1.1 Prinzipien der Signalübertragung zwischen	
interstitiums		300			Zellen	335
10.5.3 Funktionsspezifität der Nephronabschnitte ..		301			11.1.2 Extrazelluläre Signalmoleküle: Hormone und	
10.5.4 Ausscheidung harnpflichtiger Substanzen ..		303			Zytokine	336
10.5.5 Natriumresorption		304			Wirkprinzip	337
10.5.6 Chloridresorption		306			Einteilung der Hormone	337
10.5.7 Kaliumresorption und -sekretion		306			Generelle Eigenschaften von Hormonen ..	337
10.5.8 Kalzium- und Magnesiumresorption		307			Signaltransduktionsmechanismen	342
10.5.9 Protonensekretion und Bikarbonatresorption		307			Ursachen von Hormonstörungen	344
10.5.10 Resorption und Sekretion von Säureanionen					Hormonelle Regelkreise	344
und Basenkationen		308			11.2 Hypothalamisch-hypophysäres System:	
10.5.11 Resorption von Zuckern		309			Integration von ZNS und endokrinem System	347
10.5.12 Resorption von Proteinen und Aminosäuren		309			11.2.1 Hypothalamus	348
10.5.13 Resorption von Wasser (Harnkonzentrie-					Steuerhormone: Releasing- und Release-	
rung)		310			Inhibiting-Hormone	348
Proximaler Tubulus		310				

Effektorhormone: ADH und Oxytozin	351	Molekulare Wirkungen	399
11.2.2 Hypophyse	352	Zelluläre Wirkungen	400
Hormone der Adenohypophyse	352	11.8.2 Glukagon	406
Hormone der Neurohypophyse	353	Biosynthese, Sekretion und Abbau	406
11.2.3 Rückkopplungsmechanismen	353	Molekulare und zelluläre Wirkungen	406
11.3 Wachstumshormon	355	11.9 Gastrointestinale Hormone	407
11.3.1 Regulation der Biosynthese	355	11.10 Hormone mit Wirkung auf den Wasser- und	
11.3.2 Molekulare Wirkungen	357	Elektrolythaushalt	407
11.3.3 Zelluläre Wirkungen	358	11.10.1 Regulator des Wasserhaushalts: Antidiure-	
Anabole Wirkungen	358	tisches Hormon (ADH)	407
Metabolische Wirkungen	359	11.10.2 Regulatoren des Natriumhaushalts	407
11.4 Prolaktin (PRL)	360	Renin-Angiotensin-Aldosteron-System	
11.4.1 Regulation der Biosynthese	360	(RAAS)	407
11.4.2 Molekulare und zelluläre Wirkungen	361	Atriales natriuretisches Peptid (ANP)	407
11.5 Schilddrüsenhormone (Thyroxin und		11.10.3 Regulatoren des Kaliumhaushalts	407
Triiodthyronin)	363	11.10.4 Regulatoren des Kalzium- und Phos-	
11.5.1 Biosynthese, Transport, Aktivierung und		phathaushalts	407
Abbau	363	► Fallbeispiel: Cushing-Syndrom	
Biosynthese	363	(Morbus Cushing)	408
Regulation der Biosynthese	365		
Transport im Blut	366		
Aktivierung und Abbau	366		
11.5.2 Molekulare Wirkungen	368	12 Sexualentwicklung und	
11.5.3 Zelluläre Wirkungen	368	Reproduktionsphysiologie	412
Regulation von Wachstumsprozessen	368	<i>C. Pedain</i>	
Anpassung des Organismus an Umwelt-			
bedingungen	369	12.1 Hypothalamisch-hypophysär-gonadale	
11.6 Hormone der Nebennierenrinde	373	Steuerung der Sexuallfunktion	413
11.6.1 Überblick	373	12.1.1 Hormone des Hypothalamus	413
Biosynthese	373	Gonadotropin-Releasing-Hormon (GnRH) ..	413
Sekretion, Transport und Inaktivierung	375	Oxytozin	414
11.6.2 Mineralokortikoide	376	12.1.2 Hormone der Hypophyse	414
Regulation der Biosynthese	376	12.1.3 Hormone der Gonaden	416
Molekulare Wirkungen	376	Hormone des Ovars	416
Zelluläre Wirkungen	377	Hormone der Testis	420
11.6.3 Glukokortikoide	378	12.2 Menstruationszyklus	422
Regulation der Biosynthese	379	12.2.1 Zyklische Veränderungen im Ovar	422
Interkonvertierung von Kortisol und Kortison	380	Follikelphase	422
Molekulare Wirkungen	381	Ovulation	422
Zelluläre Wirkungen	381	Lutealphase	424
11.6.4 Androgene	387	12.2.2 Zyklische Veränderungen des Endometriums	
11.7 Hormone des Nebennierenmarks: Adrenalin		Desquamationsphase	425
und Noradrenalin	388	Proliferationsphase	425
11.7.1 Biosynthese, Sekretion, Inaktivierung und		Sekretionsphase	425
Abbau	388	12.3 Gametogenese	426
Biosynthese	388	12.3.1 Oogenese	426
Regulation der Biosynthese	389	12.3.2 Spermatogenese	427
Sekretion	390	12.4 Kohabitation	428
Inaktivierung und Abbau	390	12.4.1 Sexuelle Erregung und Orgasmus	428
11.7.2 Molekulare Wirkungen	391	Prozesse beim Mann	428
11.7.3 Zelluläre Wirkungen	392	Prozesse bei der Frau	430
Metabolische Wirkungen	392	Prozesse bei beiden Geschlechtern	431
Wirkungen auf Organsysteme	394	12.4.2 Sexueller Reaktionszyklus	431
11.8 Pankreashormone	396	12.5 Befruchtung und Implantation	432
11.8.1 Insulin	396	12.5.1 Ejakulat	432
Struktur und Biosynthese	396	12.5.2 Spermatozoenaszension und Kapazitation ..	434
Sekretion	397	12.5.3 Befruchtung	435
Regulation der Sekretion	398	Akrosomreaktion	435
Inaktivierung und Abbau	399	Kortikalreaktion	436
		Imprägnation und Konjugation	436
		12.5.4 Implantation der befruchteten Eizelle	436

Hormonelle Veränderungen des Endometriums	436	Steuerung der gastrointestinalen Motilität ..	472
Implantation	437	Motilitätsmuster im Gastrointestinaltrakt ..	475
12.6 Fetoplazentare Einheit	439	Schlucken	475
12.6.1 Plazentation	439	Magenmotilität	476
12.6.2 Uteroplazentarer Kreislauf	439	Darmmotilität	478
12.6.3 Aufgaben der Plazenta	440	13.2.2 Gastrointestinale Sekretion	481
Stoffaustausch	440	Speichel	481
Endokrine Funktion	441	Magensaft	483
12.6.4 Fetalen Kreislauf	442	Pankreassekret	490
12.7 Schwangerschaftsbedingte Veränderungen des mütterlichen Organismus	442	Galle	494
12.8 Geburt	445	Sekretion in Dünn- und Dickdarm	498
12.8.1 Normaler Geburtsverlauf	445	13.2.3 Aufschluss der Nahrungsbestandteile	498
12.8.2 Geburtsmechanik bei vorderer Hinterhauptslage	446	Kohlenhydrate	498
12.8.3 Hormonale Regulation der Wehentätigkeit ..	447	Proteine	499
Hemmung der Wehentätigkeit	447	Lipide	499
Auslösung der Wehentätigkeit	447	13.3 Absorption	501
Voraussetzungen für eine effektive Wehentätigkeit	447	13.3.1 Kohlenhydratabsorption	501
12.9 Laktation	448	13.3.2 Proteinabsorption	502
Laktogenese	448	13.3.3 Lipidabsorption	502
Galaktogenese	448	13.3.4 Absorption von Mineralstoffen	504
Galaktopoese	449	13.3.5 Absorption von Wasser	505
12.10 Geschlechtsfestlegung und Pubertät	450	13.3.6 Absorption sonstiger Nahrungsbestandteile ..	506
12.10.1 Geschlechtsfestlegung	450	13.4 Leber	506
Geschlechtsdeterminierung	450	► Fallbeispiel: Karzinoid	508
Geschlechtsdifferenzierung	450		
12.10.2 Pubertät	451	14 Energie- und Wärmehaushalt	512
Hormonelle Regulation und Auslöser der Pubertät	452	<i>S. Grissmer</i>	
Körperliche Entwicklung im Verlauf der Pubertät	452	14.1 Energiehaushalt	513
12.11 Klimakterium	454	14.1.1 Allgemeine Grundlagen	513
Organische Ursachen des Klimakteriums ..	454	Energie	513
Somatische und vegetative Veränderungen und deren Symptome	454	Wärme	513
		14.1.2 Energiequellen	513
13 Ernährung, Verdauung und Absorption, Leber	458	14.1.3 Energieumsatz	514
<i>J. Leipziger</i>		Messung	514
13.1 Ernährung	459	Grundumsatz	515
13.1.1 Energiebedarf	459	Ruheumsatz	518
13.1.2 Nahrungsbestandteile	459	Arbeitsumsatz	518
13.1.3 Inadäquate Ernährung	466	14.2 Wärmehaushalt und Temperaturregulation ..	519
13.1.4 Regulation von Nahrungsaufnahme und Energiereserven	467	14.2.1 Körpertemperatur	520
Regulation der Nahrungsaufnahme – Kurzzeitregulation	467	Temperaturverteilung („Topografie“)	520
Regulation der Energiereserven – Langzeitregulation	468	Einflussfaktoren auf die Körpertemperatur ..	520
13.1.5 Regulation der Flüssigkeitsaufnahme	469	14.2.2 Wärmebildung	521
13.2 Verdauung	469	14.2.3 Wärmeabgabe und -aufnahme	522
13.2.1 Gastrointestinale Motilität	470	Mechanismen der Wärmeabgabe	522
Funktionen der gastrointestinalen Motilität ..	470	14.2.4 Temperaturregulation	524
Funktionelle Anatomie des Gastrointestinaltrakts	471	Normothermie	524
		Fieber	525
		Hyperthermie	526
		Hypothermie	528
		14.2.5 Akklimatisation	529
		Kälteakklimatisation	529
		Wärmeakklimatisation	530
		► Fallbeispiel: Hyperthyreose	531

15	Arbeits-, Sport- und Leistungsphysiologie	534			
	<i>S. Grissmer</i>				
15.1	Allgemeine Grundlagen	535			
15.1.1	Arbeit	535			
15.1.2	Leistung	536			
15.2	Energiegewinnung	537			
15.2.1	Energiegewinnung ohne Sauerstoff (anaerob)	537			
	ATP-Gewinnung mittels Kreatinphosphat ..	537			
	ATP-Gewinnung mittels anaerober Glykolyse	537			
15.2.2	Energiegewinnung mit Sauerstoff (aerob) ..	538			
	ATP-Gewinnung mittels aerober Glykolyse ..	538			
	ATP-Gewinnung mittels aeroben Fettsäureabbau	538			
15.3	Anpassung physiologischer Parameter unter körperlicher Belastung	538			
15.3.1	Veränderungen im Laktatstoffwechsel	538			
15.3.2	Anpassungsreaktionen des Herz-Kreislauf-Systems	540			
	Anpassungsreaktionen im Bereich der Gefäße	540			
	Anpassung der Kreislaufparameter	540			
15.3.3	Anpassungsreaktionen des respiratorischen Systems	542			
15.4	Leistungsmessung und -beurteilung	544			
15.4.1	Anaerobe Tests	544			
15.4.2	Aerobe Tests	547			
15.4.3	Time trial	549			
15.5	Training	550			
15.5.1	Belastung	550			
15.5.2	Kraft	550			
15.5.3	Schnelligkeit	551			
15.5.4	Ausdauer	552			
15.5.5	Ermüdung	553			
15.6	Doping	554			
16	Vegetatives Nervensystem	558			
	<i>J. C. Behrends</i>				
16.1	Grundlagen	559			
16.1.1	Einführung	559			
16.1.2	Definition und Terminologie	559			
16.2	Organisation des vegetativen Nervensystems	560			
16.2.1	Efferenzen (pVNS im engeren Sinne)	560			
	Sympathikus, Parasympathikus und enterisches Nervensystem	561			
16.2.2	Viszerale (oder vegetative) Afferenzen	564			
16.2.3	Organisation des enterischen Nervensystems	565			
16.3	Mechanismen der Signalübertragung im pVNS	567			
16.3.1	Ganglionäre synaptische Transmission	568			
16.3.2	Postganglionäre Signalübertragung	569			
	Sympathisch adrenerge postganglionäre Signalübertragung	570			
	Sympathisch cholinerge postganglionäre Übertragung	571			
	Parasympathische postganglionäre Signalübertragung	571			
16.3.3	Nichtklassische Signalübertragung, Kotransmitter und Neuromodulation	574			
	Purinerge Transmission	574			
	Peptiderge Transmission	575			
	Nitriderge Transmission	576			
16.3.4	Präsynaptische Kontrolle der Transmitterfreisetzung	576			
	Präsynaptische adrenerge Kontrolle	576			
	Präsynaptische cholinerge Kontrolle	576			
16.3.5	Kontrolle des enterischen Nervensystems durch Sympathikus und Parasympathikus ..	577			
16.4	Zentrale vegetative Reflexbahnen	578			
16.4.1	Miktion und Defäkation	578			
16.5	Zentrale Kontrolle des VNS im Verhaltenskontext	579			
16.6	Der Hypothalamus als vegetatives Koordinationszentrum	580			
17	Sinnesphysiologie: Funktionsprinzipien und somatoviszzerale Sensibilität	582			
	<i>J. C. Behrends</i>				
17.1	Funktionsprinzipien von Sinnessystemen ..	583			
17.1.1	Sinneskanäle als Basis der Unterscheidung von Modalitäten	583			
	Subjektive Unterscheidung von Sinnesempfindungen	583			
	Kodierung von Modalitäten über Sinneskanäle	584			
	Bedeutung des Reizes für Sinnesempfindungen	586			
17.1.2	Mechanismen der Reizaufnahme und -umwandlung	586			
	Transduktion und Transformation	587			
	Adaptation	589			
17.1.3	Prinzipielle Organisation von Sinneskanälen	589			
	Rezeptive Felder	589			
	Hierarchische Ordnung von Neuronen in Sinneskanälen	591			
	Bedeutung inhibitorischer Mechanismen in Sinneskanälen	591			
17.1.4	Subjektive Sinnesphysiologie (Psychophysik)	592			
17.2	Periphere Organisation der somatoviszzeralen Sensibilität und Sensormechanismen	594			
17.2.1	Grundlagen der peripheren Organisation ..	594			
17.2.2	Kutane Mechanorezeption	596			
	Grundlagen	596			
	Spezialisierte Mechanosensoren der Haut und zugehörige afferente Fasern	597			
17.2.3	Propriozeption	601			
17.2.4	Thermorezeption	601			
	Grundlagen	601			
	Thermosensoren und zugehörige Afferenzen	602			
17.2.5	Nozizeption	603			
	Grundlagen	603			
	Nozizeptoren und nozizeptive Afferenzen ..	604			
17.2.6	Viszerale Sensibilität	607			

17.3	Zentrale Organisation der somatoviszeralen Sensibilität	608	18.2.3	Räumliches Sehen (Tiefenwahrnehmung)	668
17.3.1	Verschaltungen im Rückenmark und im Hirnstamm	608	▷	Fallbeispiel: Diabetes mellitus Typ 1 (Ketoazidose)	670
	Hinterstrangsystem	610			
	Vorderseitenstrangsystem	611			
	Trigeminales System	615			
17.3.2	Thalamokortikale somatoviszerosensible Systeme	616	19	Auditorisches System, Stimme und Sprache	674
	Thalamus	616		<i>S. Frings, F. Müller</i>	
	Kortex	618	19.1	Grundbegriffe der physiologischen Akustik	675
18	Visuelles System	624	19.1.1	Schall	675
	<i>S. Frings, F. Müller</i>		19.1.2	Schalldruckpegel und Lautstärkepegel	675
18.1	Auge	625	19.1.3	Hörbereich und Unterschiedsschwellen	677
18.1.1	Aufbau des Auges	625	19.2	Schallübertragung zum Innenohr	678
18.1.2	Dioptrischer Apparat	625	19.2.1	Formen der Schallleitung	678
	Physikalische Grundlagen der Optik	625	19.2.2	Impedanzanpassung und Schallschutz im Mittelohr	680
	Abbildung durch den dioptrischen Apparat des Auges	627	19.3	Schallverarbeitung im Innenohr	681
	Akkommodation	628	19.3.1	Anatomische Voraussetzungen für die Schallanalyse	681
	Refraktionsanomalien	630		Allgemeiner Aufbau des Innenohrs	681
	Abbildungsfehler	632		Unterteilung der Cochlea	682
18.1.3	Pupille	634	19.3.2	Mechanismen der Schallanalyse	683
	Reflexbogen der Pupillenreaktion	634		Übertragung des Schalldrucks	683
	Gestörte Pupillenreaktion: Testverfahren	636		Erregung von Sinneszellen	684
18.1.4	Augeninnendruck	637	19.4	Zentrale Hörbahn und kortikale Repräsentation	688
	Messung des Augeninnendrucks (Tonometrie)	637	19.4.1	Kodierung auditorischer Signale	688
18.1.5	Tränensekretion	640	19.4.2	Stationen der Hörbahn	689
18.1.6	Augenbewegungen	640	19.4.3	Richtungshören	692
	Augenmuskeln	640	19.5	Lautbildung und -ausformung durch den peripheren Sprechapparat	693
	Konjugierte Augenbewegungen	640	19.5.1	Phonation	693
	Vergenzbewegungen	641	19.5.2	Artikulation	694
	Zufällige Augenbewegungen	641	20	Vestibuläres System	696
	Kontrolle der Augenbewegungen	641		<i>S. Frings, F. Müller</i>	
18.1.7	Netzhaut und primäre sensorische Prozesse	641	20.1	Vestibularapparat	697
	Ophthalmoskopie	641	20.1.1	Anatomischer Aufbau	697
	Aufbau der Retina	643	20.1.2	Beschleunigungsmessung mit Haarzellen	698
	Photorezeptoren	644	20.1.3	Makulaorgane – Registrierung von Linearbeschleunigung	700
	Phototransduktion	645		Statische Information	700
	Informationsverarbeitung in der Retina	648		Dynamische Information	701
	Visus (Sehschärfe)	651	20.1.4	Bogengangsorgane – Registrierung von Drehbeschleunigung	701
	Farbsehen	652	20.2	Zentrale Verschaltung des vestibulären Systems	702
	Adaptation	655	20.2.1	Anatomischer Aufbau	702
18.2	Zentrale Sehbahn und kortikale Repräsentation	658	20.2.2	Vestibulookulärer Reflex und weitere Nystagmusformen	703
18.2.1	Verlauf und Funktion der Sehbahn	658		Vestibulärer Nystagmus	703
	Übersicht	658		Optokinetischer Nystagmus	705
	Anatomischer Verlauf	658		Endstellnystagmus	706
	Gesichtsfeld	659		Testverfahren	706
18.2.2	Informationsverarbeitung innerhalb der einzelnen Stationen der Sehbahn	661	20.2.3	Vestibulospinale Reflexe	707
	Retina	662	20.2.4	Bewusste Lagewahrnehmung	708
	Corpus geniculatum laterale	662			
	Primärer visueller Kortex	663			
	Sekundäre visuelle Kortexareale	666			

21	Gustatorisches und olfaktorisches System	712
	<i>S. Frings, F. Müller</i>	
21.1	Der Geschmackssinn	713
21.1.1	Geschmackszellen	714
21.1.2	Reizübermittlung (gustatorische Transduktion)	715
21.1.3	Geschmacksbahn	715
21.2	Der Geruchssinn	717
21.2.1	Riechschleimhaut und Riechzellen	718
21.2.2	Reizübermittlung (olfaktorische Transduktion)	719
21.2.3	Riechbahn	719
21.3	Vergleich zwischen gustatorischem und olfaktorischem System	721
22	Sensomotorik	724
	<i>J. Rettig</i>	
22.1	Einleitung	725
22.2	Spinale Motorik	726
22.2.1	Aufbau des Rückenmarks	726
	Sensomotorische Efferenzen des Rückenmarks (Ausgang)	727
	Sensomotorische Afferenzen des Rückenmarks (Eingang)	728
22.2.2	Funktionen des Rückenmarks	730
	Reflexe	730
	Lokomotionsgenerator	734
22.2.3	Supraspinale Kontrolle über absteigende Bahnen	734
22.3	Hirnstamm und Motorik	736
22.3.1	Aufbau des Hirnstamms	736
22.3.2	Funktionen des Hirnstamms	737
	Modulation des Lokomotionsgenerators	737
	Posturale Reaktionen	738
	Weiterleitung der Kleinhirn-Eingänge	739
22.4	Planung und Ausführung von Willkürbewegungen	739
22.4.1	Kortex	740
	Primärer motorischer Kortex	740
	Prämotorischer und supplementär-motorischer Kortex	741
	Projektionen des Kortex	741
22.4.2	Basalganglien	743
	Aufbau der Basalganglien	743
	Projektionen der Basalganglien	743
	Funktionen der Basalganglien	744
22.4.3	Kleinhirn	746
	Aufbau des Kleinhirns	746
	Funktionen und Projektionen des Kleinhirns	746
22.5	Zusammenfassendes Beispiel sensomotorischer Abläufe	749
►	Fallbeispiel: Parkinson-Syndrom (Morbus Parkinson)	751

23	Integrative Leistungen des zentralen Nervensystems	754
	<i>J. Bischofberger</i>	
23.1	Anatomische und funktionelle Organisation der Großhirnrinde	755
23.1.1	Makroskopischer Aufbau	755
23.1.2	Funktionelle Gliederung	755
	Primäre Rindenfelder	755
	Assoziationsfelder	756
	Kortikale Asymmetrie und Hemisphären-dominanz	757
23.1.3	Mikroskopische Struktur und Verschaltung	758
	Laminäre Organisation des Neokortex	758
	Kortikale Informationsverarbeitung	759
23.2	Neurophysiologische Untersuchung zerebraler Aktivität	763
23.2.1	Elektroenzephalogramm (EEG)	763
	Entstehung und Ableitung elektrischer Potenziale	763
	EEG-Frequenzen	764
	Synchronisationsmechanismen	766
23.2.2	Ereigniskorrelierte Potenziale (EKP)	767
23.2.3	Magnetenzephalogramm (MEG)	767
23.2.4	Funktionelle Analyse durch Bildgebung	768
	Funktionelle Magnet-Resonanz-Tomografie (fMRT)	768
	Positronen-Emissions-Tomografie (PET)	769
23.3	Schlafen, Wachen, Aufmerksamkeit	769
23.3.1	Der zirkadiane Rhythmus	769
23.3.2	Wachheit und Schlaf im EEG	769
23.3.3	Neuronale Steuerung der Schlafphasen	771
23.3.4	γ-Oszillationen bei Wachheit und REM-Schlaf	771
23.3.5	Synchronisationsmechanismus der γ-Oszillationen	772
23.3.6	Altersabhängigkeit des Schlaf-Wach-Rhythmus	772
23.4	Sprache und Bewusstsein	773
23.4.1	Sprache	773
	Sprachverarbeitung im auditorischen Kortex	773
	Wernicke-Areal	773
	Broca-Areal	774
	Bidirektionale Koordination	774
	Hemisphärendominanz der Sprachregionen	775
	Lesen und Schreiben	775
23.4.2	Bewusstsein	776
	Unbewusste (implizite) Wahrnehmung	776
	Bewusste (explizite) Wahrnehmung	777
	Bewusstseinsstörungen	778
23.5	Lernen und Gedächtnis	779
23.5.1	Sensorisches Gedächtnis	779
23.5.2	Arbeits- oder Kurzzeitgedächtnis	780
	Funktion und Kapazität	780
	Neuronale Grundlagen des Arbeitsspeichers	780
23.5.3	Langzeitgedächtnis	780
	Lernprozesse und Prägung des Gehirns	780
	Prägung und synaptische Plastizität	781
	Implizites und explizites Langzeitgedächtnis	781
	Implizites Langzeitgedächtnis	781

	Explizites Langzeitgedächtnis	782
23.5.4	Molekulare Mechanismen der synaptischen Plastizität	785
	Räumliches Gedächtnis und NMDA-Rezeptoren	785
	Langzeitpotenzierung (LTP)	785
	Langzeitdepression (LTD)	787
	Räumliches Gedächtnis durch synaptische Plastizität	787
	Hirnentwicklung und Lernen	787
23.6	Triebverhalten, Motivation und Emotion ...	787
23.6.1	Motivation durch Triebe	787
23.6.2	Zielgerichtetes Verhalten durch Emotionen .	787
23.6.3	Zentrale Repräsentation von Emotionen ...	788
	Das limbische System	788
	Erweiterung des limbischen Systems	788
	Der Hypothalamus	788
	Das Vorderhirn	789

23.6.4	Hunger und Durst	789
23.6.5	Angst und Furcht	790
	Furchtgedächtnis durch assoziative synaptische Plastizität	790
	Löschung des Furchtgedächtnisses	790
23.6.6	Freude und Sucht	792
	Ncl. accumbens als Lust- und Motivationszentrum	792
	Dopamin als Belohnungssignal	792
	Sucht	794
►	Fallbeispiel: Hirninfarkt	795

Quellenverzeichnis	797
---------------------------------	------------

Sachverzeichnis	801
------------------------------	------------