

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 6. Auflage	5
Abkürzungsverzeichnis	6
Anschriften	20

Zelle und erregbare Gewebe

1 Zellphysiologie	23
<i>Bernd Schröder, Christoph Rummel</i>	
1.1 Grundlagen der Zellphysiologie	23
1.2 Die Zelle als kleinste funktionelle Einheit des Organismus	23
1.3 Subzelluläre Organisation der Zelle	23
1.3.1 Intrazelluläre Organellen und Prinzip der Kompartimentierung	24
1.3.2 Zellmembran	25
1.3.3 Topographie der Membranproteine	26
1.3.4 Beweglichkeit der Membranproteine	27
1.3.5 Verankerung der Membranproteine	27
1.3.6 Cytoskelett	27
1.3.7 Zell-Zell-Verbindungen	27
1.4 Besondere Funktionen der Zellmembran	29
1.4.1 Barriere zwischen Intra- und Extrazellularraum	29
1.4.2 Transport durch Diffusion	30
1.4.3 Transport über Membranproteine	30
1.4.4 Transport durch Endo- und Exocytose	32
1.5 Membranpotenzial	32
1.5.1 Diffusionspotenziale und K^+ -Gleichgewichtspotenzial	32
1.5.2 Nernst-Gleichung	34
1.5.3 Goldman-Hodgkin-Katz-Gleichung	34
1.6 Regulation besonderer Zellfunktionen	35
1.6.1 Zellvolumen	35
1.6.2 Intrazellulärer pH-Wert	35
1.6.3 Signalvermittlung und -verarbeitung	36
1.6.4 Zellzyklus, Wachstum und Apoptose	39
2 Allgemeine Neurophysiologie	41
<i>Martin Diener, Bernd Schröder</i>	
2.1 Aufgaben des Nervensystems	41
2.2 Nervengewebe	41
2.2.1 Bau und funktionelle Eigenschaften des Neurons	41
2.2.2 Funktionen der Gliazellen	43
2.3 Grundprinzipien der Erregung von Nervenzellen	44
2.3.1 Definitionen	44
2.3.2 Passive Membranantwort auf unterschwellige Reize	44
2.3.3 Aktive Membranantwort auf überschwellige Reize: das Aktionspotenzial	46
2.3.4 Ionale Basis des Aktionspotenzials	46

2.4 Weg des Signals vom Sensor zum Effektor ..	53
2.4.1 Vorgänge am Sensor und an der Triggerzone: vom Generatorpotenzial zum frequenzkodierten Signal	53
2.4.2 Erregungsweiterleitung: langsame kontinuierliche Ausbreitung und saltatorische Erregungsausbreitung	54
2.4.3 Übertragung der Erregung, synaptische Übertragung	57
2.4.4 Vorgänge an der Zielzelle, postsynaptische Potenziale	59
2.4.5 Integration von Signalen	61
2.5 Reflexe	63
3 Sinnesphysiologie	65
<i>Heinz Breer, Cornelia A. Deeg, Michael Pees, Helga Pfannkuche, Holger Sann</i>	
3.1 Grundlagen der Sinnesphysiologie	65
<i>Heinz Breer</i>	
3.1.1 Allgemeine Sinnesphysiologie	65
3.2 Hautsinne	69
<i>Helga Pfannkuche</i>	
3.2.1 Mechanorezeption in der Haut	70
3.2.2 Thermorezeption in der Haut	72
3.2.3 Nozizeption und Juckreiz	73
3.2.4 Weiterleitung und zentrale Verarbeitung von Signalen aus der Haut	73
3.3 Nozizeption und Schmerz	74
<i>Holger Sann</i>	
3.3.1 Schmerz bei Tieren	74
3.3.2 Periphere Mechanismen der Nozizeption	76
3.3.3 Zentrale Mechanismen der Nozizeption	77
3.3.4 Plastizität der Nozizeption	79
3.3.5 Schmerzbehandlung	80
3.4 Gleichgewicht und Hören	81
<i>Heinz Breer</i>	
3.4.1 Die sensorischen Systeme des Innenohres ..	81
3.4.2 Gleichgewichtssinn, Vestibularorgan	82
3.4.3 Der Hörsinn	84
3.4.4 Cochlea	85
3.4.5 Neuronale Verarbeitung von Hörsignalen ..	87
3.5 Sehen	88
<i>Cornelia A. Deeg</i>	
3.5.1 Aufbau des Auges	89
3.5.2 Reflexabläufe	91
3.5.3 Signalaufnahme und -verarbeitung von Lichtreizen in der Netzhaut	92
3.5.4 Tapetum lucidum	95
3.5.5 Adaptationsmechanismen	95
3.5.6 Farbsehen	95
3.5.7 Zentrale Verarbeitung	97
3.5.8 Pathophysiologie	98
3.6 Chemische Sinne: Geruchs- und Geschmackssinn	99
<i>Heinz Breer</i>	
3.6.1 Geruchssinn (olfaktorischer Sinn)	100

3.6.2	Geschmackssinn	105	6.2.2	Wachstum der Skelettmuskulatur	148
3.7	Vögel und Reptilien.	109	6.2.3	Bewegungsfunktion des Skelettmuskels	149
	<i>Helga Pfannkuche, Michael Pees</i>		6.2.4	Stoffwechselfunktionen des Skelettmuskels ..	156
3.7.1	Sinne bei Vögeln	109	6.2.5	Die Rolle des Skelettmuskels in Gesundheit und Krankheit	159
3.7.2	Sinne bei Reptilien	110	6.3 Glatte Muskulatur.	160	
4	Vegetatives Nervensystem	112	6.3.1	Morphologie der glatten Muskelzelle	160
	<i>Martin Diener</i>		6.3.2	Mechanismen der Erregung glatter Muskulatur	162
4.1	Funktion des vegetativen Nervensystems. .	112	6.3.3	Elektromechanische Kopplung in der glatten Muskulatur	163
4.2	Bau des vegetativen Nervensystems	112	6.3.4	Energiehaushalt der glatten Muskulatur	164
4.3	Wirkungen von Sympathicus und Parasympathicus	114	6.4 Herzmuskel im Vergleich mit Skelettmuskel und glatter Muskulatur	164	
4.4	Transmitter und Rezeptoren von Sympathicus und Parasympathicus	116	6.4.1	Morphologie	165
4.4.1	Acetylcholin	116	6.4.2	Erregung	165
4.4.2	Adrenalin und Noradrenalin	116	6.4.3	Elektromechanische Kopplung und Kontraktion	166
4.4.3	Cholinerge Rezeptoren	117			
4.4.4	Adrenerge Rezeptoren	117			
4.4.5	Cotransmitter	118			
4.5	Interaktion mit dem Hormonsystem	119			
4.6	Vegetative Afferenzen	119			
4.7	Vegetative Reflexe	120			
5	Zentrales Nervensystem	121			
	<i>Martin Diener, Melanie Hamann; frühere Mitarbeit: R. Gerstberger</i>				
5.1	Funktion des zentralen Nervensystems.	121	7 Herz	167	
5.2	Neuroanatomische Gliederung	121		<i>Gerhard Breves</i>	
5.2.1	Aufbau des Rückenmarks	122	7.1	Funktionen des Herzens	167
5.2.2	Anteile des Gehirns	123	7.2	Herz als Pumpe	167
5.3	Transmitter im Zentralnervensystem	125	7.2.1	Herzaktion im Viervierteltakt	168
5.3.1	Transmittervielfalt	125	7.2.2	Ventrikel sind nie ganz leer	169
5.3.2	Bahnssysteme	126	7.2.3	Herztöne	170
5.4	Schutzmechanismen des Gehirns	126	7.2.4	Pumpleistung in Ruhe	170
5.4.1	Der Liquorraum	126	7.2.5	Anpassung der Pumpleistung bei körperlicher Arbeit	171
5.4.2	Die Blut-Hirn-Schranke	128	7.2.6	Frank-Starling-Mechanismus	171
5.4.3	Mikroglia	129	7.2.7	Ventrikuläre Kontraktilität	172
5.5	Diagnostische Methoden	129	7.2.8	Anpassung des Herzminutenvolumens bei Arbeit	173
5.5.1	EEG und evozierte Potenziale	129	7.3 Elektrische Aktivität des Herzens	174	
5.5.2	MRT	130	7.3.1	Vergleich der kontraktile Elemente im Herzmuskel und im Skelettmuskel	174
5.6	Motorische Systeme	131	7.3.2	Zwei Typen von Herzmuskelzellen	175
5.6.1	Formen der Bewegung	131	7.3.3	Herzmuskulatur als funktionelles Syncytium .	175
5.6.2	Das spinalmotorische System	131	7.3.4	Erregungsbildungs- und Erregungsleitungs- system	175
5.6.3	Das supraspinalmotorische System	133	7.3.5	Langdauernde Herz-Aktionspotenziale	176
5.6.4	Das Kleinhirn	135	7.3.6	Herz nicht tetanisierbar	177
5.7	Sensorische Systeme	136	7.3.7	Autorhythmie des Herzens	178
5.8	Das limbische System	139	7.3.8	Sympathicus und Parasympathicus regulieren Herzschlagfrequenz	179
5.9	Regulation autonomer Funktionen durch das ZNS	140	7.3.9	Sympathicus wirkt auf Herzmuskelzellen positiv inotrop und lusitrop	180
5.9.1	Hirnstamm	140	7.3.10	Parasympathicus wirkt am Sinusknoten, AV-Knoten und auf Vorhofmuskulatur	181
5.9.2	Hypothalamus	141	7.3.11	Afferente Fasern des Sympathicus und Parasympathicus	181
5.10	Schlaf	143	7.3.12	Atriales natriuretisches Peptid	181
5.11	Lernen und Gedächtnis	144	7.4 Energetik des Herzens	182	
6	Quergestreifte und glatte Muskulatur	146			
	<i>Korinna Huber</i>				
6.1	Funktionen der Muskeln	146			
6.2	Quergestreifte Muskulatur	146			
6.2.1	Morphologie des Skelettmuskels	146			

Kreislauf- und Atmungssystem

7.5	EKG – Grundlagen	183	9.2.3	Plasmaproteine	223
7.5.1	Physikalisches Prinzip	183	9.2.4	Nicht-Protein-Stickstoff-Verbindungen (NPN)	226
7.5.2	Standard-Ableitverfahren	185	9.2.5	Kohlenhydrate	226
7.5.3	EKG-Analyse und zeitliche Zuordnung	185	9.2.6	Lipide und Fettsäuren	227
7.5.4	Elektrische Herzachse	188	9.2.7	Weitere Blutinhaltsstoffe	227
7.6	Störungen der Herzfunktion	188	9.3	Zelluläre Bestandteile	228
7.6.1	Herzrhythmusstörungen	188		<i>Max Gassmann, Thomas A. Lutz</i>	
7.6.2	Elektrolyte	191	9.3.1	Hämatopoese	228
8	Kreislauf	193	9.3.2	Erythrocyten	230
	<i>Michael Pees, Helga Pfannkuche,</i>		9.3.3	Leukocyten	237
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>		9.4	Blutstillung und Blutgerinnung	238
8.1	Aufgaben des Herz-Kreislauf-Systems	193		<i>Bernd Kaspers, Thomas Göbel</i>	
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>		9.4.1	Vasokonstriktion	238
8.2	Kreislaufsysteme und Gefäßwände	193	9.4.2	Bildung eines Thrombocytenaggregats	238
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>		9.4.3	Gerinnung	240
8.3	Biophysikalische Grundlagen		9.4.4	Pathophysiologie	245
	der Hämodynamik	195	9.5	Blutgruppen	245
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>			<i>Thomas Göbel, Bernd Kaspers</i>	
8.3.1	Stromstärke, Druck, Widerstand	195	9.5.1	AB0-System des Menschen	245
8.3.2	Strömungsformen	196	9.5.2	Rhesus-System des Menschen	246
8.3.3	Viskosität des Blutes	198	9.5.3	Blutgruppen der Tiere	246
8.3.4	Dehnbarkeit der Blutgefäße	198	10	Abwehr	248
8.4	Hämodynamik in den einzelnen			<i>Thomas Göbel, Bernd Kaspers</i>	
	Gefäßsystemen	200	10.1	Funktionen des Immunsystems	248
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>		10.2	Einleitung – Zellen und Botenstoffe	
8.4.1	Das arterielle System	200		des Immunsystems	248
8.4.2	Das venöse System	205	10.2.1	Krankheitserreger aktivieren	
8.4.3	Die Mikrozirkulation in der terminalen			das Immunsystem	248
	Strombahn	206	10.2.2	Angeborene und erworbene Immunität	248
8.4.4	Lymphgefäßsystem	210	10.2.3	Blutzelldifferenzierung	249
8.5	Kreislaufregulation	210	10.2.4	Cytokine	249
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>		10.3	Angeborene Immunmechanismen	250
8.5.1	Lokale Durchblutungsregulation	211	10.3.1	Natürliche Barrieren	251
8.5.2	Zentrale Kreislaufregulation	213	10.3.2	Lösliche Faktoren	251
8.6	Verteilung und Regulation des Blutvolumens	215	10.3.3	Komplementsystem	251
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>		10.3.4	Opsonierung und Phagocytose	252
8.7	Besonderheiten des Lungenkreislaufs	216	10.3.5	Erkennung von Krankheitserregern	
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>			durch Toll-like-Rezeptoren	253
8.8	Kreislaufversagen, Schock	217	10.3.6	Effektorfunktionen von Zellen des	
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>			angeborenen Immunsystems	253
8.9	Fetaler Kreislauf und Kreislaufumstellung		10.3.7	Entzündungsreaktion	254
	während und nach der Geburt	217	10.4	Erworbene Immunmechanismen	255
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>		10.4.1	Merkmale erworbener Immunmechanismen	255
8.10	Herz-Kreislauf-System bei Vögeln		10.4.2	Bildung und Reifung der Lymphocyten	256
	und Reptilien	218	10.4.3	Migration von Lymphocyten und klonale	
	<i>Helga Pfannkuche, Michael Pees</i>			Expansion	256
8.10.1	Herz-Kreislauf-System bei Vögeln	218	10.4.4	Immunglobuline – Struktur, Isotypen,	
8.10.2	Herz-Kreislauf-System bei Reptilien	219		Eigenschaften	257
9	Blut	221	10.4.5	Antigenspezifische Rezeptoren	
	<i>Max Gassmann, Thomas Göbel, Bernd Kaspers,</i>			der B- und T-Lymphocyten	260
	<i>Thomas A. Lutz</i>		10.4.6	Entstehung der Rezeptorvielfalt	260
9.1	Funktionen des Blutes	221	10.4.7	MHC-Moleküle und Selektion im Thymus	261
	<i>Max Gassmann, Thomas A. Lutz</i>		10.4.8	MHC-I-Moleküle und cytotoxische	
9.2	Nichtzelluläre Bestandteile des Blutes	222		T-Zell-Antwort	262
	<i>Max Gassmann, Thomas A. Lutz</i>		10.4.9	MHC-II-Moleküle und CD4 ⁺ -T-Helferzellen	263
9.2.1	Blutplasma	222	10.4.10	Immunregulation	264
9.2.2	Elektrolyte des Plasmas	222	10.5	Angeborene und erworbene Immunmecha-	
				nismen kooperieren bei der Immunabwehr	265

11	Atmung	266	11.11	Atmung bei Reptilien	305
	<i>Gerolf Gros, Michael Pees, Helga Pfannkuche</i>			<i>Michael Pees, Helga Pfannkuche</i>	
11.1	Gasaustausch in Lunge und anderen Gasaustauschorganen	266	11.11.1	Genereller Aufbau des Atmungstraktes	305
	<i>Gerolf Gros</i>		11.11.2	Ventilation	305
11.2	Morphologische Grundlagen der Lungenatmung bei Säugern	267	11.11.3	Gasaustausch	306
	<i>Gerolf Gros</i>		11.11.4	Regulation der Atmung	306
11.2.1	Atemwege	267	11.12	Atmung beim Vogel	306
11.2.2	Morphologische Grundlagen der Ein- und Ausatmung	267		<i>Helga Pfannkuche, Michael Pees</i>	
11.2.3	Übertragung Thorax – Lunge – Pleuren	269	11.12.1	Unterteilung des Atmungssystems	307
11.2.4	Alveolo-kapilläre Barriere	269	11.12.2	Ventilation	307
11.3	Ventilation und Lungenvolumina	269	11.12.3	Gasaustausch	308
	<i>Gerolf Gros</i>		11.12.4	Regulation der Atmung	308
11.3.1	Volumina und Kapazitäten	269	11.13	Danksagung	309
11.3.2	Messung von Lungenvolumina und Lungenkapazitäten	271			
11.3.3	Der Totraum und seine Bestimmung	272			
11.3.4	Ventilation	273			
11.4	Atmungsmechanik	275			
	<i>Gerolf Gros</i>				
11.4.1	Elastische Atmungswiderstände	275			
11.4.2	Visköse Atmungswiderstände – Atemwegswiderstand	278			
11.5	Gastransport im Blut	280			
	<i>Gerolf Gros</i>				
11.5.1	Sauerstofftransport	281			
11.5.2	CO₂-Transport	286			
11.6	Pulmonaler Gasaustausch	288			
	<i>Gerolf Gros</i>				
11.7	Gewebeatmung (innere Atmung)	292			
	<i>Gerolf Gros</i>				
11.7.1	O₂-Angebot und O₂-Verbrauch im Gewebe ..	292			
11.7.2	Störungen der O₂-Versorgung des Gewebes ..	295			
11.7.3	Gewebehypoxie bei tauchenden Säugern während des Tauchens	296			
11.7.4	Zeitverlauf der Zellschädigung bei akuter Anoxie	296			
11.7.5	Zellschädigung durch reaktive Sauerstoffspezies	297			
11.8	Regulation der Atmung	297			
	<i>Gerolf Gros</i>				
11.8.1	Rhythmogenese	297			
11.8.2	Respiratorische Reflexe	298			
11.8.3	Chemische Atmungsregulation	298			
11.8.4	Atmungsregulation bei Arbeit	299			
11.8.5	Hecheln	300			
11.9	Vergleichende Pathophysiologie der Lungenfunktion der Haustiere	301			
	<i>Gerolf Gros</i>				
11.9.1	Obstruktive Lungenerkrankungen	301			
11.9.2	Restriktive Lungenerkrankungen	301			
11.10	Atmung bei Fischen	302			
	<i>Helga Pfannkuche, Michael Pees</i>				
11.10.1	Gasaustausch im Wasser	302			
11.10.2	Ventilation	302			
11.10.3	Gasaustausch	302			
11.10.4	Regulation der Atmung	303			

Regulation des inneren Milieus

12	Niere	311
	<i>Gotthold Gäbel, Salah Amasheh; frühere Mitarbeit: M. Fromm</i>	
12.1	Aufgaben der Niere	311
12.2	Grundlagen	311
12.3	Morphologie	311
12.4	Hämodynamik	314
12.4.1	Durchblutung der Niere	314
12.4.2	Regulation der Nierendurchblutung	314
12.5	Ultrafiltration in den Glomeruli	317
12.5.1	Filtrationsbarriere	317
12.5.2	Effektiver Filtrationsdruck	318
12.5.3	Messmethoden zur Erfassung der Filtrationsleistung	318
12.6	Tubuläre Transportmechanismen: Überblick	320
12.7	Natrium- und Chloridbewegung im Nephron	321
12.7.1	Bedeutung der Niere für den NaCl-Haushalt ..	321
12.7.2	Mechanismen des tubulären NaCl-Transports ..	321
12.7.3	Regelung des Natriumtransports	322
12.8	Kaliumbewegung im Nephron	323
12.8.1	Bedeutung der Niere für den Kaliumhaushalt ..	323
12.8.2	Kalium: Filtration, Resorption und Sekretion ..	324
12.8.3	Regulation der Kaliumausscheidung durch Aldosteron	324
12.8.4	Wechselwirkungen zwischen Kalium- und Säure-Basen-Haushalt	325
12.9	Wasserbewegung im Nephron und Harnkonzentrierung	325
12.9.1	Quantität und Mechanismen	325
12.9.2	Gegenstromkonzentrierung und Antidiurese ..	326
12.9.3	Druckdiurese	331
12.10	Bewegung von Calcium und Phosphat im Nephron	331
12.11	Bewegung von Glucose im Nephron	332
12.11.1	Bedeutung des Glucosetransports	332
12.11.2	Mechanismen des Glucosetransports	332
12.12	Bewegung von Aminosäuren, Oligopeptiden und Proteinen im Nephron	333

12.13	Bewegung von Endprodukten des N-Stoffwechsels und organischen Ionen im Nephron	333
12.13.1	Harnstoff	333
12.13.2	Harnsäure, Oxalat, Allantoin und Hippursäure	334
12.13.3	Organische Anionen und Kationen	335
12.14	Erhaltung des Säure-Basen-Gleichgewichts durch die Niere	335
12.14.1	Niere als Teil der Regulation des Säure-Basen-Haushalts	335
12.14.2	Transportprozesse im proximalen Tubulus und im Sammelrohr.	335
12.14.3	Protonenausscheidung, Bicarbonat-rückgewinnung und -neubildung	336
12.15	Endokrine Funktionen der Niere	337
12.15.1	Renin-Angiotensin-System.	337
12.15.2	Erythropoetin.	337
12.15.3	Vitamin-D-Hormon, Endotheline und Eicosanoide.	338
13	Wasser- und Natriumhaushalt. <i>Gotthold Gäbel</i>	339
13.1	Funktion von Wasser und Natrium	339
13.2	Bedeutung des Wassers	339
13.3	Wasserbilanz	339
13.3.1	Wasseraufnahme	339
13.3.2	Wasserabgabe	340
13.4	Kompartimentierung des Körperwassers	340
13.5	Zusammensetzung der Extrazellulär- und Intrazellulärflüssigkeit.	341
13.6	Osmotische Gleichgewichte und Wasserbewegung	342
13.6.1	Osmolalität, Osmolarität und osmotischer Druck	342
13.6.2	Kolloidosmotischer Druck	342
13.6.3	Wasserbewegung im anisotonen Milieu	343
13.7	Volumenregulation der Zellen	343
13.8	Regulation des Flüssigkeitshaushalts und der Osmolalität in der Extrazellulärflüssigkeit.	344
13.8.1	Osmoregulation.	344
13.8.2	Volumenregulation	344
13.9	Störungen im Wasser- und NaCl-Haushalt	346
14	Exkretion bei Vögeln und Reptilien und Osmoregulation bei Fischen <i>Helga Pfannkuche, Michael Pees</i>	347
14.1	Exkretion bei Vögeln.	347
14.1.1	Grundprinzipien der Wasseraufnahme	347
14.1.2	Die Vogelniere	347
14.1.3	Bedeutung von Darm und Kloake	349
14.1.4	Rolle der Salzdrüsen.	350
14.2	Exkretion bei Reptilien	351
14.2.1	Rolle der Nieren	351
14.2.2	Rolle der Salzdrüsen.	351
14.2.3	Harnsack	351
14.3	Osmoregulation bei Fischen.	352
14.3.1	Osmoregulation in aquatischen Lebensräumen	352

14.3.2	Osmoregulation bei Haien und Rochen (Elasmobranchier)	352
14.3.3	Osmoregulation bei Knochenfischen	353
15	Säure-Basen-Haushalt	356
	<i>Gotthold Gäbel</i>	
15.1	Regulation, Pufferung und Störungen des pH-Wertes	356
15.2	Der pH-Wert in Körperflüssigkeiten	356
15.3	Regulationssysteme	357
15.3.1	Puffersysteme	357
15.3.2	Pulmonale Regulation	360
15.3.3	Renale Regulation	361
15.3.4	Hepatische Regulation	362
15.3.5	Geschwindigkeit der Säure-Basen-Regulation	362
15.4	Regulation des intrazellulären pH-Wertes	363
15.5	Störungen des Säure-Basen-Haushalts	363
15.5.1	Einteilung	363
15.5.2	Respiratorische Acidose	364
15.5.3	Respiratorische Alkalose	364
15.5.4	Nichtrespiratorische Acidose	364
15.5.5	Nichtrespiratorische Alkalose	364
15.5.6	Diagnostische Bedeutung der Plasma- parameter	365

Ernährung und Energiehaushalt

16	Magen-Darm-Trakt	367
	<i>Jörg R. Aschenbach, Gerhard Breves, Franziska Dengler, Martin Diener, Kristin Elfers, Gotthold Gäbel, Romy Monika Heilmann, Gemma Mazzuoli-Weber, Michael Pees, Helga Pfannkuche, Reiko Rackwitz, Wolfgang von Engelhardt, Siegfried Wolffram</i>	
16.1	Nahrungsaufnahme und Speichelsekretion .	367
	<i>Gerhard Breves</i>	
16.1.1	Nahrungsaufnahme, Kauen und Schlucken. . .	367
16.1.2	Speichelsekretion.	368
16.2	Enterisches Nervensystem und die Innervation des Magen-Darm-Traktes	373
	<i>Helga Pfannkuche, frühere Mitarbeit: Michael Schemann</i>	
16.2.1	Das enterische Nervensystem	373
16.2.2	Interaktionen zwischen Zentralnervensystem und enterischem Nervensystem	379
16.3	Magen-Darm-Motorik	381
16.3.1	Allgemeine Aufgaben und Charakteristika der Magen-Darm-Motorik	381
	<i>Martin Diener, Jörg R. Aschenbach</i>	
16.3.2	Vormagenmotorik und Ingestapassage	384
	<i>Gemma Mazzuoli-Weber, Kristin Elfers; frühere Bearbeitung: M. Kaske</i>	
16.3.3	Motorik des einhöhligen Magens und des Labmagens	395
	<i>Martin Diener, Jörg R. Aschenbach</i>	

16.3.4	Motorik des Dün- und Dickdarms	402	16.10	Verdauung bei Vögeln und Reptilien	476
	<i>Martin Diener, Jörg R. Aschenbach</i>			<i>Michael Pees, Helga Pfannkuche</i>	
16.4	Vormägen	409	16.10.1	Verdauung bei Vögeln	476
16.4.1	Entwicklung der Vormägen	409	16.10.2	Verdauung bei Reptilien	479
	<i>Gerhard Breves</i>				
16.4.2	Verdauung und Resorption in den Vormägen .	410	17	Physiologische Funktionen der Leber .	483
	<i>Gerhard Breves, Reiko Rackwitz</i>			<i>Herbert Fuhrmann, Axel Schöniger,</i>	
16.4.3	Pathophysiologie	425		<i>Hans-Peter Sallmann</i>	
	<i>Gerhard Breves, Reiko Rackwitz</i>		17.1	Aufgaben und Bedeutung der Leber	483
16.5	Funktionen des einhöhligen Magens	427	17.2	Stellung der Leber im Gesamtorganismus	
	<i>Siegfried Wolfram</i>			und Arbeitsteilung der Zellpopulationen . . .	483
16.5.1	Sekretorische Funktionen	427	17.2.1	Architektur des Lebergewebes	484
16.5.2	Regulation der gastralen Sekretion	430	17.2.2	Zellarten im Lebergewebe	485
16.5.3	Funktionen der Sekrete	432	17.2.3	Regulation der Leberfunktionen	486
16.5.4	Mikrobielle Aktivität im Magen	433	17.3	Der Beitrag der Leber zur intestinalen	
16.5.5	Resorptionsfunktion des Magens	433		Verdauung	486
16.6	Funktionen des Dünndarms und		17.3.1	Synthese und Funktion der Gallensäuren . . .	486
	seiner Anhangsdrüsen	433	17.3.2	Regulation der Gallenbildung und -sekretion .	487
	<i>Siegfried Wolfram</i>		17.4	Die Leber im Intermediärstoffwechsel	487
16.6.1	Sekretion des Dünndarms	433	17.4.1	Fettsynthese	487
16.6.2	Exokrines Pankreas (Bauchspeicheldrüse) . . .	436	17.4.2	Synthese und Funktion der Lipoproteine . . .	487
16.6.3	Galle und Funktion der Gallenblase	438	17.4.3	Gluconeogenese	490
16.6.4	Verdauung und Resorption der Kohlenhydrate	440	17.4.4	Ketogenese im Leberstoffwechsel	
16.6.5	Verdauung und Resorption der Proteine	444		bei Energiemangel	492
16.6.6	Verdauung und Resorption der Fette	448	17.4.5	Harnstoffsynthese	493
16.6.7	Resorption der Mineralstoffe und Spuren-		17.4.6	Die Rolle der Leber im Stoffwechsel	
	elemente	452		der fettlöslichen Vitamine	494
16.6.8	Mikrobielle Aktivität im Dünndarm	456	17.5	Beitrag der Leber zur Entgiftung	495
16.7	Funktionen des Dickdarms	457	17.5.1	Biotransformation durch chemische	
	<i>Gerhard Breves</i>			Modifikation	495
16.7.1	Volumen und Digestapassage	457	17.5.2	Biotransformation durch Konjugation	496
16.7.2	Mikrobieller Stoffwechsel	457	17.5.3	Exkretion von Endo- und Xenobiotika	496
16.7.3	Resorption und Sekretion	459	17.5.4	Bildung der Gallenfarbstoffe	496
16.8	Pathophysiologie der Diarrhoe	464	18	Physiologische Bedeutung	
	<i>Franziska Dengler, Gotthold Gäbel,</i>			des Fettgewebes	498
	<i>Romy Monika Heilmann</i>			<i>Korinna Huber</i>	
16.8.1	Sekretorische Diarrhoe	464	18.1	Morphologie und Funktionen	498
16.8.2	Osmotische Diarrhoe	464	18.1.1	Aufbau der Fettgewebe	498
16.8.3	Mechanistische Grundlagen	464	18.1.2	Physikalische Schutzfunktion	498
16.8.4	Infektiös bedingte Diarrhoen	466	18.1.3	Physiologische Funktionen	498
16.8.5	Nichtinfektiöse Diarrhoen	468	18.2	Stoffwechselleistungen der Fettgewebe . . .	499
16.8.6	Ätiologische Einteilung der Diarrhoen	470	18.2.1	Lipolyse	499
16.8.7	Therapieansätze	470	18.2.2	Triacylglycerolsynthese und Lipogenese	499
16.9	Vergleichende Aspekte der Vormagen-		18.3	Endokrine Leistungen der Fettgewebe –	
	und Dickdarmverdauung	472		Adipocytokine	501
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>		18.3.1	Einfluss auf die Nahrungsaufnahme	501
16.9.1	Celluloseverdauung bei Vormagen-		18.3.2	Einfluss auf den Energiehaushalt	501
	und Dickdarmverdauern	472	18.3.3	Einfluss auf das Reproduktionsgeschehen . . .	502
16.9.2	Vor- und Nachteile von Vormagen- und		18.3.4	Einfluss auf die systemische Entzündung	
	Dickdarmverdauern bei Fütterung mit Gras			und die Immunität	503
	unterschiedlicher Qualität	473	19	Energiehaushalt	504
16.9.3	Verdauung von leicht verdaulichen Kohlen-			<i>Joachim Roth, Gotthold Gäbel</i>	
	hydraten, Futterprotein und Fetten bei		19.1	Energiebedarf und Energieumsatz	504
	Vormagen- und Dickdarmverdauern	473	19.2	Einführung	504
16.9.4	Körpermasse bei Vormagen- und Dickdarm-		19.3	Energiegehalt der Nährstoffe	506
	verdauern	474	19.3.1	Messung des Energiegehalts der Nährstoffe . .	506
16.9.5	Mikrobielle Proteinsynthese und Nutzung		19.3.2	Physikalische Brennwerte der Nährstoffe . . .	506
	des gebildeten Proteins	474			

19.3.3	Physiologischer Brennwert	507
19.3.4	Nahrung als Energiequelle	507
19.4	Messung des Energieumsatzes	507
19.4.1	Direkte Kalorimetrie	507
19.4.2	Indirekte Kalorimetrie	508
19.5	Einflüsse auf den Energieumsatz	511
19.5.1	Grundumsatz	511
19.5.2	Erhaltungsumsatz	511
19.5.3	Leistungsumsatz	511
19.6	Energieumsatz und Körpergröße	512
19.7	Pathophysiologische Aspekte	514
19.8	Regulation des Energieumsatzes	514
19.8.1	Hormonelle Einflüsse auf den Energieumsatz	515
19.8.2	Energieumsatz und Temperaturregulation	515
20	Thermoregulation	516
	<i>Stephan Steinlechner, Walter Arnold</i>	
20.1	Wärmeproduktion, Wärmeabgabe, Wärmehaushalt	516
20.2	Nomenklatur	516
20.3	Wärmebilanz	517
20.4	Wärmeaustausch mit der Umgebung	517
20.4.1	Konduktion	517
20.4.2	Konvektion	517
20.4.3	Radiation	518
20.4.4	Evaporation	519
20.5	Temperaturfeld des Körpers	519
20.5.1	Kern und Schale	519
20.5.2	Gegenstrom-Wärmeaustausch	519
20.6	Wärmebildung	521
20.7	Wärmetransport	523
20.7.1	Innerer Wärmetransport	523
20.7.2	Äußerer Wärmetransport	523
20.8	Wärmespeicherung	526
20.9	Verhalten	527
20.10	Thermoregulatorischer Regelkreis	527
20.10.1	Periphere Thermosensitivität	528
20.10.2	Zentrale Thermosensitivität	528
20.11	Normalbereich der Körpertemperatur	529
20.12	Hypothermie und Hyperthermie	530
20.13	Fieber	530
20.14	Rheostase	531
20.14.1	Tagesperiodik und Jahresperiodik der Körpertemperatur	531
20.14.2	Torpor und Winterschlaf	531
21	Biologische Rhythmen	533
	<i>Walter Arnold, Stephan Steinlechner</i>	
21.1	Die „innere“ Uhr	533
21.2	Phänomenologie	534
21.2.1	Spektrum biologischer Rhythmen	534
21.2.2	Bedeutung biologischer Rhythmen	534
21.3	Tagesperiodische Rhythmen	535
21.3.1	Periodenlängen	535
21.3.2	Genetische und molekulare Grundlagen der Tagesuhr	535
21.4	Jahresperiodische Rhythmen	536
21.5	Zeitgeber	538
21.6	Zentrale und periphere Uhren, Transduktion des Lichtsignals	540

22	Steuerung der Nahrungsaufnahme	542
	<i>Wolfgang Langhans, Thomas A. Lutz</i>	
22.1	Nahrungsaufnahme und Homöostase	542
22.2	Steuerung von Häufigkeit und Größe der Mahlzeiten	542
22.2.1	Allgemeines	542
22.2.2	Chemosensorische Signale	543
22.2.3	Gastrointestinale Signale	543
22.2.4	Pankreashormone	545
22.3	Metabolische Signale	546
22.3.1	Glucose	546
22.3.2	Fettsäuren	547
22.3.3	Energiefluss	547
22.3.4	Besonderheiten bei Wiederkäuern	547
22.4	Adipositasignale	547
22.5	Steuerung der Nahrungswahl	549
22.6	Beteiligte Hirnareale	550
22.6.1	Kaudaler Hirnstamm	550
22.6.2	Hypothalamus	550
22.6.3	Telencephalon	551
22.7	Weitere Faktoren, welche die Nahrungsaufnahme beeinflussen	552

Endokrinologie und Reproduktion

23	Endokrinologie	554
	<i>Mirja Wilkens, Alexandra Muscher-Banse</i>	
23.1	Allgemeine Endokrinologie	554
	<i>Mirja Wilkens</i>	
23.1.1	Einleitung	554
23.1.2	Synthese und chemische Eigenschaften extrazellulärer Botenstoffe	555
23.1.3	Membranrezeptoren	559
23.1.4	Kernrezeptoren	561
23.1.5	Prinzipien der Hormonsekretion	562
23.1.6	Diagnostik und Therapie	567
23.2	Spezielle Endokrinologie	568
	<i>Alexandra Muscher-Banse, Mirja Wilkens</i>	
23.2.1	Einleitung	568
23.2.2	Wachstum	568
23.2.3	Intermediärstoffwechsel	570
23.2.4	Calcium- und Phosphathaushalt	572
23.2.5	Zusammenfassung der vorrangigen Herkunftsorte und wesentlichen Wirkungen verschiedener Hormone	574
24	Reproduktion	578
	<i>Christine Aurich, Jörg Aurich, Almuth Einspanier, Susanne Reitemeier</i>	
24.1	Grundlagen der Reproduktion bei Haussäugetieren	578
	<i>Christine Aurich, Jörg Aurich</i>	
24.1.1	Reproduktionshormone und Regulation ihrer Synthese und Sekretion	578
24.1.2	Saisonalität	582
24.1.3	Pubertät	584

24.2	Reproduktion beim weiblichen Tier	585
	<i>Christine Aurich, Jörg Aurich</i>	
24.2.1	Sexualzyklus	585
24.2.2	Gravidität	594
24.3	Reproduktion bei männlichen Haussäugetieren	600
	<i>Christine Aurich</i>	
24.3.1	Hodenfunktion	600
24.3.2	Spermatogenese und Sertolizellfunktion	602
24.3.3	Sexualverhalten	605
24.4	Befruchtung, Geschlechtsbestimmung und assistierte Reproduktion	606
	<i>Christine Aurich</i>	
24.4.1	Befruchtung	606
24.4.2	Geschlechtsbestimmung	611
24.4.3	Assistierte Reproduktion	614
24.5	Reproduktion beim Vogel	615
	<i>Almuth Einspanier, Susanne Reitemeier; frühere Mitarbeit: A. Weißmann</i>	
24.5.1	Weibliche Reproduktionsorgane	615
24.5.2	Eiaufbau	619
24.5.3	Männliche Reproduktionsorgane	621
24.5.4	Endokrine Steuerung der Reproduktion	623
24.5.5	Fortpflanzung und Zucht	626
25	Laktation	630
	<i>Gerhard Breves; frühere Bearbeitung: H. Hammon, R. M. Bruckmaier</i>	
25.1	Die Milchdrüse	630
25.2	Bedeutung der Laktation für die Brutpflege	630
25.3	Evolutionäre Entwicklung der Milchdrüse und der Milch	630
25.4	Anatomisch-histologischer Aufbau der Milchdrüse	631
25.5	Entwicklungs- und Funktionsstadien der Milchdrüse und deren endokrine Steuerung	632
25.5.1	Mammogenese	632
25.5.2	Kolostragenese	633
25.5.3	Laktogenese	634
25.5.4	Galactopoese	635
25.6	Synthese und Sekretion der Milch und ihrer Bestandteile	636
25.6.1	Synthese von Milchfett	637
25.6.2	Synthese der Milchproteine	639
25.6.3	Synthese von Lactose	640
25.7	Milchzusammensetzung bei verschiedenen Species	641
25.8	Milchspeicherung und Milchejektion	642
25.8.1	Oxytocinfreisetzung und Milchejektion bei der Milchkuh	643
25.8.2	Milchejektion bei Ziege, Schaf, Schwein und Pferd	645
25.8.3	Störungen der Milchejektion beim Rind	645
25.9	Bedeutung der Muttermilch für die postnatale Entwicklung	645
25.10	Energiestoffwechsel während der Laktation	645

Leistungsphysiologie

26	Arbeitsphysiologie am Beispiel des Pferdeleistungssports	647
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>	
26.1	Verschiedenartige Leistungen	647
26.2	Der arbeitende Muskel	647
26.2.1	Energiestoffwechsel des arbeitenden Muskels	647
26.2.2	Sauerstoffdefizit bei Arbeitsbeginn und Sauerstoffschuld nach Belastungsende	648
26.2.3	Woher kommt das benötigte ATP bei den verschiedenartigen Leistungen der Sportpferde?	649
26.2.4	Muskelfasertypen	649
26.3	Aerober Stoffwechsel und Ausdauer	651
26.3.1	Sauerstoffaufnahme, Ruheumsatz und Arbeitsumsatz	651
26.3.2	Atmung und Synchronisation der Atmung durch die Fußungsfrequenz im Galopp	652
26.3.3	Können Pferde durch Veränderung der Laufgeschwindigkeiten den Wirkungsgrad der Arbeit optimieren?	654
26.3.4	Herzschlagfrequenz, Herzleistung und arterieller Blutdruck	655
26.3.5	Hämoglobinkonzentration und Sauerstofftransportkapazität des Blutes	656
26.3.6	Muskeldurchblutung	657
26.4	Anaerober Stoffwechsel, Ermüdung und Blutlactatkonzentration	657
26.5	Thermoregulation und Schweißsekretion	658
26.6	Einfluss des Trainings auf den aeroben Stoffwechsel, Herz und Kreislauf, Skelettmuskel und Thermoregulation	659
26.6.1	Hämoglobinkonzentration und Sauerstofftransportkapazität	659
26.6.2	Herzgröße, Schlagvolumen und Herzschlagfrequenz	659
26.6.3	Sauerstoffaufnahme	660
26.6.4	Skelettmuskel	660
26.6.5	Schweißsekretion und Thermoregulation	660
26.7	Beurteilung des Trainingszustands und der Leistungsfähigkeit von Sportpferden	661

Anhang

27	Messgrößen und Maßeinheiten	662
	<i>Martin Diener, Gotthold Gäbel, Gerhard Breves</i>	
27.1	Griechische Buchstaben	662
27.2	Potenzen und Logarithmen	662
27.3	Internationales System der Einheiten (SI-System)	663
27.4	Ältere Maßeinheiten	663
	Sachverzeichnis	664