

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	6	2.5	Membranpotenzial .....	38
Autorenverzeichnis .....	21	2.5.1	Diffusionspotenziale und K <sup>+</sup> -Gleichgewichtspotenzial .....	38

## Einführung

<b>1</b>	<b>Physiologie der Haustiere – faszinierende Vielfalt .....</b>	<b>24</b>	<b>3</b>	<b>Allgemeine Neurophysiologie .....</b>	<b>46</b>
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>			<i>Martin Diener, Bernd Schröder</i>	
1.1	Physiologie – wissenschaftlicher Eckstein der Tiermedizin .....	24	3.1	Aufgaben des Nervensystems .....	46
1.2	Beispiele aus der vergleichenden Haustierphysiologie .....	25	3.2	Nervengewebe .....	46
1.2.1	Körpergröße, Energieumsatz und Wachstumsgeschwindigkeit .....	25	3.2.1	Bau und funktionelle Eigenschaften des Neurons .....	46
1.2.2	Herbivoren mussten gegenüber Karnivoren andersartige Strategien der Verdauung entwickeln .....	25	3.2.2	Funktionen der Gliazellen .....	47
1.2.3	Entwicklung vom Leben im Wasser zum Leben auf dem Lande erforderte eine radikale Umstellung bei der Regulation des Wasserhaushalts .....	26	3.3	Grundprinzipien der Erregung von Nervenzellen .....	48
1.2.4	Spezialisten mit Höchstleistungen im Laufen und Springen .....	27	3.3.1	Definitionen .....	48
1.3	Kenntnisse der Physiologie der Haustiere sind Voraussetzung für erfolgreiches tierärztliches Handeln .....	27	3.3.2	Passive Membranantwort auf unterschwellige Reize .....	49
			3.3.3	Aktive Membranantwort auf überschwellige Reize: das Aktionspotenzial .....	51
			3.3.4	Ionale Basis des Aktionspotenzials .....	51
			3.4	Weg des Signals vom Sensor zum Effektor ..	58
			3.4.1	Vorgänge am Sensor und an der Triggerzone: vom Generatorpotenzial zum frequenzkodierten Signal .....	58
			3.4.2	Erregungsweiterleitung: langsame kontinuierliche Ausbreitung und saltatorische Erregungsausbreitung .....	59
			3.4.3	Übertragung der Erregung, synaptische Übertragung .....	62
			3.4.4	Vorgänge an der Zielzelle, postsynaptische Potenziale .....	64
			3.4.5	Integration von Signalen .....	66

## Zelle und erregbare Gewebe

<b>2</b>	<b>Zellphysiologie .....</b>	<b>29</b>	<b>4</b>	<b>Sinnesphysiologie .....</b>	<b>69</b>
	<i>Bernd Schröder, Christoph Rummel</i>			<i>Heinz Breer, Helga Pfannkuche, Holger Sann, Cornelia A. Deeg</i>	
2.1	Grundlagen der Zellphysiologie .....	29	4.1	Grundlagen der Sinnesphysiologie .....	69
2.2	Die Zelle als kleinste funktionelle Einheit des Organismus .....	29		<i>Heinz Breer</i>	
2.3	Subzelluläre Organisation der Zelle .....	29	4.1.1	Allgemeine Sinnesphysiologie .....	69
2.3.1	Intrazelluläre Organellen und Prinzip der Kompartimentierung .....	30	4.2	Hautsinne .....	73
2.3.2	Zellmembran .....	31		<i>Helga Pfannkuche</i>	
2.3.3	Topographie der Membranproteine .....	32	4.2.1	Mechanorezeption in der Haut .....	73
2.3.4	Beweglichkeit der Membranproteine .....	33	4.2.2	Thermorezeption in der Haut .....	75
2.3.5	Verankerung der Membranproteine .....	33	4.2.3	Nozizeption und Juckreiz .....	76
2.3.6	Cytoskelett .....	33	4.2.4	Weiterleitung und zentrale Verarbeitung von Signalen aus der Haut .....	77
2.3.7	Zell-Zell-Verbindungen .....	33			
2.4	Besondere Funktionen der Zellmembran ...	35			
2.4.1	Barriere zwischen Intra- und Extrazellularraum	35			
2.4.2	Transport durch Diffusion .....	35			
2.4.3	Transport über Membranproteine .....	36			
2.4.4	Transport durch Endo- und Exocytose .....	37			



8.2.7	Ventrikuläre Kontraktilität .....	172	<b>10</b>	<b>Blut</b> .....	216
8.2.8	Anpassung des Herzminutenvolumens bei Arbeit .....	173		<i>Max Gassmann, Thomas A. Lutz, Bernd Kaspers, Thomas Göbel</i>	
<b>8.3</b>	<b>Elektrische Aktivität des Herzens</b> .....	173	<b>10.1</b>	<b>Funktionen des Blutes</b> .....	216
8.3.1	Vergleich der kontraktile Elemente im Herzmuskel und im Skelettmuskel .....	174	<b>10.2</b>	<b>Flüssige Bestandteile des Blutes</b> .....	216
8.3.2	Herzmuskulatur als funktionelles Syncytium .	174	10.2.1	Blutplasma .....	216
8.3.3	Zwei Typen von Herzmuskelzellen .....	175	10.2.2	Elektrolyte des Plasmas .....	217
8.3.4	Erregungsbildungs- und Erregungsleitungs- system .....	175	10.2.3	Plasmaproteine .....	218
8.3.5	Langdauernde Herz-Aktionspotenziale .....	176	10.2.4	Nicht-Protein-Stickstoff-Verbindungen (NPN) .	221
8.3.6	Herz nicht tetanisierbar .....	177	10.2.5	Kohlenhydrate .....	221
8.3.7	Autorhythmie des Herzens .....	177	10.2.6	Lipide und Fettsäuren .....	221
8.3.8	Sympathicus und Parasympathicus regulieren Herzschlagfrequenz .....	179	10.2.7	Weitere Blutinhaltsstoffe .....	222
8.3.9	Sympathicus wirkt auf Herzmuskelzellen positiv inotrop und lusitrop .....	179	<b>10.3</b>	<b>Zelluläre Bestandteile</b> .....	222
8.3.10	Parasympathicus wirkt am Sinusknoten, AV-Knoten und auf Vorhofmuskulatur .....	180	10.3.1	Hämatopoese .....	223
8.3.11	Afferente Fasern des Sympathicus und Parasympathicus .....	181	10.3.2	Erythrocyten .....	225
8.3.12	Atriales natriuretisches Peptid .....	181	10.3.3	Leukocyten .....	231
<b>8.4</b>	<b>Energetik des Herzens</b> .....	181	<b>10.4</b>	<b>Blutstillung und Blutgerinnung</b> .....	232
<b>8.5</b>	<b>EKG Grundlagen</b> .....	182		<i>Bernd Kaspers, Thomas Göbel</i>	
8.5.1	Physikalisches Prinzip .....	182	10.4.1	Vasokonstriktion .....	232
8.5.2	Standard-Ableitverfahren .....	184	10.4.2	Bildung eines Thrombocytenaggregats .....	232
8.5.3	EKG-Analyse und zeitliche Zuordnung .....	185	10.4.3	Gerinnung .....	234
8.5.4	Elektrische Herzachse .....	187	10.4.4	Pathophysiologie .....	238
<b>8.6</b>	<b>Störungen der Herzfunktion</b> .....	188	<b>10.5</b>	<b>Blutgruppen</b> .....	239
8.6.1	Herzrhythmusstörungen .....	189		<i>Thomas Göbel, Bernd Kaspers</i>	
8.6.2	Elektrolyte .....	191	10.5.1	ABO-System des Menschen .....	239
			10.5.2	Rhesus-System des Menschen .....	239
			10.5.3	Blutgruppen der Tiere .....	240
<b>9</b>	<b>Kreislauf</b> .....	192	<b>11</b>	<b>Abwehr</b> .....	241
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>			<i>Thomas Göbel, Bernd Kaspers</i>	
9.1	Aufgaben des Herz-Kreislauf-Systems .....	192	11.1	Funktionen des Immunsystems .....	241
9.2	Kreislaufsysteme und Gefäßwände .....	192	11.2	Einleitung – Zellen und Botenstoffe des Immunsystems .....	241
9.3	Biophysikalische Grundlagen der Hämodynamik .....	194	11.2.1	Krankheitserreger aktivieren das Immunsystem .....	241
9.3.1	Stromstärke, Druck, Widerstand .....	194	11.2.2	Angeborene und erworbene Immunität .....	242
9.3.2	Strömungsformen .....	195	11.2.3	Blutzellendifferenzierung .....	243
9.3.3	Viskosität des Blutes .....	196	11.2.4	Cytokine .....	243
9.3.4	Dehnbarkeit der Blutgefäße .....	197	<b>11.3</b>	<b>Angeborene Immunmechanismen</b> .....	244
9.4	Hämodynamik in den einzelnen Gefäßsystemen .....	198	11.3.1	Natürliche Barrieren .....	244
9.4.1	Das arterielle System .....	198	11.3.2	Lösliche Faktoren .....	245
9.4.2	Das venöse System .....	203	11.3.3	Komplementsystem .....	245
9.4.3	Die Mikrozirkulation in der terminalen Strombahn .....	204	11.3.4	Opsonierung und Phagozytose .....	246
9.4.4	Lymphgefäßsystem .....	208	11.3.5	Erkennung von Krankheitserregern durch Toll-like-Rezeptoren .....	246
9.5	Kreislaufregulation .....	208	11.3.6	Effektorfunktionen von Zellen des angeborenen Immunsystems .....	247
9.5.1	Lokale Durchblutungsregulation .....	208	11.3.7	Entzündungsreaktion .....	247
9.5.2	Zentrale Kreislaufregulation .....	211	<b>11.4</b>	<b>Erworbene Immunmechanismen</b> .....	248
9.6	Verteilung und Regulation des Blutvolumens	212	11.4.1	Merkmale erworbener Immunmechanismen .	248
9.7	Besonderheiten des Lungenkreislaufs .....	213	11.4.2	Bildung und Reifung der Lymphocyten .....	249
9.8	Kreislaufversagen, Schock .....	214	11.4.3	Migration von Lymphocyten und klonale Expansion .....	250
9.9	Fetaler Kreislauf und Kreislaufumstellung während und nach der Geburt .....	215	11.4.4	Immunglobuline – Struktur, Isotypen, Eigenschaften .....	250

**Regulation des inneren Milieus**

11.4.5 Antigen-spezifische Rezeptoren der B- und T-Lymphocyten ..... 253

11.4.6 Entstehung der Rezeptorvielfalt ..... 254

11.4.7 MHC-Moleküle und Selektion im Thymus .... 255

11.4.8 MHC-I-Moleküle und cytotoxische T-Zell-Antwort ..... 256

11.4.9 MHC-II-Moleküle und CD4<sup>+</sup>-T-Helferzellen ... 257

11.4.10 Immunregulation ..... 257

11.5 Angeborene und erworbene Immunmechanismen kooperieren bei der Immunabwehr ..... 258

**12 Atmung** ..... 259  
*Gerolf Gros*

12.1 Gasaustausch in Lunge und anderen Gasaustauschorganen ..... 259

12.2 Morphologische Grundlagen der Lungenatmung bei Säugern ..... 260

12.2.1 Atemwege ..... 260

12.2.2 Morphologische Grundlagen der Ein- und Ausatmung ..... 261

12.2.3 Übertragung Thorax-Lunge-Pleuren ..... 262

12.2.4 Alveolokapilläre Barriere ..... 262

12.3 Ventilation und Lungenvolumina ..... 263

12.3.1 Volumina und Kapazitäten ..... 263

12.3.2 Messung von Lungenvolumina und Lungenkapazitäten ..... 264

12.3.3 Der Totraum und seine Bestimmung ..... 265

12.3.4 Ventilation ..... 266

12.4 Atmungsmechanik ..... 268

12.4.1 Elastische Atmungswiderstände ..... 268

12.4.2 Visköse Atmungswiderstände – Atemwegswiderstand ..... 271

12.5 Gastransport im Blut ..... 273

12.5.1 Sauerstofftransport ..... 274

12.5.2 CO<sub>2</sub>-Transport ..... 278

12.6 Pulmonaler Gasaustausch ..... 281

12.7 Gewebeatmung (innere Atmung) ..... 285

12.7.1 O<sub>2</sub>-Angebot und O<sub>2</sub>-Verbrauch im Gewebe .. 285

12.7.2 Störungen der O<sub>2</sub>-Versorgung des Gewebes.. 286

12.7.3 Gewebehypoxie bei tauchenden Säugern während des Tauchens ..... 287

12.7.4 Zeitverlauf der Zellschädigung bei akuter Anoxie ..... 287

12.7.5 Zellschädigung durch reaktive Sauerstoffspezies ..... 288

12.8 Regulation der Atmung ..... 288

12.8.1 Rhythmogenese ..... 288

12.8.2 Respiratorische Reflexe ..... 288

12.8.3 Chemische Atmungsregulation ..... 289

12.8.4 Atmungsregulation bei Arbeit ..... 290

12.9 Vergleichende Pathophysiologie der Lungenfunktion der Haustiere ..... 291

12.9.1 Obstruktive Lungenerkrankungen ..... 291

12.9.2 Restriktive Lungenerkrankungen ..... 291

12.10 Atmung bei Vögeln ..... 292

12.11 Atmung bei Fischen ..... 294

**13 Niere** ..... 299  
*Gotthold Gäbel, Michael Fromm*

13.1 Aufgaben der Niere ..... 299

13.2 Grundlagen ..... 299

13.3 Morphologie ..... 299

13.4 Häodynamik ..... 301

13.4.1 Durchblutung der Niere ..... 301

13.4.2 Regulation der Nierendurchblutung ..... 302

13.5 Ultrafiltration in den Glomeruli ..... 304

13.5.1 Filtrationsbarriere ..... 305

13.5.2 Effektiver Filtrationsdruck ..... 305

13.5.3 Messmethoden zur Erfassung der Filtrationsleistung ..... 306

13.6 Tubuläre Transportmechanismen: Überblick 307

13.7 Natrium- und Chloridbewegung im Nephron 308

13.7.1 Bedeutung der Niere für den NaCl-Haushalt. . 308

13.7.2 Mechanismen des tubulären NaCl-Transports. 308

13.7.3 Regelung des Natriumtransports ..... 309

13.8 Kaliumbewegung im Nephron ..... 310

13.8.1 Bedeutung der Niere für den Kaliumhaushalt. 310

13.8.2 Kalium: Filtration, Resorption und Sekretion. . 310

13.8.3 Regulation der Kaliumausscheidung durch Aldosteron ..... 311

13.9 Wasserbewegung im Nephron und Harnkonzentrierung ..... 312

13.9.1 Quantität und Mechanismen ..... 312

13.9.2 Gegenstromkonzentrierung und Antidiurese . 312

13.10 Bewegung von Calcium und Phosphat im Nephron ..... 317

13.11 Bewegung von Glucose im Nephron ..... 318

13.11.1 Bedeutung des Glucosetransports ..... 318

13.11.2 Mechanismen des Glucosetransports ..... 318

13.12 Bewegung von Aminosäuren, Oligopeptiden und Proteinen im Nephron ..... 319

13.13 Bewegung von Endprodukten des N-Stoffwechsels und organischen Ionen im Nephron ..... 319

13.13.1 Harnstoff ..... 319

13.13.2 Harnsäure, Oxalat, Allantoin und Hippursäure 320

13.13.3 Organische Anionen und Kationen ..... 320

13.14 Erhaltung des Säure-Basen-Gleichgewichts durch die Niere ..... 321

13.14.1 Niere als Teil der Regulation des Säure-Basen-Haushalts ..... 321

13.14.2 Transportprozesse im proximalen Tubulus und im Sammelrohr ..... 321

13.14.3 Protonenausscheidung, Bicarbonatrückgewinnung und -neubildung ..... 322

13.15 Endokrine Funktionen der Niere ..... 323

13.15.1 Renin-Angiotensin-System ..... 323

13.15.2 Erythropoetin ..... 323

13.15.3 Vitamin-D-Hormon, Endotheline und Eicosanoide ..... 323

<b>14</b>	<b>Exkretion bei Vögeln und Osmoregulation bei Fischen</b> .....	324	<b>Ernährung und Energiehaushalt</b>		
	<i>Erik Skadhauge</i>				
14.1	Osmoregulation bei Vögeln: Übersicht .....	324	<b>17</b>	<b>Magen-Darm-Trakt</b> .....	345
14.2	Renale Exkretion .....	325		<i>Gerhard Breves, Helga Pfannkuche, Martin Diener, Jörg R. Aschenbach, Sabine Leonhard-Marek, Holger Martens, Siegfried Wolffram, Martin Kaske, Wolfgang von Engelhardt</i>	
14.2.1	Veränderung des Ureterharns in Kloake, Colon und Caeca .....	325	17.1	Nahrungsaufnahme und Speichelsekretion .....	345
14.2.2	Salzdrüsen .....	326		<i>Gerhard Breves</i>	
14.3	Osmoregulation bei Fischen .....	326	17.1.1	Nahrungsaufnahme, Kauen und Schlucken .....	345
<b>15</b>	<b>Wasser- und Natriumhaushalt</b> .....	328	17.1.2	Speichelsekretion .....	346
	<i>Gotthold Gäbel</i>		17.2	Enterisches Nervensystem und die Innervation des Magen-Darm-Traktes .....	351
15.1	Funktion von Wasser und Natrium .....	328		<i>Helga Pfannkuche, Michael Schemann</i>	
15.2	Bedeutung des Wassers .....	328	17.2.1	Das enterische Nervensystem .....	351
15.3	Wasserbilanz .....	328	17.2.2	Interaktionen zwischen Zentralnervensystem und enterischem Nervensystem .....	357
15.3.1	Wasseraufnahme .....	328	17.3	Magen-Darm-Motorik .....	359
15.3.2	Wasserabgabe .....	329		<i>Martin Diener, Jörg R. Aschenbach, Martin Kaske</i>	
15.4	Kompartimentierung des Körperwassers .....	329	17.3.1	Allgemeine Aufgaben und Charakteristika der Magen-Darm-Motorik .....	359
15.5	Zusammensetzung der Extrazellulär- und Intrazellulärflüssigkeit .....	330		<i>Martin Diener, Jörg R. Aschenbach</i>	
15.6	Osmotische Gleichgewichte und Wasserbewegung .....	330	17.3.2	Vormagenmotorik und Ingestapassage .....	361
15.6.1	Osmolalität, Osmolarität und osmotischer Druck .....	331		<i>Martin Kaske</i>	
15.6.2	Wasserbewegung im anisotonen Milieu .....	331	17.3.3	Motorik des einhöhligen Magens und des Labmagens .....	372
15.7	Volumenregulation der Zellen .....	331		<i>Martin Diener, Jörg R. Aschenbach</i>	
15.8	Regulation des Flüssigkeitshaushalts und der Osmolalität in der Extrazellulärflüssigkeit .....	332	17.3.4	Motorik des Dün- und Dickdarms .....	380
15.8.1	Osmoregulation .....	332		<i>Martin Diener, Jörg R. Aschenbach</i>	
15.8.2	Volumenregulation .....	333	17.4	Vormägen .....	387
15.9	Störungen im Wasser- und NaCl-Haushalt .....	334		<i>Gerhard Breves, Sabine Leonhard-Marek, Holger Martens</i>	
<b>16</b>	<b>Säure-Basen-Haushalt</b> .....	335	17.4.1	Entwicklung der Vormägen .....	387
	<i>Gotthold Gäbel</i>		17.4.2	Verdauung und Resorption in den Vormägen .....	387
16.1	Regulation, Pufferung und Störungen des pH-Wertes .....	335	17.4.3	Pathophysiologie .....	402
16.2	Der pH-Wert in Körperflüssigkeiten .....	335	17.5	Funktionen des einhöhligen Magens .....	404
16.3	Regulationssysteme .....	336		<i>Siegfried Wolffram</i>	
16.3.1	Puffersysteme .....	336	17.5.1	Sekretorische Funktionen .....	405
16.3.2	Pulmonale Regulation .....	339	17.5.2	Regulation der gastralen Sekretion .....	407
16.3.3	Renale Regulation .....	339	17.5.3	Funktionen der Sekrete .....	409
16.3.4	Hepatische Regulation .....	340	17.5.4	Mikrobielle Aktivität im Magen .....	410
16.3.5	Geschwindigkeit der Säure-Basen-Regulation .....	340	17.5.5	Resorptionsfunktion des Magens .....	410
16.4	Regulation des intrazellulären pH-Wertes .....	340	17.6	Funktionen des Dünndarms und seiner Anhangsdrüsen .....	410
16.5	Störungen des Säure-Basen-Haushalts .....	341		<i>Siegfried Wolffram</i>	
16.5.1	Einteilung .....	341	17.6.1	Sekretion des Dünndarms .....	411
16.5.2	Respiratorische Acidose .....	342	17.6.2	Exokrines Pankreas (Bauchspeicheldrüse) .....	412
16.5.3	Respiratorische Alkalose .....	342	17.6.3	Galle und Funktion der Gallenblase .....	415
16.5.4	Metabolische Acidose .....	342	17.6.4	Verdauung und Resorption der Kohlenhydrate .....	417
16.5.5	Metabolische Alkalose .....	342	17.6.5	Verdauung und Resorption der Proteine .....	421
16.5.6	Diagnostische Bedeutung der Plasmaparameter .....	342	17.6.6	Verdauung und Resorption der Fette .....	425
			17.6.7	Resorption der Mineralstoffe und Spurenelemente .....	429
			17.6.8	Mikrobielle Aktivität im Dünndarm .....	433

17.7	Funktionen des Dickdarms. . . . .	434	18.5	Beitrag der Leber zur Entgiftung . . . . .	462
	<i>Gerhard Breves</i>		18.5.1	Biotransformation durch chemische Modifikation . . . . .	462
17.7.1	Volumen und Digestapassage . . . . .	434	18.5.2	Biotransformation durch Konjugation . . . . .	462
17.7.2	Mikrobieller Stoffwechsel . . . . .	434	18.5.3	Bildung der Gallenfarbstoffe . . . . .	462
17.7.3	Resorption und Sekretion . . . . .	436			
17.8	Pathophysiologie der Diarrhoe . . . . .	441	19	<b>Physiologische Bedeutung des Fettgewebes</b> . . . . .	464
	<i>Martin Kaske</i>			<i>Korinna Huber</i>	
17.8.1	Sekretorische Diarrhoe . . . . .	442	19.1	Morphologie und Funktionen . . . . .	464
17.8.2	Osmotische Diarrhoe . . . . .	442	19.1.1	Aufbau der Fettgewebe . . . . .	464
17.8.3	Konsequenzen einer akuten Diarrhoe für den Organismus . . . . .	443	19.1.2	Physikalische Schutzfunktion . . . . .	464
17.9	Vergleichende Aspekte der Vormagen- und Dickdarmverdauung . . . . .	445	19.1.3	Physiologische Funktionen . . . . .	464
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>		19.2	Stoffwechselleistungen der Fettgewebe . . . . .	465
17.9.1	Celluloseverdauung bei Vormagen- und Dickdarmverdauern . . . . .	445	19.2.1	Lipolyse . . . . .	465
17.9.2	Vor- und Nachteile von Vormagen- und Dickdarmverdauern bei Fütterung mit Gras unterschiedlicher Qualität . . . . .	445	19.2.2	Triacylglycerinsynthese und Lipogenese . . . . .	465
17.9.3	Verdauung von leicht verdaulichen Kohlenhydraten, Futterprotein und Fetten bei Vormagen- und Dickdarmverdauern . . . . .	446	19.3	Endokrine Leistungen der Fettgewebe – Adipocytokine . . . . .	467
17.9.4	Körpermasse bei Vormagen- und Dickdarmverdauern . . . . .	446	19.3.1	Einfluss auf die Nahrungsaufnahme . . . . .	467
17.9.5	Mikrobielle Proteinsynthese und Nutzung des gebildeten Proteins . . . . .	447	19.3.2	Einfluss auf den Energiehaushalt . . . . .	467
17.10	Besonderheiten der Verdauung bei Vögeln . . . . .	448	19.3.3	Einfluss auf das Reproduktionsgeschehen . . . . .	468
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>		19.3.4	Einfluss auf die systemische Entzündung und die Immunität . . . . .	468
17.10.1	Schnabel und Schnabelhöhle . . . . .	448	20	<b>Glucosehomöostase bei Monogastriern und Wiederkäuern</b> . . . . .	470
17.10.2	Ösophagus und Kropf . . . . .	448		<i>Manfred Stangassinger</i>	
17.10.3	Drüsenmagen und Muskelmagen . . . . .	449	20.1	Aufrechterhalten der Blutglucose- konzentration . . . . .	470
17.10.4	Dünndarm . . . . .	449	20.2	Allgemeine Charakteristika . . . . .	470
17.10.5	Dickdarm und Kloake . . . . .	449	20.3	Situation bei Monogastriern . . . . .	472
17.10.6	Passage von Futter durch den Magen-Darm- Kanal . . . . .	450	20.3.1	Glucoseverfügbarkeiten während einer kohlenhydrathaltigen Mahlzeit . . . . .	472
18	<b>Physiologische Funktionen der Leber</b> . . . . .	450	20.3.2	Glucoseverfügbarkeiten zwischen den Mahlzeiten . . . . .	473
	<i>Herbert Fuhrmann, Hans-Peter Sallmann</i>		20.3.3	Glucoseverfügbarkeiten im Hungerzustand . . . . .	474
18.1	Aufgaben und Bedeutung der Leber . . . . .	450	20.3.4	Koordinierung und Regulierung resorptiver und postresorptiver Glucoseverfügbarkeiten . . . . .	474
18.2	Stellung der Leber im Gesamtorganismus und Arbeitsteilung der Zellpopulationen . . . . .	451	20.4	Situation bei Wiederkäuern . . . . .	477
18.2.1	Architektur des Lebergewebes . . . . .	451	20.4.1	Resorptive und postresorptive Glucose- verfügbarkeiten und deren Regulation . . . . .	477
18.2.2	Zellarten im Lebergewebe . . . . .	452	20.4.2	Glucoseverfügbarkeiten und deren Regulation im Hungerzustand . . . . .	478
18.2.3	Regulation der Leberfunktionen . . . . .	453	20.4.3	Glucoseverfügbarkeiten und deren Regulation bei experimentell induzierter Hyperglycämie . . . . .	479
18.3	Der Beitrag der Leber zur intestinalen Verdauung . . . . .	453	20.4.4	Glucose-Homöostase: Glucoseverfügbar- keiten und deren Regulation am Beispiel der Laktation . . . . .	479
18.3.1	Synthese und Funktion der Gallensäuren . . . . .	453	21	<b>Energiehaushalt</b> . . . . .	482
18.3.2	Regulation der Gallenbildung und -sekretion . . . . .	454		<i>Joachim Roth</i>	
18.4	Die Leber im Intermediärstoffwechsel . . . . .	454	21.1	Energiebedarf und Energieumsatz . . . . .	482
18.4.1	Fettsynthese . . . . .	454	21.2	Einführung . . . . .	482
18.4.2	Synthese und Funktion der Lipoproteine . . . . .	455	21.3	Energiegehalt der Nährstoffe . . . . .	484
18.4.3	Gluconeogenese . . . . .	457	21.3.1	Messung des Energiegehalts der Nährstoffe . . . . .	484
18.4.4	Harnstoffsynthese . . . . .	459	21.3.2	Physikalische Brennwerte der Nährstoffe . . . . .	484
18.4.5	Ketogenese im Leberstoffwechsel bei Energemangel . . . . .	460	21.3.3	Physiologischer Brennwert . . . . .	485
18.4.6	Die Rolle der Leber im Stoffwechsel der fettlöslichen Vitamine . . . . .	461	21.3.4	Nahrung als Energiequelle . . . . .	485



26.2	Reproduktion bei männlichen Haussäugetieren . . . . .	574
	<i>Christine Aurich</i>	
26.2.1	Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden-Achse . . . . .	575
26.2.2	Spermatogenese und Sertolizellfunktion . . . . .	580
26.2.3	Sexualverhalten . . . . .	582
26.2.4	Reproduktionsbiotechnologie . . . . .	584
26.2.5	Saisonalität. . . . .	584
26.2.6	Physiologie der Befruchtung . . . . .	585
26.2.7	Geschlechtsbestimmung. . . . .	590
26.3	Reproduktion beim Vogel . . . . .	593
	<i>Almuth Einspanier, Anne Weissmann, Susanne Reitemeier</i>	
26.3.1	Weibliche Reproduktionsorgane . . . . .	593
26.3.2	Eiaufbau . . . . .	596
26.3.3	Männliche Reproduktionsorgane. . . . .	598
26.3.4	Endokrine Steuerung der Reproduktion . . . . .	600
26.3.5	Fortpflanzung und Zucht. . . . .	603
27	<b>Laktation.</b> . . . . .	607
	<i>Rupert M. Bruckmaier, Harald Hammon</i>	
27.1	Die Milchdrüse . . . . .	607
27.2	Bedeutung der Laktation für die Brutpflege. . . . .	607
27.3	Evolutive Entwicklung der Milchdrüse und der Milch . . . . .	608
27.4	Anatomisch-histologischer Aufbau der Milchdrüse. . . . .	608
27.5	Entwicklungs- und Funktionsstadien der Milchdrüse und deren endokrine Steuerung . . . . .	609
27.5.1	Mammogenese . . . . .	610
27.5.2	Kolostrogenese . . . . .	610
27.5.3	Laktogenese. . . . .	612
27.5.4	Galactopoese . . . . .	613
27.6	Synthese und Sekretion der Milch und ihrer Bestandteile . . . . .	614
27.6.1	Synthese von Milchfett . . . . .	615
27.6.2	Synthese der Milchproteine . . . . .	618
27.6.3	Synthese von Lactose. . . . .	619
27.7	Milchzusammensetzung bei verschiedenen Species. . . . .	619
27.8	Milchspeicherung und Milchejektion . . . . .	620
27.8.1	Oxytocinfreisetzung und Milchejektion bei der Milchkuh . . . . .	621
27.8.2	Milchejektion bei Ziege, Schaf, Schwein und Pferd. . . . .	623
27.8.3	Störungen der Milchejektion beim Rind . . . . .	623
27.9	Bedeutung der Muttermilch für die postnatale Entwicklung . . . . .	623
27.10	Energiestoffwechsel während der Laktation. . . . .	623
27.11	Mastitis und Immunabwehr der Milchdrüse. . . . .	624
28	<b>Knochen und Calciumhomöostase</b> . . . . .	626
	<i>Reinhold G. Erben</i>	
28.1	Funktion, Struktur und Zusammensetzung von Knochen . . . . .	626
28.2	Zellen des Knochens. . . . .	627
28.3	Knochenumbau. . . . .	628
28.4	Endokrine Regulation der Calcium- homöostase. . . . .	628

**Leistungsphysiologie**

29	<b>Arbeitsphysiologie am Beispiel des Pferdeleistungssports.</b> . . . . .	633
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>	
29.1	Verschiedenartige Leistungen . . . . .	633
29.2	Der arbeitende Muskel . . . . .	633
29.2.1	Energiestoffwechsel des arbeitenden Muskels . . . . .	633
29.2.2	Sauerstoffdefizit bei Arbeitsbeginn und Sauerstoffschuld nach Belastungsende . . . . .	634
29.2.3	Woher kommt das benötigte ATP bei den verschiedenartigen Leistungen der Sportpferde? . . . . .	635
29.2.4	Muskelfasertypen. . . . .	635
29.3	Aerober Stoffwechsel und Ausdauer . . . . .	636
29.3.1	Sauerstoffaufnahme, Ruheumsatz und Arbeitsumsatz . . . . .	636
29.3.2	Atmung und Synchronisation der Atmung durch die Fußungsfrequenz im Galopp. . . . .	638
29.3.3	Können Pferde durch Veränderung der Laufgeschwindigkeiten den Wirkungsgrad der Arbeit optimieren? . . . . .	639
29.3.4	Herzschlagfrequenz, Herzleistung und arterieller Blutdruck . . . . .	640
29.3.5	Hämoglobinkonzentration und Sauerstoff- transportkapazität des Blutes . . . . .	641
29.3.6	Muskeldurchblutung . . . . .	642
29.4	Anaerober Stoffwechsel, Ermüdung und Blutlactatkonzentration . . . . .	642
29.5	Thermoregulation und Schweißsekretion . . . . .	643
29.6	Einfluss des Trainings auf den aeroben Stoffwechsel, Herz und Kreislauf, Skelettmuskel und Thermoregulation. . . . .	644
29.6.1	Hämoglobinkonzentration und Sauerstoff- transportkapazität . . . . .	644
29.6.2	Herzgröße, Schlagvolumen und Herzschlag- frequenz. . . . .	645
29.6.3	Sauerstoffaufnahme. . . . .	645
29.6.4	Skelettmuskel. . . . .	645
29.6.5	Schweißsekretion und Thermoregulation . . . . .	645
29.7	Beurteilung des Trainingszustands und der Leistungsfähigkeit von Sportpferden . . . . .	645

<b>Anhang</b>
---------------

<b>30</b>	<b>Messgrößen und Maßeinheiten</b> .....	<b>647</b>			
	<i>Wolfgang von Engelhardt</i>				
30.1	Griechische Buchstaben .....	647			
30.2	Potenzen und Logarithmen .....	647			
30.3	internationales System der Einheiten (SI-System) .....	648			
30.4	Ältere Maßeinheiten .....	649			
			<b>31</b>	<b>Quellenverzeichnis</b> .....	<b>649</b>
				<i>Wolfgang von Engelhardt, Gerhard Breves, Martin Diener, Gotthold Gäbel</i>	
			31.1	Abbildungen .....	649
			31.2	Tabellen .....	652
				<b>Sachverzeichnis</b> .....	<b>653</b>