

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Physiologie der Haustiere – faszinierende Vielfalt und wissenschaftlicher Eckstein der Tiermedizin</b> . . . . .	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>Allgemeine Neurophysiologie</b> . . . . .	<b>23</b>
	Wolfgang von Engelhardt			Martin Diener, Bernd Schröder	
<b>1.1</b>	<b>Drei Beispiele aus der vergleichenden Haustierphysiologie</b> . . . . .	<b>1</b>	<b>3.1</b>	<b>Nervengewebe</b> . . . . .	<b>23</b>
<b>1.2</b>	<b>Physiologie – wissenschaftlicher Eckstein der klinischen und para-klinischen Veterinärmedizin</b> . . . . .	<b>3</b>	<b>3.1.1</b>	<b>Bau und funktionelle Eigenschaften des Neurons</b> . . . . .	<b>23</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Zellphysiologie</b> . . . . .	<b>5</b>	<b>3.1.2</b>	<b>Funktionen der Gliazellen</b> . . . . .	<b>25</b>
	Bernd Schröder, Martin Diener		<b>3.2</b>	<b>Grundprinzipien der Erregung von Nervenzellen</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>2.1</b>	<b>Die Zelle als kleinste funktionelle Einheit des Organismus</b> . . . . .	<b>5</b>	<b>3.2.1</b>	<b>Definitionen</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>2.2</b>	<b>Subzelluläre Organisation der Zelle</b> . . . . .	<b>5</b>	<b>3.2.2</b>	<b>Passive Membranantwort auf unterschwellige Reize</b> . . . . .	<b>26</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Intrazelluläre Organellen und Prinzip der Kompartimentierung</b> . . . . .	<b>5</b>	<b>3.2.3</b>	<b>Aktive Membranantwort auf überschwellige Reize: das Aktionspotenzial</b> . . . . .	<b>28</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Zellmembran</b> . . . . .	<b>7</b>	<b>3.2.4</b>	<b>ionale Basis des Aktionspotenzials</b> . . . . .	<b>29</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Topographie der Membranproteine</b> . . . . .	<b>9</b>	<b>3.3</b>	<b>Weg des Signals vom Sensor zum Effektor</b> . . . . .	<b>33</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Beweglichkeit der Membranproteine</b> . . . . .	<b>9</b>	<b>3.3.1</b>	<b>Vorgänge am Sensor und an der Triggerzone: vom Generatorpotenzial zum frequenzcodierten Signal</b> . . . . .	<b>33</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Verankerung der Membranproteine</b> . . . . .	<b>10</b>	<b>3.3.2</b>	<b>Erregungsweiterleitung: langsame kontinuierliche Ausbreitung und saltatorische Erregungsausbreitung</b> . . . . .	<b>35</b>
<b>2.2.6</b>	<b>Cytoskelett</b> . . . . .	<b>10</b>	<b>3.3.3</b>	<b>Übertragung der Erregung, synaptische Übertragung</b> . . . . .	<b>38</b>
<b>2.2.7</b>	<b>Zell-Zell-Verbindungen</b> . . . . .	<b>10</b>	<b>3.3.4</b>	<b>Vorgänge an der Zielzelle, postsynaptische Potenziale</b> . . . . .	<b>40</b>
<b>2.3</b>	<b>Besondere Funktionen der Zellmembran</b> . . . . .	<b>11</b>	<b>3.3.5</b>	<b>Integration von Signalen</b> . . . . .	<b>43</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Barriere zwischen Intra- und Extrazellulärraum</b> . . . . .	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>Zentrales Nervensystem (ZNS)</b> . . . . .	<b>45</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Transport durch Diffusion</b> . . . . .	<b>12</b>		Wolfgang Löscher, Hans-Hasso Frey	
<b>2.3.3</b>	<b>Transport über Membranproteine</b> . . . . .	<b>12</b>	<b>4.1</b>	<b>Allgemeine Funktionen und Neurotransmitter im ZNS</b> . . . . .	<b>45</b>
<b>2.3.4</b>	<b>Transport durch Endocytose und Exocytose</b> . . . . .	<b>14</b>	<b>4.1.1</b>	<b>Allgemeiner Aufbau und Funktionen des ZNS</b> . . . . .	<b>45</b>
<b>2.4</b>	<b>Membranpotenzial</b> . . . . .	<b>14</b>	<b>4.1.2</b>	<b>Neurotransmitter im ZNS</b> . . . . .	<b>48</b>
<b>2.4.1</b>	<b>Diffusionspotenziale und K<sup>+</sup>-Gleichgewichtspotenzial</b> . . . . .	<b>14</b>	<b>4.1.2.1</b>	<b>Noradrenalin</b> . . . . .	<b>48</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Nernst-Gleichung</b> . . . . .	<b>15</b>	<b>4.1.2.2</b>	<b>Dopamin</b> . . . . .	<b>49</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Goldman-Hodgkin-Katz-Gleichung</b> . . . . .	<b>16</b>	<b>4.1.2.3</b>	<b>Serotonin</b> . . . . .	<b>50</b>
<b>2.4.4</b>	<b>Gibbs-Donnan-Gleichgewicht</b> . . . . .	<b>16</b>	<b>4.1.2.4</b>	<b>Histamin</b> . . . . .	<b>51</b>
<b>2.5</b>	<b>Regulation besonderer Zellfunktionen</b> . . . . .	<b>17</b>	<b>4.1.2.5</b>	<b>Acetylcholin</b> . . . . .	<b>51</b>
<b>2.5.1</b>	<b>Zellvolumen</b> . . . . .	<b>17</b>	<b>4.1.2.6</b>	<b>Aminosäuren</b> . . . . .	<b>52</b>
<b>2.5.2</b>	<b>Intrazellulärer pH-Wert</b> . . . . .	<b>18</b>	<b>4.1.2.7</b>	<b>Peptide</b> . . . . .	<b>53</b>
<b>2.5.3</b>	<b>Signalvermittlung und -verarbeitung</b> . . . . .	<b>18</b>	<b>4.1.3</b>	<b>Elektroencephalographie</b> . . . . .	<b>53</b>
<b>2.5.4</b>	<b>Zellzyklus, Wachstum und Apoptose</b> . . . . .	<b>21</b>			

4.2	<b>Sensorische Funktionen des ZNS</b> .....	54	5.3.2.1	<b>Aufbau des Vestibularorgans</b> .....	82
4.2.1	Somato-visceraler Influx .....	54	5.3.2.2	Neuronale Verarbeitung der Gleichgewichtssignale .....	82
4.2.2	Visuelles System .....	55	5.3.3	Der Hörsinn .....	83
4.2.3	Akustisches System .....	55	5.3.3.1	Schallleitung im Mittelohr .....	84
4.2.4	Vestibuläres System .....	57	5.3.4	Cochlea .....	84
4.2.5	Geschmacksbahnen .....	57	5.3.4.1	Bildung der Wanderwelle und Transduktionsprozess .....	85
4.2.6	Olfactorisches System .....	57	5.3.4.2	Frequenzanalyse der Cochlea .....	86
4.2.7	„Unspezifisches“ afferentes (reticuläres) System .....	58	5.3.5	Neuronale Verarbeitung von Hörsignalen .	86
4.2.8	Efferente Kontrolle sensorischer Afferenzen	58	<b>5.4</b>	<b>Sehen</b> .....	87
4.2.9	Sensorische Assoziationsfelder .....	59		Cornelia A. Deeg	
<b>4.3</b>	<b>Motorische Funktionen des ZNS</b> .....	59	5.4.1	Aufbau des Auges .....	87
4.3.1	Stütz- und Haltemotorik .....	61	5.4.2	Reflexabläufe .....	90
4.3.2	Zielmotorik .....	61	5.4.3	Signalaufnahme und -verarbeitung von Lichtreizen in der Netzhaut .....	90
4.3.3	Motorische Assoziationsfelder .....	63	5.4.4	Tapetum lucidum .....	93
<b>4.4</b>	<b>Zentrale Organisation des vegetativen Nervensystems</b> .....	63	5.4.5	Adaptationsmechanismen .....	94
4.4.1	Vegetative Rückenmarkreflexe .....	63	5.4.6	Farbsehen .....	94
4.4.2	Zentrale Anteile des Parasympathicus ....	64	5.4.7	Zentrale Verarbeitung .....	95
4.4.3	Zentrale Anteile des Sympathicus .....	64	5.4.8	Pathophysiologie .....	97
4.4.4	Für die Regulation vegetativer Funktionen wichtige Zentren .....	65	<b>5.5</b>	<b>Chemische Sinne: Geruchs- und Geschmackssinn</b> .....	97
4.4.4.1	Atemzentrum .....	65		Heinz Breer	
4.4.4.2	Zentrale Kreislaufregulation .....	65	5.5.1	Geruchssinn (olfaktorischer Sinn) .....	97
4.4.4.3	Brechzentrum .....	66	5.5.1.1	Lage und Struktur des Riechepithels .....	98
4.4.4.4	Kontrolle der Futter- und Wasseraufnahme	67	5.5.1.2	Olfaktorische Rezeptoren – die molekularen Detektoren für Duftstoffe .....	99
4.4.4.5	Belohnungssystem .....	67	5.5.1.3	Chemoelektrische Signaltransduktion .....	99
4.4.4.6	Temperaturregulation .....	68	5.5.1.4	Adaptation an eine kontinuierliche Reizung	100
4.4.4.7	Schlaf und Arousal .....	68	5.5.1.5	Übertragung der Geruchsinformation in das Gehirn .....	100
4.4.5	Endokrine Funktionen des Hypothalamus .	68	5.5.1.6	Prozessierung olfaktorischer Information ..	101
<b>4.5</b>	<b>Blut-Hirn-Schranke</b> .....	68	5.5.1.7	Olfaktorische Subsysteme .....	102
<b>5</b>	<b>Sinnesphysiologie</b> .....	71	5.5.2	Geschmackssinn .....	103
<b>5.1</b>	<b>Grundlagen der Sinnesphysiologie</b> .....	71	5.5.2.1	Geschmacksqualitäten .....	103
	Heinz Breer		5.5.2.2	Morphologie .....	103
5.1.1	Objektive und subjektive Sinnesphysiologie	71	5.5.2.3	Innervierung .....	104
5.1.2	Sensoren .....	72	5.5.2.4	Rezeptoren (für Süß-, „Umami“- und Bitterstoffe) .....	104
5.1.3	Transduktion und Transformation .....	72	5.5.2.5	Signaltransduktion .....	105
5.1.4	Identitätscodierung .....	73	5.5.2.6	Codierung der Geschmacksqualitäten .....	105
5.1.5	Adaptation .....	74	5.5.2.7	Zentrale Verarbeitung .....	106
5.1.6	Rekrutierung von Sinneszellpopulationen .	74	<b>6</b>	<b>Vegetatives Nervensystem</b> .....	108
<b>5.2</b>	<b>Nozizeption und Schmerz</b> .....	75		Martin Diener	
	Holger Sann		6.1	<b>Funktion des vegetativen Nervensystems</b>	108
5.2.1	Schmerz bei Tieren .....	75	6.2	<b>Bau des vegetativen Nervensystems</b> .....	108
5.2.2	Periphere Mechanismen der Nozizeption .	75	6.3	<b>Wirkungen von Sympathicus und Parasympathicus</b> .....	111
5.2.3	Zentrale Mechanismen der Nozizeption ...	76			
5.2.4	Plastizität der Nozizeption .....	78			
5.2.5	Schmerzbehandlung .....	79			
<b>5.3</b>	<b>Gleichgewicht und Hören</b> .....	80			
	Heinz Breer				
5.3.1	Die sensorischen Systeme des Innenohrs .	80			
5.3.2	Gleichgewichtssinn, Vestibularorgan .....	82			

6.4	<b>Transmitter und Rezeptoren von Sympathicus und Parasympathicus</b> .....	112	8.1.3.2	Auswurfphase .....	143
6.4.1	Acetylcholin .....	112	8.1.3.3	Entspannungsphase .....	144
6.4.2	Adrenalin und Noradrenalin .....	113	8.1.3.4	Füllungsphase .....	144
6.4.3	Cholinerge Rezeptoren .....	113	8.2	<b>Das Herz ist sein eigener elektrischer Signalgeber</b> .....	144
6.4.4	Adrenerge Rezeptoren .....	114	8.2.1	Wie entsteht der Schlagrhythmus des Herzens? .....	144
6.4.5	Cotransmitter .....	114	8.2.2	Zwischen Skelett- und Herzmuskel gibt es viele Unterschiede .....	146
6.5	<b>Interaktion mit dem Hormonsystem</b> ....	115	8.2.3	Reizentstehung, Ausbreitung der Erregung und Hierarchie der Reizbildung .....	146
6.6	<b>Vegetative Afferenzen</b> .....	115	8.3	<b>Aktionspotenzial und Kontraktion gehören zusammen</b> .....	147
6.7	<b>Vegetative Reflexe</b> .....	116	8.3.1	Wie entstehen im Herzen das Ruhe- und Aktionspotenzial? .....	147
7	<b>Muskulatur</b> .....	118	8.3.2	Die Triebkräfte des cardialen Aktionspotenzials .....	148
	Korinna Huber		8.3.3	Wodurch wird das Sarcolemm für Ionen durchlässig (Funktionsproteine des Herzens)? .....	149
7.1	<b>Skelettmuskulatur</b> .....	118	8.3.4	Das Aktionspotenzial des Arbeitsmyocards	149
7.1.1	Morphologischer Aufbau des Skelettmuskels .....	118	8.3.5	Das Aktionspotenzial im Sinusknoten ....	149
7.1.2	Entwicklung der Muskulatur .....	118	8.3.6	Das Aktionspotenzial im Atrioventricularknoten .....	149
7.1.3	Bewegungsfunktion des Muskels .....	120	8.4	<b>Calciumionen fungieren als Bindeglied zwischen Erregung und Kontraktion</b> ....	150
7.1.3.1	Muskelkontraktion .....	120	8.4.1	Die calciuminduzierte Calciumfreisetzung .	150
7.1.3.2	Muskelmechanik .....	126	8.4.2	Der Calciumtransient beeinflusst die Stärke der Kontraktion .....	150
7.1.4	Stoffwechselfunktionen des Muskels ....	130	8.4.3	Der Calciumrücktransport .....	150
7.1.4.1	Funktioneller Aufbau des Skelettmuskels ..	130	8.4.4	Der Calciumstoffwechsel bildet einen wichtigen Angriffspunkt zur Beeinflussung der Herzfunktion .....	150
7.1.4.2	Muskelergetik .....	131	8.5	<b>Das Herz muss sich an viele verschiedene Situationen anpassen</b> .....	151
7.1.5	Die Rolle des Skelettmuskels in Gesundheit und Krankheit .....	133	8.5.1	Beide Herzkammern stimmen ihre Pumparbeit untereinander ab .....	151
7.2	<b>Glatte Muskulatur</b> .....	133	8.5.1.1	Frank-Starling-Mechanismus .....	151
7.2.1	Morphologie der glatten Muskelzelle ....	134	8.5.1.2	Physiologische Bedeutung des Frank-Starling-Mechanismus .....	152
7.2.2	Mechanismen der Erregung glatter Muskulatur .....	135	8.5.1.3	Wie funktioniert der „Crosstalk“ zwischen Kammerdruck und Kammervolumen (dargestellt im Druck-Volumen-Diagramm)? .....	152
7.2.3	Elektromechanische Kopplung in der glatten Muskulatur .....	136	8.5.2	Steuerung der Herztätigkeit durch Signale aus dem Körper .....	152
7.2.3.1	Elektrische Prozesse an der glatten Muskelzelle .....	136	8.5.2.1	Parasympathische und sympathische Innervation .....	153
7.2.3.2	Elektromechanische Kopplung in der glatten Muskelzelle .....	137	8.5.2.2	Die Rezeptoren des Parasympathicus und des Sympathicus .....	154
7.2.4	Energiehaushalt der glatten Muskulatur ..	138	8.5.2.3	Chronotrope Wirkungen .....	154
7.3	<b>Herzmuskel im Vergleich mit Skelettmuskel und glatter Muskulatur</b> ...	138	8.5.2.4	Inotrope und lusitrope (erschaffende) Wirkungen .....	155
7.3.1	Morphologie .....	138	8.5.2.5	Dromotrope Wirkungen .....	155
7.3.2	Erregung .....	139			
7.3.3	Elektromechanische Kopplung und Kontraktion .....	140			
8	<b>Herz</b> .....	141			
	Johein Harmeyer, Ralf Tobias				
8.1	<b>Bau und Funktion des Herzens</b> .....	141			
8.1.1	Wozu dienen Herzklappen? .....	141			
8.1.2	Wie hängen Kammerdruck und Spannung der Kammerwand zusammen? (Laplace'sches Gesetz) .....	142			
8.1.3	Der Herzzyklus besteht aus vier Phasen ..	143			
8.1.3.1	Anspannungsphase .....	143			

8.6	Der Körper ist gut darüber informiert, was im Herzen passiert (die afferente Innervation) . . . . .	156	9.3	Hämodynamik in den einzelnen Gefäßsystemen . . . . .	178
8.7	Wie effektiv arbeitet das Herz? . . . . .	156	9.3.1	Das arterielle System . . . . .	178
8.7.1	Dem Herzen bieten sich mehrere Möglichkeiten, um sich auf eine höhere Belastung einzustellen (Trainingseffekte) . .	156	9.3.1.1	Druckpuls (Pulsweite) und Blutdruck . . . . .	178
8.7.2	Wie das Herz versucht, Engpässe der Energieversorgung zu lösen . . . . .	157	9.3.1.2	Strompuls (pulsierender Blutfluss) in den Arterien . . . . .	182
8.7.3	Bedeutung der Sauerstoffversorgung . . . . .	157	9.3.2	Das venöse System . . . . .	183
8.7.4	Alles läuft über ATP . . . . .	157	9.3.2.1	Muskelpumpe . . . . .	183
8.7.5	Häufige Erkrankungen des Herzens bei Pferden und Hunden . . . . .	157	9.3.2.2	Atmung, venöser Rückfluss und Blutdruck	184
8.8	Elektrokardiogramm . . . . .	158	9.3.2.3	Ventilebenenmechanismus . . . . .	184
8.8.1	Die fortlaufende Erregung über die Muskelfasern erzeugt das EKG-Signal . . . . .	158	9.3.2.4	Venenpuls . . . . .	184
8.8.2	Die Bewegung der Spitze eines Integralvektors gegen die Zeit wird bei einem EKG abgebildet . . . . .	160	9.3.3	Die Mikrozirkulation in der terminalen Strombahn . . . . .	185
8.8.3	Die Spitze des Integralvektors zeichnet drei Ovale in den Raum . . . . .	160	9.3.3.1	Arteriolen . . . . .	185
8.8.4	Lage der elektrischen Herzachse bei Haustieren . . . . .	160	9.3.3.2	Kapillaren . . . . .	185
8.8.5	Was bedeuten die einzelnen Zacken der EKG-Kurve? . . . . .	163	9.3.3.3	Venolen . . . . .	188
8.8.5.1	Überleitungsstörungen . . . . .	163	9.3.4	Lymphgefäßsystem . . . . .	188
8.8.5.2	Herzrhythmusstörungen . . . . .	165	9.4	Kreislaufregulation . . . . .	188
8.8.5.3	Kammerflattern und Kammerflimmern . . .	165	9.4.1	Lokale Durchblutungsregulation . . . . .	188
8.8.6	Herztöne . . . . .	167	9.4.1.1	Ruhedurchblutung und maximale Durchblutungssteigerung in den Geweben	189
8.8.7	Herzgeräusche . . . . .	167	9.4.1.2	Kontrolle der lokalen Durchblutung . . . . .	190
8.9	Apparative Methoden, um Herzerkrankungen aufzuspüren, Echokardiographie (Ultraschalldiagnostik)	168	9.4.2	Zentrale Kreislaufregulation . . . . .	191
8.10	Störungen des Elektrolythaushalts können sich im EKG niederschlagen . . . . .	169	9.4.2.1	Kurzfristige Blutdruckregulation . . . . .	191
8.10.1	Störungen des Kaliumhaushalts . . . . .	169	9.4.2.2	Mittel- und längerfristige Blutdruckregulation . . . . .	193
8.10.2	Störungen des Calciumhaushalts . . . . .	170	9.5	Verteilung und Regulation des Blutvolumens . . . . .	194
8.10.3	Störungen des Natrium- und Magnesiumhaushalts . . . . .	171	9.6	Besonderheiten des Lungenkreislaufs . . . .	194
8.10.4	Störungen des Säure-Basen-Haushalts . . . .	171	9.7	Kreislaufversagen, Schock . . . . .	195
9	Kreislauf . . . . .	172	9.8	Fetaler Kreislauf und Kreislaufumstellung während und nach der Geburt . . . . .	195
	Wolfgang von Engelhardt		10	Blut . . . . .	197
9.1	Kreislaufsysteme und Gefäßwände . . . . .	173	10.1	Funktionen des Blutes . . . . .	197
9.2	Biophysikalische Grundlagen der Hämodynamik . . . . .	173		Max Gassmann, Thomas A. Lutz	
9.2.1	Stromstärke, Druck, Widerstand . . . . .	174	10.2	Flüssige Bestandteile des Blutes . . . . .	197
9.2.2	Strömungsformen . . . . .	175		Max Gassmann, Thomas A. Lutz	
9.2.3	Viskosität des Blutes . . . . .	176	10.2.1	Blutplasma . . . . .	197
9.2.4	Dehnbarkeit der Blutgefäße . . . . .	177	10.2.2	Elektrolyte des Plasmas . . . . .	198
			10.2.3	Plasmaproteine . . . . .	198
			10.2.4	Nicht-Protein-Stickstoff-Verbindungen (NPN) . . . . .	201
			10.2.5	Kohlenhydrate . . . . .	201
			10.2.6	Lipide . . . . .	202
			10.2.7	Weitere Blutinhaltsstoffe . . . . .	202
			10.3	Zelluläre Bestandteile . . . . .	202
				Max Gassmann, Thomas A. Lutz	
			10.3.1	Hämatopoese . . . . .	203
			10.3.2	Erythrocyten . . . . .	205
			10.3.2.1	Physiologische Eigenschaften und Normwerte . . . . .	205

10.3.2.2	Hämoglobin und Sauerstofftransport . . . . .	208	10.6	<b>Blutgruppenantigene</b> . . . . .	237
10.3.2.3	Beziehungen der Erythrocytenparameter (Indices) . . . . .	209	10.6.1	Thomas Göbel, Bernd Kaspers ABO-System des Menschen . . . . .	238
10.3.2.4	Erythropoese und Erythrocytenabbau . . . . .	209	10.6.2	Rhesus-System . . . . .	238
10.3.2.5	Stoffwechsel der Erythrocyten . . . . .	210	10.6.3	Blutgruppen der Tiere . . . . .	238
10.3.3	Leukocyten . . . . .	211			
10.4	<b>Blutstillung und Blutgerinnung</b> . . . . .	212	11	<b>Atmung</b> . . . . .	241
	Bernd Kaspers, Thomas Göbel			Gerolf Gros	
10.4.1	Vasokonstriktion . . . . .	212	11.1	<b>Morphologische Grundlagen der Lungenatmung bei Säugern</b> . . . . .	242
10.4.2	Bildung eines Thrombocytenaggregats . . . . .	212	11.1.1	Atemwege . . . . .	242
10.4.3	Gerinnung . . . . .	214	11.1.2	Morphologische Grundlagen der Ein- und Ausatmung . . . . .	243
10.4.3.1	Fibrinbildung . . . . .	214	11.1.3	Übertragung Thorax-Lunge-Pleuren . . . . .	243
10.4.3.2	Gerinnungsdiagnostik . . . . .	217	11.1.4	Alveolokapilläre Barriere . . . . .	244
10.4.3.3	Physiologische Gerinnungshemmung und Fibrinolyse . . . . .	217	11.2	<b>Ventilation und Lungenvolumina</b> . . . . .	244
10.4.4	Pathophysiologie . . . . .	219	11.2.1	Volumina und Kapazitäten . . . . .	244
10.5	<b>Immunabwehr</b> . . . . .	219	11.2.2	Messung von Lungenvolumina und Lungenkapazitäten . . . . .	246
	Thomas Göbel, Bernd Kaspers		11.2.3	Der Totraum und seine Bestimmung . . . . .	247
10.5.1	Einleitung . . . . .	219	11.2.4	Ventilation . . . . .	248
10.5.1.1	Krankheitserreger aktivieren das Immunsystem . . . . .	219	11.3	<b>Atmungsmechanik</b> . . . . .	250
10.5.1.2	Angeborene und erworbene Immunität . . . . .	220	11.3.1	Elastische Atmungswiderstände . . . . .	250
10.5.1.3	Kommunikation über Cytokine . . . . .	220	11.3.2	Visköse Atmungswiderstände – Atemwegswiderstand . . . . .	254
10.5.2	Angeborene Immunmechanismen . . . . .	221	11.4	<b>Gastransport im Blut</b> . . . . .	255
10.5.2.1	Natürliche Barrieren . . . . .	221	11.4.1	Sauerstofftransport . . . . .	256
10.5.2.2	Lösliche Faktoren . . . . .	221	11.4.2	CO <sub>2</sub> -Transport . . . . .	260
10.5.2.3	Komplementsystem . . . . .	222	11.5	<b>Pulmonaler Gasaustausch</b> . . . . .	263
10.5.2.4	Opsonisierung und Phagocytose . . . . .	223	11.6	<b>Gewebeatmung (innere Atmung)</b> . . . . .	267
10.5.2.5	Blutzellendifferenzierung . . . . .	224	11.6.1	O <sub>2</sub> -Angebot und O <sub>2</sub> -Verbrauch im Gewebe . . . . .	267
10.5.2.6	Erkennung von Krankheitserregern durch Toll-like-Rezeptoren . . . . .	224	11.6.2	Störungen der O <sub>2</sub> -Versorgung des Gewebes . . . . .	269
10.5.2.7	Effektorfunktionen von Zellen des angeborenen Immunsystems . . . . .	225	11.6.3	Gewebehypoxie bei tauchenden Säugern während des Tauchens . . . . .	269
10.5.2.8	Entzündungsreaktion . . . . .	225	11.6.4	Zeitverlauf der Zellschädigung bei akuter Anoxie . . . . .	270
10.5.3	Erworbene Abwehrmechanismen . . . . .	226	11.6.5	Zellschädigung durch reaktive Sauerstoffspezies . . . . .	270
10.5.3.1	Merkmale erworbener Immunmechanismen . . . . .	226	11.7	<b>Regulation der Atmung</b> . . . . .	271
10.5.3.2	Bildung und Reifung der Lymphocyten . . . . .	228	11.7.1	Rhythmogenese . . . . .	271
10.5.3.3	Migration von Lymphocyten und klonale Expansion . . . . .	228	11.7.2	Respiratorische Reflexe . . . . .	271
10.5.3.4	Immunglobuline – Struktur, Isotypen, Eigenschaften . . . . .	229	11.7.3	Chemische Atmungsregulation . . . . .	271
10.5.3.5	Antigenspezifische Rezeptoren der B- und T-Lymphocyten . . . . .	231	11.7.4	Atmungsregulation bei Arbeit . . . . .	273
10.5.3.6	Entstehung der Rezeptorvielfalt . . . . .	232	11.8	<b>Vergleichende Pathophysiologie der Lungenfunktion der Haustiere</b> . . . . .	273
10.5.3.7	MHC-Moleküle und Selektion im Thymus . . . . .	233	11.8.1	Obstruktive Lungenerkrankungen . . . . .	273
10.5.3.8	MHC-I-Moleküle und die cytotoxische T-Zellantwort . . . . .	234	11.8.2	Restriktive Lungenerkrankungen . . . . .	274
10.5.3.9	MHC-II-Moleküle und CD4 <sup>+</sup> -T-Helferzellen . . . . .	235	11.9	<b>Atmung bei Vögeln</b> . . . . .	274
10.5.3.10	Immunregulation . . . . .	236	11.10	<b>Atmung bei Fischen</b> . . . . .	277
10.5.4	Angeborene und erworbene Immunmechanismen kooperieren bei der Immunabwehr . . . . .	236			

<b>12</b>	<b>Säure-Basen-Haushalt</b> .....	281	<b>13.8</b>	<b>Calcium und Magnesium, Phosphat und Sulfat</b> .....	306
	Gotthold Gäbel				
<b>12.1</b>	<b>Der pH-Wert in Körperflüssigkeiten</b> .....	281	<b>13.8.1</b>	<b>Calcium</b> .....	306
<b>12.2</b>	<b>Regulationssysteme</b> .....	282	<b>13.8.2</b>	<b>Magnesium</b> .....	307
<b>12.2.1</b>	<b>Puffersysteme</b> .....	282	<b>13.8.3</b>	<b>Phosphat</b> .....	307
<b>12.2.2</b>	<b>Pulmonale Regulation</b> .....	285	<b>13.8.4</b>	<b>Sulfat</b> .....	308
<b>12.2.3</b>	<b>Renale Regulation</b> .....	286	<b>13.9</b>	<b>Kohlenhydrate, Aminosäuren und Oligopeptide</b> .....	308
<b>12.2.4</b>	<b>Hepatische Regulation</b> .....	287	<b>13.9.1</b>	<b>Glucose</b> .....	308
<b>12.2.5</b>	<b>Geschwindigkeit der Säure-Basen-Regulation</b> .....	287	<b>13.9.2</b>	<b>Aminosäuren, Dipeptide und Tripeptide</b> ..	309
<b>12.3</b>	<b>Regulation des intrazellulären pH-Wertes</b> .....	287	<b>13.10</b>	<b>Harnstoff, Harnsäure, Oxalat und andere organische Ionen</b> .....	310
<b>12.4</b>	<b>Störungen des Säure-Basen-Haushaltes</b> .....	288	<b>13.10.1</b>	<b>Harnstoff</b> .....	310
<b>12.4.1</b>	<b>Einteilung</b> .....	288	<b>13.10.2</b>	<b>Harnsäure, Oxalat, Allantoin und Hippursäure</b> .....	310
<b>12.4.2</b>	<b>Respiratorische Acidose</b> .....	288	<b>13.10.3</b>	<b>Organische Anionen und Kationen</b> .....	311
<b>12.4.3</b>	<b>Respiratorische Alkalose</b> .....	289	<b>13.11</b>	<b>Erhaltung des Säure-Basen-Gleichgewichtes</b> .....	312
<b>12.4.4</b>	<b>Metabolische Acidose</b> .....	289	<b>13.12</b>	<b>Gegenstromkonzentrierung und Antidiurese</b> .....	313
<b>12.4.5</b>	<b>Metabolische Alkalose</b> .....	289	<b>13.12.1</b>	<b>Bedeutung der Harnkonzentrierung</b> .....	313
<b>12.4.6</b>	<b>Diagnostische Bedeutung der Plasmaparameter</b> .....	289	<b>13.12.2</b>	<b>Mechanismen der Harnkonzentrierung</b> ...	314
<b>13</b>	<b>Niere</b> .....	292	<b>13.13</b>	<b>Diurese</b> .....	316
	Michael Fromm, Gotthold Gäbel		<b>13.13.1</b>	<b>Wasserdiurese und Antidiurese</b> .....	316
<b>13.1</b>	<b>Grundlagen der Nierenfunktion</b> .....	292	<b>13.13.2</b>	<b>Osmotische Diurese</b> .....	317
<b>13.2</b>	<b>Morphologie der Nieren</b> .....	293	<b>13.13.3</b>	<b>Druckdiurese</b> .....	318
<b>13.3</b>	<b>Hämodynamik und Sauerstoffverbrauch</b> ..	295	<b>13.14</b>	<b>Endokrine Funktionen</b> .....	318
<b>13.3.1</b>	<b>Regulation der Nierendurchblutung, Autoregulation</b> .....	295	<b>13.14.1</b>	<b>Renin-Angiotensin-System</b> .....	318
<b>13.4</b>	<b>Ultrafiltration in den Glomeruli</b> .....	298	<b>13.14.2</b>	<b>Erythropoetin</b> .....	319
<b>13.4.1</b>	<b>Filtrationsbarriere</b> .....	298	<b>13.14.3</b>	<b>Vitamin-D-Hormon, Endotheline und Peptidhormone</b> .....	319
<b>13.4.2</b>	<b>Messmethoden zur Erfassung der Filtrationsleistung</b> .....	299	<b>13.14.4</b>	<b>Eicosanoide</b> .....	319
<b>13.4.2.1</b>	<b>Bestimmung von harnpflichtigen Substanzen im Plasma</b> .....	299	<b>13.14.5</b>	<b>Corticosteroide</b> .....	320
<b>13.4.2.2</b>	<b>Renale Clearance von Kreatinin</b> .....	299	<b>14</b>	<b>Exkretion bei Vögeln und Osmoregulation bei Fischen</b> .....	321
<b>13.4.2.3</b>	<b>Renale Clearance anderer Substrate</b> .....	300		Erik Skadhauge	
<b>13.5</b>	<b>Tubuläre Transportmechanismen: Natrium, Chlorid und Wasser</b> .....	301	<b>14.1</b>	<b>Vögel</b> .....	321
<b>13.5.1</b>	<b>Natrium- und Chloridtransport</b> .....	301	<b>14.1.1</b>	<b>Renale Exkretion</b> .....	321
<b>13.5.1.1</b>	<b>Bedeutung</b> .....	301	<b>14.1.2</b>	<b>Veränderung des Ureterharns in der Kloake, im Colon und in den Caeca</b> .....	322
<b>13.5.1.2</b>	<b>Mechanismen</b> .....	302	<b>14.1.3</b>	<b>Salzdrüsen</b> .....	323
<b>13.5.1.3</b>	<b>Regelung des Natriumtransportes</b> .....	303	<b>14.2</b>	<b>Osmoregulation bei Fischen</b> .....	323
<b>13.6</b>	<b>Wassertransport</b> .....	304	<b>15</b>	<b>Wasser- und Elektrolythaushalt</b> .....	325
<b>13.7</b>	<b>Kalium</b> .....	304		Gotthold Gäbel	
<b>13.7.1</b>	<b>Bedeutung der Niere für den Kaliumhaushalt</b> .....	304	<b>15.1</b>	<b>Bedeutung des Wassers</b> .....	325
<b>13.7.2</b>	<b>Kaliumbewegungen im Nephron</b> .....	304	<b>15.2</b>	<b>Wasserbilanz</b> .....	325
<b>13.7.3</b>	<b>Regulation der Kaliumausscheidung</b> .....	305	<b>15.2.1</b>	<b>Wasseraufnahme</b> .....	325

15.2.2	Wasserabgabe .....	326	16.3.1.7	Der Haubenrinnenreflex .....	356
15.3	<b>Kompartimentierung des Körperwassers</b> ..	326	16.3.1.8	Die Schichtung der Ingesta im Reticulorumen .....	356
15.3.1	Zusammensetzung der Extrazellular- und Intrazellularflüssigkeit .....	327	16.3.1.9	Ingestapassage .....	357
15.3.2	Osmotische Gleichgewichte und Wasserbewegung .....	328	16.3.2	<b>Motorik des einhöhligen Magens und des Labmagens</b> .....	358
15.3.3	Wasserbewegung im anisotonen Milieu ...	328		Hansjörg Ehrlein	
15.3.4	Regulation des Flüssigkeitshaushaltes und der Osmolalität in der Extrazellularflüssigkeit .....	330	16.3.2.1	Funktion des Magenspeichers .....	358
15.3.4.1	Osmoregulation .....	330	16.3.2.2	Funktion der Magenpumpe .....	360
15.3.4.2	Volumenregulation .....	330	16.3.2.3	Magenentleerung .....	362
15.3.4.3	Volumenregulation über NaCl .....	331	16.3.2.4	<b>Regulation der Magenmotorik und -entleerung</b> .....	363
15.4	<b>Störungen im Wasser- und NaCl-Haushalt</b>	331	16.3.3	<b>Motorik des Dünndarms</b> .....	365
				Hansjörg Ehrlein	
16	<b>Magen-Darm-Kanal</b> .....	332	16.3.3.1	Elektrische Aktivität .....	365
16.1	<b>Nahrungsaufnahme und Speichelsekretion</b>	332	16.3.3.2	Kontraktionsformen des Dünndarms .....	365
	Gerhard Breves		16.3.3.3	Entstehung der Kontraktionsformen .....	368
16.1.1	Nahrungsaufnahme, Kauen und Schlucken	332	16.3.3.4	Regulation der Dünndarmmotorik und des Chymustransports .....	369
16.1.2	Speichelsekretion .....	333	16.3.4	<b>Interdigestive Motorik von Magen und Dünndarm</b> .....	370
16.1.2.1	Funktionen des Speichels .....	334		Hansjörg Ehrlein	
16.1.2.2	Sekretionsrate und Zusammensetzung des Speichels .....	334	16.3.4.1	Wandernder motorischer Komplex .....	370
16.1.2.3	Zelluläre Mechanismen der Speichelsekretion .....	336	16.3.4.2	Regulation der interdigestiven Motorik ...	372
16.1.2.4	Steuerung der Speichelsekretion .....	337	16.3.5	<b>Motorik des Dickdarms</b> .....	372
16.2	<b>Enterisches Nervensystem und die Innervation des Magen-Darm-Traktes</b> ....	338		Hansjörg Ehrlein	
	Michael Schemann		16.3.5.1	Kontraktionsformen des Dickdarms .....	372
16.2.1	Das enterische Nervensystem .....	339	16.3.5.2	Chymustransport vom Ileum in den Dickdarm .....	373
16.2.1.1	Sensorische Nervenzellen .....	339	16.3.5.3	Caecummotorik .....	373
16.2.1.2	Interneurone .....	341	16.3.5.4	Colonmotorik .....	375
16.2.1.3	Motoneurone .....	341	16.3.5.5	Gastrocolischer Reflex .....	376
16.2.1.4	Funktionelle Bedeutungen des enterischen Nervensystems .....	342	16.3.5.6	Defäkation .....	376
16.2.2	Interaktionen zwischen dem Zentralnervensystem und dem enterischen Nervensystem .....	344	16.3.6	<b>Chymuspassage und Verweilzeit</b> .....	377
16.2.2.1	Extrinsische Afferenzen und Efferenzen ...	345		Hansjörg Ehrlein	
16.2.2.2	Wirkungen des Parasympathicus .....	346	16.3.7	<b>Pathophysiologische Aspekte</b> .....	378
16.2.2.3	Wirkungen des Sympathicus .....	346		Hansjörg Ehrlein	
16.3	<b>Motorik des Magen-Darm-Kanals</b> .....	347	16.3.7.1	Erbrechen .....	378
16.3.1	Vormagenmotorik und Ingestapassage ....	347	16.3.7.2	Darmmotorik bei Diarrhoe .....	379
	Martin Kaske		16.4	<b>Funktionen der Vormägen</b> .....	379
16.3.1.1	Einleitung .....	347	16.4.1	Entwicklung der Vormägen .....	379
16.3.1.2	Funktionelle Anatomie des Vormagensystems .....	348		Holger Martens	
16.3.1.3	Motorik von Haube und Pansen .....	348	16.4.2	Verdauungsvorgänge in den Vormägen ...	380
16.3.1.4	Die Motorik des Psalters .....	353		Gerhard Breves, Sabine Leonhard-Marek	
16.3.1.5	Funktionelle Bedeutung und Regulation der Wiederkäuaktivität .....	353	16.4.2.1	Mikroorganismen in den Vormägen .....	380
16.3.1.6	Der Ruktus .....	355	16.4.2.2	Mikrobielle Stoffwechselprozesse in den Vormägen .....	383
			16.4.2.3	Pathophysiologische Aspekte .....	389
			16.4.3	Resorptionsvorgänge .....	389
				Holger Martens	
			16.4.3.1	Charakteristika der Vormagenflüssigkeit ..	389
			16.4.3.2	Transportmechanismen des Pansenepithels	390
			16.4.3.3	Pathophysiologie .....	396
			16.4.3.4	Transportmechanismen im Psalter .....	398

16.5	<b>Funktionen des einhöhligen Magens</b> . . . . .	399	16.6.7.5	Resorption von Phosphat . . . . .	429
	Siegfried Wolfram, Erwin Scharrer		16.6.7.6	Resorption von Spurenelementen . . . . .	430
16.5.1	<b>Sekretorische Funktionen</b> . . . . .	399	16.6.8	<b>Mikrobielle Aktivität im Dünndarm</b> . . . . .	431
16.5.1.1	Sekretion der Fundusdrüsen . . . . .	400	16.7	<b>Funktionen des Dickdarms</b> . . . . .	432
16.5.1.2	Sekretion der Cardia- und Pylorusdrüsen . . . . .	401		Gerhard Breves, Martin Diener	
16.5.2	<b>Regulation der gastralen Sekretion</b> . . . . .	402	16.7.1	Volumen und Digestapassage . . . . .	432
16.5.2.1	Regulation der HCl-Sekretion . . . . .	402	16.7.2	<b>Mikrobieller Stoffwechsel</b> . . . . .	432
16.5.2.2	Regulation der Enzymsekretion . . . . .	402	16.7.2.1	Mikrobieller Kohlenhydratstoffwechsel . . . . .	433
16.5.2.3	Regulation der Schleim- und Bicarbonat-Sekretion . . . . .	403	16.7.2.2	Mikrobieller Stoffwechsel von Proteinen und N-haltigen Verbindungen . . . . .	434
16.5.2.4	Abhängigkeit der sekretorischen Aktivität des Magens von der Futteraufnahme . . . . .	403	16.7.2.3	Mikrobieller Stoffwechsel von Fetten, Steroiden und Gallensäuren . . . . .	434
16.5.3	<b>Funktionen der Sekrete</b> . . . . .	404	16.7.2.4	Mikrobielle Vitaminsynthese . . . . .	434
16.5.4	<b>Mikrobielle Aktivität im Magen</b> . . . . .	405	16.7.3	<b>Resorption und Sekretion</b> . . . . .	434
16.5.5	<b>Resorptionsfunktion des Magens</b> . . . . .	405	16.7.3.1	Resorption anorganischer Ionen . . . . .	435
16.6	<b>Funktionen des Dünndarms und seiner Anhangsdrüsen</b> . . . . .	405	16.7.3.2	Sekretion anorganischer Ionen . . . . .	436
	Siegfried Wolfram, Erwin Scharrer		16.7.3.3	Wassertransport . . . . .	437
16.6.1	<b>Sekretion des Dünndarms</b> . . . . .	405	16.7.3.4	Intra- und extrazelluläre Regulation des Elektrolyttransportes . . . . .	437
16.6.2	<b>Exokrines Pankreas (Bauchspeicheldrüse)</b> . . . . .	408	16.7.3.5	Resorption organischer Ionen . . . . .	438
16.6.3	<b>Galle und Funktion der Gallenblase</b> . . . . .	411	16.8	<b>Pathophysiologie der Diarrhoe</b> . . . . .	439
16.6.4	<b>Verdauung und Resorption der Kohlenhydrate</b> . . . . .	414		Martin Kaske	
16.6.4.1	Stärkeverdauung . . . . .	414	16.8.1	Sekretorische Diarrhoe . . . . .	440
16.6.4.2	Verdauung von Lactose und Saccharose . . . . .	414	16.8.2	Osmotische Diarrhoe . . . . .	441
16.6.4.3	Postnatale Entwicklung der Kohlenhydratverdauung . . . . .	415	16.8.3	Konsequenzen einer akuten Diarrhoe für den Organismus . . . . .	442
16.6.4.4	Tierartige Unterschiede . . . . .	415	16.9	<b>Vergleichende Aspekte der Vormagen- und Dickarmverdauung</b> . . . . .	443
16.6.4.5	Störungen der Kohlenhydratverdauung . . . . .	416		Wolfgang von Engelhardt	
16.6.4.6	Resorption von Monosacchariden . . . . .	416	16.9.1	Celluloseverdauung bei Vormagen- und Dickarmverdauern . . . . .	444
16.6.5	<b>Verdauung und Resorption der Proteine</b> . . . . .	418	16.9.2	Vor- und Nachteile von Vormagen- und Dickarmverdauern bei der Celluloseverdauung bei Fütterung mit Gras guter oder mit Gras schlechter Qualität . . . . .	444
16.6.5.1	Proteinverdauung . . . . .	418	16.9.3	Verdauung von leicht verdaulichen Kohlenhydraten, Futterprotein und Fetten bei Vormagen- und Dickarmverdauern . . . . .	445
16.6.5.2	Resorption von Aminosäuren . . . . .	419	16.9.4	Körpermasse bei Vormagen- und Dickarmverdauern . . . . .	445
16.6.5.3	Resorption von Di- und Tripeptiden . . . . .	420	16.9.5	Nutzung des mikrobiell gebildeten Proteins . . . . .	446
16.6.5.4	Proteinresorption bei Neugeborenen . . . . .	421	16.10	<b>Besonderheiten der Verdauung bei Vögeln</b> . . . . .	447
16.6.5.5	Verdauung von Nucleoproteinen und Nucleinsäuren . . . . .	422		Wolfgang von Engelhardt	
16.6.5.6	Resorption der Nucleinsäurespaltprodukte . . . . .	422	16.10.1	Schnabel und Schnabelhöhle . . . . .	447
16.6.6	<b>Verdauung und Resorption der Fette</b> . . . . .	423	16.10.2	Ösophagus und Kropf . . . . .	447
16.6.6.1	Verdauung der Triacylglycerine (Triglyceride) . . . . .	423	16.10.3	Drüsenmagen und Muskelmagen . . . . .	447
16.6.6.2	Resorption von Fettsäuren und Monoacylglycerinen . . . . .	424	16.10.4	Dünndarm . . . . .	448
16.6.6.3	Verdauung und Resorption der Phospholipide . . . . .	425	16.10.5	Dickdarm und Kloake . . . . .	448
16.6.6.4	Resorption von Cholesterin . . . . .	426	16.10.6	Passage von Futter durch den Magen-Darm-Kanal . . . . .	449
16.6.6.5	Resorption von Gallensäuren . . . . .	426			
16.6.6.6	Störungen der Fettverdauung und -resorption . . . . .	426			
16.6.7	<b>Resorption der Mineralstoffe und Spurenelemente</b> . . . . .	427			
16.6.7.1	Resorption von Na <sup>+</sup> und Cl <sup>-</sup> . . . . .	427			
16.6.7.2	Resorption von K <sup>+</sup> . . . . .	428			
16.6.7.3	Resorption von Ca <sup>2+</sup> . . . . .	428			
16.6.7.4	Resorption von Mg <sup>2+</sup> . . . . .	429			



<b>17</b>	<b>Physiologische Aspekte der Leberfunktion</b> .....	451	<b>19</b>	<b>Wärmebilanz und Temperaturregulation</b> .....	476
	Herbert Fuhrmann, Hans-Peter Sallmann			Stephan Steinlechner	
<b>17.1</b>	<b>Stellung der Leber im Gesamtorganismus und Arbeitsteilung der Zellpopulationen</b> .	451	<b>19.1</b>	<b>Nomenklatur</b> .....	476
<b>17.2</b>	<b>Der Beitrag der Leber zur intestinalen Verdauung</b> .....	454	<b>19.2</b>	<b>Wärmebilanz</b> .....	477
<b>17.2.1</b>	<b>Synthese und Funktion der Gallensäuren</b> .	454	<b>19.2.1</b>	<b>Wärmeaustausch mit der Umgebung</b> .....	477
<b>17.2.2</b>	<b>Regulation der Gallenbildung und -sekretion</b> .....	455	<b>19.2.1.1</b>	<b>Konduktion</b> .....	477
<b>17.3</b>	<b>Die Leber im Intermediärstoffwechsel</b> ...	455	<b>19.2.1.2</b>	<b>Konvektion</b> .....	477
<b>17.3.1</b>	<b>Synthese und Funktion der Lipoproteine</b> ..	455	<b>19.2.1.3</b>	<b>Radiation</b> .....	478
<b>17.3.2</b>	<b>Gluconeogenese</b> .....	458	<b>19.2.1.4</b>	<b>Evaporation</b> .....	479
<b>17.3.3</b>	<b>Harnstoffsynthese</b> .....	460	<b>19.3</b>	<b>Temperaturfeld des Körpers</b> .....	479
<b>17.3.4</b>	<b>Ketogenese als Teilaspekt des Leberstoffwechsels bei Energiemangel</b> ....	462	<b>19.3.1</b>	<b>Kern und Schale</b> .....	479
<b>17.4</b>	<b>Beitrag der Leber zur Entgiftung</b> .....	462	<b>19.3.2</b>	<b>Natürliche Hirnkühlung</b> .....	479
<b>17.4.1</b>	<b>Biotransformation durch chemische Modifikation</b> .....	462	<b>19.3.3</b>	<b>Normalbereich der Körpertemperatur</b> ....	480
<b>17.4.2</b>	<b>Biotransformation durch Konjugation</b> ....	463	<b>19.4</b>	<b>Wärmebildung</b> .....	481
<b>17.4.3</b>	<b>Bildung der Gallenfarbstoffe</b> .....	463	<b>19.5</b>	<b>Wärmetransport</b> .....	482
<b>18</b>	<b>Energiehaushalt</b> .....	465	<b>19.5.1</b>	<b>Innerer Wärmetransport</b> .....	482
	Joachim Roth		<b>19.5.2</b>	<b>Äußerer Wärmetransport</b> .....	484
<b>18.1</b>	<b>Einführung</b> .....	465	<b>19.5.2.1</b>	<b>Strahlung</b> .....	484
<b>18.2</b>	<b>Energiegehalt der Nährstoffe</b> .....	467	<b>19.5.2.2</b>	<b>Unterhautfettgewebe, Haare und Federn</b> ..	485
<b>18.2.1</b>	<b>Messung des Energiegehalts der Nährstoffe</b> .....	467	<b>19.5.2.3</b>	<b>Evaporative Kühlung</b> .....	486
<b>18.2.2</b>	<b>Physikalische Brennwerte der Nährstoffe</b> ..	467	<b>19.5.3</b>	<b>Wärmespeicherung</b> .....	487
<b>18.2.3</b>	<b>Physiologische Brennwerte der Nährstoffe</b> .	467	<b>19.6</b>	<b>Verhalten</b> .....	487
<b>18.2.4</b>	<b>Nahrung als Energiequelle</b> .....	468	<b>19.7</b>	<b>Thermoregulation</b> .....	488
<b>18.3</b>	<b>Messung des Energieumsatzes</b> .....	468	<b>19.7.1</b>	<b>Thermoregulatorischer Regelkreis</b> .....	488
<b>18.3.1</b>	<b>Direkte Kalorimetrie</b> .....	468	<b>19.7.1.1</b>	<b>Periphere Thermosensitivität</b> .....	489
<b>18.3.2</b>	<b>Indirekte Kalorimetrie</b> .....	469	<b>19.7.1.2</b>	<b>Zentrale Thermosensitivität</b> .....	489
<b>18.4</b>	<b>Einflüsse auf den Energieumsatz</b> .....	471	<b>19.7.2</b>	<b>Hypothermie und Hyperthermie</b> .....	490
<b>18.4.1</b>	<b>Grundumsatz</b> .....	471	<b>19.7.3</b>	<b>Fieber</b> .....	491
<b>18.4.2</b>	<b>Erhaltungsumsatz</b> .....	471	<b>19.7.4</b>	<b>Torpor und Winterschlaf</b> .....	491
<b>18.4.3</b>	<b>Leistungsumsatz</b> .....	472	<b>20</b>	<b>Arbeitsphysiologie unter besonderer Berücksichtigung des Pferdeleistungssports</b> .....	494
<b>18.5</b>	<b>Energieumsatz und Körpergröße</b> .....	472		Wolfgang von Engelhardt	
<b>18.6</b>	<b>Pathophysiologische Aspekte</b> .....	474	<b>20.1</b>	<b>Der arbeitende Muskel</b> .....	494
<b>18.7</b>	<b>Regulation des Energieumsatzes</b> .....	474	<b>20.1.1</b>	<b>Energiestoffwechsel des arbeitenden Muskels</b> .....	494
<b>18.7.1</b>	<b>Regulation des Energieumsatzes</b> .....	474	<b>20.1.2</b>	<b>Sauerstoffdefizit bei Arbeitsbeginn und Sauerstoffschuld nach Belastungsende</b> ....	495
<b>18.7.2</b>	<b>Energieumsatz und Temperaturregulation</b> .....	475	<b>20.1.3</b>	<b>Woher kommt das benötigte ATP bei den verschiedenen Leistungsprüfungen der Pferde?</b> .....	496
			<b>20.1.4</b>	<b>Muskelfasertypen</b> .....	496
			<b>20.2</b>	<b>Aerober Stoffwechsel und Ausdauer</b> .....	497
			<b>20.2.1</b>	<b>Sauerstoffaufnahme, Ruheumsatz und Arbeitsumsatz</b> .....	497
			<b>20.2.2</b>	<b>Atmung und Synchronisation der Atmung durch die Fußungsfrequenz im Galopp</b> .....	499

20.2.3	Können Pferde durch Veränderung der Laufgeschwindigkeiten den Wirkungsgrad der Arbeit optimieren? .....	501	21.2.3.1	Gastrointestinale Hormone .....	528
20.2.4	Herzschlagfrequenz, Herzleistung und arterieller Blutdruck .....	501	21.2.3.2	Niere .....	529
20.2.5	Hämoglobinkonzentration und Sauerstofftransportkapazität des Blutes ...	503	21.2.3.3	Thymus .....	530
20.2.6	Muskeldurchblutung .....	503	21.2.3.4	Herz .....	530
20.3	Anaerober Stoffwechsel, Ermüdung und Blutlactatkonzentrationen .....	503	21.2.3.5	Leber .....	530
20.4	Thermoregulation und Schweißsekretion .....	504	21.2.3.6	Fettgewebe .....	530
20.5	Einfluss des Trainings auf den aeroben Stoffwechsel, auf Herz und Kreislauf und die Thermoregulation .....	505	21.2.3.7	Placenta .....	531
20.5.1	Hämoglobinkonzentration und Sauerstofftransportkapazität .....	505	21.2.4	Mediatorstoffe .....	532
20.5.2	Herzgröße, Schlagvolumen und Herzschlagfrequenz .....	505	21.2.4.1	Serotonin .....	532
20.5.3	Sauerstoffaufnahme .....	506	21.2.4.2	Histamin .....	533
20.5.4	Ermüdung des Muskels .....	506	21.2.4.3	Plasmakinine .....	533
20.5.5	Schweißsekretion und Thermoregulation ..	507	21.2.4.4	Eicosanoide .....	533
20.6	Beurteilung des Trainingszustandes und der Leistungsfähigkeit von Sportpferden ..	507	21.2.4.5	Cytokine .....	533
21	<b>Endokrinologie</b> .....	508	21.2.5	Pheromone .....	534
21.1	<b>Allgemeine Endokrinologie</b> .....	508	22	<b>Reproduktion</b> .....	535
	Burkhard Meinecke		22.1	<b>Reproduktion bei weiblichen Haussäugetieren</b> .....	535
21.1.1	Einleitung .....	508		Burkhard Meinecke	
21.1.2	Einteilung der Hormone .....	508	22.1.1	Reproduktionshormone .....	535
21.1.3	Rezeptorvermittelte Signalübertragung und Einteilung der Rezeptoren .....	509	22.1.2	Pubertät .....	541
21.1.3.1	Steroidhormonrezeptoren .....	509	22.1.3	Sexualzyklus .....	542
21.1.3.2	Hormonrezeptoren an der Zelloberfläche ..	511	22.1.3.1	Endokrine Steuerung des Sexualzyklus und der Ovulation .....	544
21.1.4	Hormonsekretion .....	513	22.1.3.2	Wachstumsdynamik der Ovarfollikel während des Sexualzyklus .....	547
21.1.4.1	Rückkopplungsmechanismen .....	513	22.1.3.3	Endokrine Steuerung der Follikelreifung ..	548
21.1.4.2	Endokrine Rhythmen .....	513	22.1.3.4	Ovulation und Corpus luteum .....	549
21.1.5	Messung von Hormonkonzentrationen in Körperflüssigkeiten .....	514	22.1.4	Gravidität .....	552
21.2	<b>Spezielle Endokrinologie</b> .....	515	22.1.4.1	Etablierung der Gravidität .....	552
	Erich Möstl		22.1.4.2	Signale des Embryos .....	552
21.2.1	Hypothalamus-Hypophysen-System .....	516	22.1.4.3	Maternale Hormone während der Gravidität .....	553
21.2.1.1	Neurohypophysäre Hormone .....	516	22.1.4.4	Placentastoffwechsel .....	555
21.2.1.2	Hypophysiotrope Hormone .....	516	22.1.4.5	Geburt .....	556
21.2.1.3	Hormone der Hypophyse .....	516	22.1.5	Reproduktionsbiologie .....	558
21.2.2	Glanduläre Hormone .....	520	22.1.5.1	Östrussynchronisation .....	558
21.2.2.1	Schilddrüse .....	520	22.1.5.2	Embryotransfer und assoziierte Biotechniken .....	558
21.2.2.2	Nebenschilddrüse .....	521	22.1.6	Saisonalität .....	559
21.2.2.3	C-Zellen der Schilddrüse bzw. Ultimobranchialkörper .....	522	22.2	<b>Reproduktion bei männlichen Haussäugetieren</b> .....	560
21.2.2.4	Pankreas .....	522		Christine Aurich, Edda Töpfer-Petersen	
21.2.2.5	Nebenniere .....	524	22.2.1	Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden-Achse .....	561
21.2.3	Gewebshormone .....	528	22.2.1.1	Aufbau der Hypothalamus-Hypophysen-Hoden-Achse .....	561
			22.2.1.2	Für die Fortpflanzungsfunktion beim männlichen Tier wichtige Hormone .....	563
			22.2.2	Spermatogenese und Sertolizellfunktion ..	567
			22.2.3	Sexualverhalten .....	569
			22.2.4	Reproduktionsbiotechnologie .....	570
			22.2.5	Saisonalität .....	570
			22.2.6	Physiologie der Befruchtung .....	571

22.2.6.1	Spermienreifung im Nebenhoden	572	23.6	Milchzusammensetzung bei verschiedenen Species	608
22.2.6.2	Seminalplasma und Ejakulation	573	23.7	Bedeutung der Muttermilch für die postnatale Entwicklung	609
22.2.6.3	Spermientransport und Speicherung im weiblichen Genitaltrakt	574	23.8	Synthese und Sekretion der Milch und ihrer Bestandteile	609
22.2.6.4	Spermienkapazitation	574	23.8.1	Synthese von Milchfett	611
22.2.6.5	Spermatozoon-Eizell-Interaktion und Akrosomreaktion	575	23.8.2	Synthese der Milchproteine	612
22.2.6.6	Spermatozoon-Eizell-Fusion und Polyspermieblock	576	23.8.3	Synthese von Lactose	613
22.2.7	Geschlechtsbestimmung	577	23.9	Energiestoffwechsel während der Laktation	614
22.2.7.1	Das chromosomale Geschlecht	577	23.10	Mastitis und Immunabwehr der Milchdrüse	614
22.2.7.2	Das gonadale Geschlecht	578	24	Steuerung der Nahrungsaufnahme	616
22.2.7.3	Der männliche Phänotypus	579	Wolfgang Langhans, Nori Geary, Thomas A. Lutz		
22.3	<b>Reproduktion beim Vogel</b>	580	24.1	Nahrungsaufnahme und Homöostase	616
	Rüdiger Gerstberger		24.2	Steuerung von Häufigkeit und Größe der Mahlzeiten	617
22.3.1	Weibliche Reproduktionsphysiologie	580	24.2.1	Allgemeines	617
22.3.1.1	Struktur und Funktion des Ovars	580	24.2.2	Orosensorische Signale	617
22.3.1.2	Struktur und Funktion des Oviduktes (Legedarms)	584	24.2.3	Gastrointestinale Signale	618
22.3.1.3	Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden-Achse	588	24.2.4	Pankreashormone	620
22.3.2	Männliche Reproduktionsphysiologie	591	24.3	Metabolische Signale	621
22.3.2.1	Struktur und Funktion des Hodens	591	24.3.1	Glucose	621
22.3.2.2	Spermiogenese	592	24.3.2	Fettsäuren	622
22.3.2.3	Steroidsynthese und hypothalamo-hypophysäre Kontrolle	592	24.3.3	Energiefluss	622
22.3.3	Fortpflanzung	593	24.3.4	Besonderheiten bei Wiederkäuern	622
22.3.3.1	Befruchtung und artifizielle Insemination	593	24.4	Adipositassignale	623
22.3.3.2	Paarungs- und Brutverhalten	594	24.5	Steuerung der Nahrungswahl	624
23	<b>Laktation</b>	597	24.6	Beteiligte Hirnareale	625
	Rupert Bruckmaier		24.6.1	Medulla oblongata	625
23.1	Bedeutung der Laktation für die Brutpflege	597	24.6.2	Hypothalamus	625
23.2	Evolutive Entwicklung der Milchdrüse und der Milch	597	24.6.3	Telencephalon	627
23.3	Anatomisch-histologischer Aufbau der Milchdrüse	598	24.7	Weitere Faktoren, welche die Nahrungsaufnahme beeinflussen	627
23.4	Entwicklungs- und Funktionsstadien der Milchdrüse und deren endokrine Steuerung	599	25	<b>Regulation der Glucosehomöostase bei Monogastriern und bei Wiederkäuern</b>	631
23.4.1	Mammogenese	599	Manfred Stangassinger		
23.4.2	Kolostrogenese	600	25.1	Allgemeine Charakteristika	631
23.4.3	Lactogenese	601	25.2	Situation bei Monogastriern	633
23.4.4	Galaktopoese	603	25.2.1	Glucoseverfügbarkeiten während einer kohlenhydrathaltigen Mahlzeit	633
23.5	Milchspeicherung und Milchejektion	604	25.2.2	Glucoseverfügbarkeiten zwischen den Mahlzeiten	634
23.5.1	Oxytocinfreisetzung und Milchejektion bei der Milchkuh	605			
23.5.2	Milchejektion bei Ziege, Schaf, Schwein und Pferd	608			
23.5.3	Pathophysiologie gestörter Milchejektion beim Rind	608			

25.2.3	Glucoseverfügbarkeiten im Hungerzustand	635	27.3	Knochenumbau	655
25.2.4	Koordinierung und Regulierung resorptiver und postresorptiver Glucoseverfügbarkeiten	636	27.4	Endokrine Regulation der Calciumhomöostase	656
25.2.4.1	Insulin – das Hormon des resorptiven „Überflusses“	637	27.4.1	Vitamin D	656
25.2.4.2	Glucagon – das Hormon der „Nährstoff-rückgewinnung“	639	27.4.2	Parathormon	657
25.2.4.3	Weitere hormonelle, insulin-antagonistische Wechselwirkungen	639	27.4.3	Calcitonin	658
25.3	Situation bei Wiederkäuern	640	27.5	Störungen der Calciumhomöostase	659
25.3.1	Resorptive und postresorptive Glucoseverfügbarkeiten und deren Regulation	641	27.5.1	Vitamin-D-Mangel	659
25.3.2	Glucoseverfügbarkeiten und deren Regulation bei hypoglykämischen Stoffwechsellagen	642	27.5.2	Hyperparathyreoidismus	659
25.3.3	Glucoseverfügbarkeiten und deren Regulation bei hyperglykämischen Stoffwechsellagen	643	27.5.3	Vitamin-D-Intoxikationen	660
25.3.4	Glucose-Homöorhese: Glucoseverfügbarkeiten und deren Regulation am Beispiel der Laktation	643	28	Vitamine	661
25.3.4.1	Metabolische Manifestation der Priorisierung des laktationsbedingten Glucoseverbrauches	644	Florian J. Schweigert		
25.3.4.2	Hormonelle Regulation der Priorisierung des laktationsbedingten Glucoseverbrauches	645	28.1	Einleitung	661
25.3.4.3	Das Fettgewebe als Initiator und Modulator einer „Laktations-Homöorhese“	646	28.1.1	Vitaminbedarf und Vitaminquellen	661
25.4	Störungen der Glucosehomöostase	647	28.1.2	Vitaminstoffwechsel	661
26	Physiologische Grenzen der Hochleistungskuh	648	28.2	Vitamine in der Genexpression	663
	Holger Martens, Gerhard Breves		28.2.1	Vitamin A und Carotinoide	663
26.1	Erhöhung der Milchproduktion und Abnahme der Nutzungsdauer	648	28.2.2	Vitamin D	664
26.2	Ernährungsphysiologische Leistungsparameter der Laktation	649	28.3	Vitamine mit Coenzymfunktion	666
26.3	Milchleistung – Reproduktion	651	28.3.1	Vitamin K	666
26.4	Negative Energiebilanz (NEB), Leberverfettung und Insulinresistenz	651	28.3.2	Vitamin B <sub>1</sub> (Thiamin)	667
26.5	Negative Energiebilanz (NEB) und Immunsystem	652	28.3.3	Vitamin B <sub>2</sub> (Riboflavin)	667
27	Knochen und Calciumhomöostase	653	28.3.4	Vitamin B <sub>6</sub> (Pyridoxin)	668
	Reinhold G. Erben		28.3.5	Vitamin B <sub>12</sub> (Cobalamin)	668
27.1	Funktion, Struktur und Zusammensetzung von Knochen	653	28.3.6	Folsäure	668
27.2	Zellen des Knochens	654	28.3.7	Biotin	669
			28.3.8	Niacin	669
			28.3.9	Pantothensäure	669
			28.4	Vitamine mit antioxidativen Eigenschaften	670
			28.4.1	Vitamin E (Tocopherol)	670
			28.4.2	Vitamin C (Ascorbinsäure)	671
			28.5	Vitaminähnliche Verbindungen	671
			29	Biologische Rhythmen	673
			Elmar Mohr		
			29.1	Was sind biologische Rhythmen?	673
			29.2	Welche Funktion haben biologische Rhythmen?	674
			29.3	Wie werden biologische Rhythmen gesteuert?	674
			29.3.1	Der endogene Schrittmacher	674
			29.3.2	Synchronisation endogener Rhythmen mit äußeren Bedingungen	674
			29.4	Die inneren Uhren	676
			29.4.1	Aufbau und Sitz „der inneren Uhr“	676
			29.4.2	Die Steuerung von lokalen Rhythmen	677
			29.5	Chronomedizin	677

<b>30</b>	<b>Physiologie und Verhalten</b> . . . . .	679	<b>31.2</b>	<b>Beurteilung des Wohlbefindens von Tieren</b>	686
	Hermann Bubna-Littitz		<b>31.3</b>	<b>Schmerzen, Leiden und Schäden</b> . . . . .	686
<b>30.1</b>	<b>Verhalten aus der Sicht biologischer Regulation</b> . . . . .	679	<b>31.4</b>	<b>Bedeutung physiologischer Kenntnisse im Tierschutz</b> . . . . .	687
<b>30.2</b>	<b>Angeborenes Verhalten (Instinkthandlungen)</b> . . . . .	680	<b>31.4.1</b>	<b>Leistungszucht beim landwirtschaftlichen Nutztier</b> . . . . .	688
<b>30.2.1</b>	<b>Kennzeichen angeborenen Verhaltens</b> . . . . .	680	<b>31.4.2</b>	<b>Qualzuchten bei Heim- und Begleittieren</b> . . . . .	689
<b>30.2.2</b>	<b>Angeborener Auslösemechanismus (AAM)</b>	680	<b>31.5</b>	<b>Tierschutz zwischen Ökonomie und Ökologie</b> . . . . .	689
<b>30.3</b>	<b>Erworbenes oder erlerntes Verhalten</b> . . . . .	681	<b>31.6</b>	<b>Tierschutz in Forschung und Lehre</b> . . . . .	690
<b>30.3.1</b>	<b>Genetisch bedingte Lerndisposition</b> . . . . .	681	<b>31.6.1</b>	<b>Tierversuche</b> . . . . .	690
<b>30.3.2</b>	<b>Habituation (Gewöhnung)</b> . . . . .	681	<b>31.6.2</b>	<b>Eingriffe und Behandlungen zur Aus-, Fort- oder Weiterbildung</b> . . . . .	691
<b>30.3.3</b>	<b>Prägung</b> . . . . .	681	<b>32</b>	<b>Messgrößen und Maßeinheiten</b> . . . . .	692
<b>30.3.4</b>	<b>Obligatorisches (verpflichtendes) Lernen</b> . . . . .	681		Wolfgang von Engelhardt	
<b>30.3.5</b>	<b>Lernen durch Observation (Tradition)</b> . . . . .	681		<b>Griechische Buchstaben, die im Rahmen der Physiologie häufig verwendet werden</b>	692
<b>30.3.6</b>	<b>Kinästhetisches Lernen (Lernen durch Bewegungswahrnehmung)</b> . . . . .	682		<b>Potenzen und Logarithmen</b> . . . . .	692
<b>30.3.7</b>	<b>Operante Konditionierung</b> . . . . .	682		<b>Internationales System der Einheiten (SI-System)</b> . . . . .	692
<b>30.3.8</b>	<b>Klassische Konditionierung (bedingter Reflex)</b> . . . . .	683		<b>Ältere Maßeinheiten</b> . . . . .	693
<b>30.4</b>	<b>Hormone und Verhalten</b> . . . . .	684		<b>Sachregister</b> . . . . .	694
<b>31</b>	<b>Physiologie und Tierschutz</b> . . . . .	685			
	Michael Erhard				
<b>31.1</b>	<b>Rechtliche Grundlagen des Tierschutzes in Deutschland</b> . . . . .	685			
<b>31.1.1</b>	<b>Grundgesetz</b> . . . . .	685			
<b>31.1.2</b>	<b>Tierschutzgesetz</b> . . . . .	685			