

Inhalt

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

4.2	Sensorische Funktionen des ZNS	54	5.3.2.1	Aufbau des Vestibularorgans	82
4.2.1	Somatovisceraler 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	5.4	Sehen	87
4.2.9	Sensorische Assoziationsfelder	59		Cornelia A. Deeg	
4.3	Motorische Funktionen des ZNS	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
4.4	Zentrale Organisation des vegetativen Nervensystems	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	5.5	Chemische Sinne: Geruchs- und Geschmackssinn	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
4.5	Blut-Hirn-Schranke	68	5.5.1.7	Olfaktorische Subsysteme	102
5	Sinnesphysiologie	71	5.5.2	Geschmackssinn	103
5.1	Grundlagen der Sinnesphysiologie	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			
5.2	Nozizeption und Schmerz	75	6	Vegetatives Nervensystem	108
	Holger Sann			Martin Diener	
5.2.1	Schmerz bei Tieren	75	6.1	Funktion des vegetativen Nervensystems	108
5.2.2	Periphere Mechanismen der Nozizeption ..	75	6.2	Bau des vegetativen Nervensystems	108
5.2.3	Zentrale Mechanismen der Nozizeption ...	76	6.3	Wirkungen von Sympathicus und Parasympathicus	111
5.2.4	Plastizität der Nozizeption	78			
5.2.5	Schmerzbehandlung	79			
5.3	Gleichgewicht und Hören	80			
	Heinz Breer				
5.3.1	Die sensorischen Systeme des Innenohrs ..	80			
5.3.2	Gleichgewichtssinn, Vestibularorgan	82			

Inhalt

6.4	Transmitter und Rezeptoren von Sympathicus und Parasympathicus	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	Das Herz ist sein eigener elektrischer Signalgeber	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	Interaktion mit dem Hormonsystem	115	8.2.3	Reizentstehung, Ausbreitung der Erregung und Hierarchie der Reizbildung	146
6.6	Vegetative Afferenzen	115	8.3	Aktionspotenzial und Kontraktion gehören zusammen	147
6.7	Vegetative Reflexe	116	8.3.1	Wie entstehen im Herzen das Ruhe- und Aktionspotenzial?	147
7	Muskulatur	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	Skelettmuskulatur	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	Calciumionen fungieren als Bindeglied zwischen Erregung und Kontraktion	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	Das Herz muss sich an viele verschiedene Situationen anpassen	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	Glatte Muskulatur	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	Herzmuskel im Vergleich mit Skelettmuskel und glatter Muskulatur ...	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	Herz	141			
	Johein Harmeyer, Ralf Tobias				
8.1	Bau und Funktion des Herzens	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 (Ultraschall Diagnostik)	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
9.1	Kreislaufsysteme und Gefäßwände	173	10	Blut	197
9.2	Biophysikalische Grundlagen der Hämodynamik	173	10.1	Funktionen des Blutes	197
9.2.1	Stromstärke, Druck, Widerstand	174		Max Gassmann, Thomas A. Lutz	
9.2.2	Strömungsformen	175	10.2	Flüssige Bestandteile des Blutes	197
9.2.3	Viskosität des Blutes	176		Max Gassmann, Thomas A. Lutz	
9.2.4	Dehnbarkeit der Blutgefäße	177	10.2.1	Blutplasma	197
			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

Inhalt

10.3.2.2	Hämoglobin und Sauerstofftransport	208	10.6	Blutgruppenantigene	237
10.3.2.3	Beziehungen der Erythrocytenparameter (Indices)	209	10.6.1	AB0-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	Blutstillung und Blutgerinnung	212	11	Atmung	241
	Bernd Kaspers, Thomas Göbel			Gerolf Gros	
10.4.1	Vasokonstriktion	212	11.1	Morphologische Grundlagen der Lungenatmung bei Säugern	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	Ventilation und Lungenvolumina	244
10.4.4	Pathophysiologie	219	11.2.1	Volumina und Kapazitäten	244
10.5	Immunabwehr	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	Atmungsmechanik	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	Gastransport im Blut	255
10.5.2.1	Natürliche Barrieren	221	11.4.1	Sauerstofftransport	256
10.5.2.2	Lösliche Faktoren	221	11.4.2	CO ₂ -Transport	260
10.5.2.3	Komplementsystem	222	11.5	Pulmonaler Gasaustausch	263
10.5.2.4	Opsonisierung und Phagocytose	223	11.6	Gewebeatmung (innere Atmung)	267
10.5.2.5	Blutzell differenzierung	224	11.6.1	O ₂ -Angebot und O ₂ -Verbrauch im Gewebe	267
10.5.2.6	Erkennung von Krankheitserregern durch Toll-like-Rezeptoren	224	11.6.2	Störungen der O ₂ -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	Regulation der Atmung	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	Vergleichende Pathophysiologie der Lungenfunktion der Haustiere	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 ⁺ -T-Helferzellen	235	11.9	Atmung bei Vögeln	274
10.5.3.10	Immunregulation	236	11.10	Atmung bei Fischen	277
10.5.4	Angeborene und erworbene Immunmechanismen kooperieren bei der Immunabwehr	236			

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

Inhalt

15.2.2	Wasserabgabe	326	16.3.1.7	Der Haubenrinnenreflex	356
15.3	Kompartimentierung des Körperwassers	326	16.3.1.8	Die Schichtung der Ingesta im Reticulorum	356
15.3.1	Zusammensetzung der Extrazellulär- und Intrazellulärflüssigkeit	327	16.3.1.9	Ingestapassage	357
15.3.2	Osmotische Gleichgewichte und Wasserbewegung	328	16.3.2	Motorik des einhöhligen Magens und des Labmagens	358
15.3.3	Wasserbewegung im anisotonen Milieu	328		Hansjörg Ehrlein	
15.3.4	Regulation des Flüssigkeitshaushaltes und der Osmolalität in der Extrazellulärflüssigkeit	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	Regulation der Magenmotorik und -entleerung	363
15.4	Störungen im Wasser- und NaCl-Haushalt	331	16.3.3	Motorik des Dünndarms	365
				Hansjörg Ehrlein	
16	Magen-Darm-Kanal	332	16.3.3.1	Elektrische Aktivität	365
16.1	Nahrungsaufnahme und Speichelsekretion	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	Interdigestive Motorik von Magen und Dünndarm	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	Motorik des Dickdarms	372
16.2	Enterisches Nervensystem und die Innervation des Magen-Darm-Traktes	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	Chymuspassage und Verweilzeit	377
16.2.2.1	Extrinsische Afferenzen und Efferenzen	345		Hansjörg Ehrlein	
16.2.2.2	Wirkungen des Parasympathicus	346	16.3.7	Pathophysiologische Aspekte	378
16.2.2.3	Wirkungen des Sympathicus	346		Hansjörg Ehrlein	
16.3	Motorik des Magen-Darm-Kanals	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	Funktionen der Vormägen	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 Funktionen des einhöhligen Magens	399	16.6.7.5 Resorption von Phosphat	429
Siegfried Wolfram, Erwin Scharrer		16.6.7.6 Resorption von Spurenelementen	430
16.5.1 Sekretorische Funktionen	399	16.6.8 Mikrobielle Aktivität im Dünndarm	431
16.5.1.1 Sekretion der Fundusdrüsen	400	16.7 Funktionen des Dickdarms	432
16.5.1.2 Sekretion der Cardia- und Pylorusdrüsen .	401	Gerhard Breves, Martin Diener	
16.5.2 Regulation der gastralen Sekretion	402	16.7.1 Volumen und Digestapassage	432
16.5.2.1 Regulation der HCl-Sekretion	402	16.7.2 Mikrobieller Stoffwechsel	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 Funktionen der Sekrete	404	16.7.2.4 Mikrobielle Vitaminsynthese	434
16.5.4 Mikrobielle Aktivität im Magen	405	16.7.3 Resorption und Sekretion	434
16.5.5 Resorptionsfunktion des Magens	405	16.7.3.1 Resorption anorganischer Ionen	435
16.6 Funktionen des Dünndarms und seiner Anhangsdrüsen	405	16.7.3.2 Sekretion anorganischer Ionen	436
Siegfried Wolfram, Erwin Scharrer		16.7.3.3 Wassertransport	437
16.6.1 Sekretion des Dünndarms	405	16.7.3.4 Intra- und extrazelluläre Regulation des Elektrolyttransportes	437
16.6.2 Exokrines Pankreas (Bauchspeicheldrüse) .	408	16.7.3.5 Resorption organischer Ionen	438
16.6.3 Galle und Funktion der Gallenblase	411	16.8 Pathophysiologie der Diarrhoe	439
16.6.4 Verdauung und Resorption der Kohlenhydrate	414	Martin Kasse	
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 Tierartliche Unterschiede	415	16.9 Vergleichende Aspekte der Vormagen- und Dickdarmverdauung	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 Dickdarmverdauern	444
16.6.5 Verdauung und Resorption der Proteine ..	418	16.9.2 Vor- und Nachteile von Vormagen- und Dickdarmverdauern 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 Dickdarmverdauern ..	445
16.6.5.2 Resorption von Aminosäuren	419	16.9.4 Körpermasse bei Vormagen- und Dickdarmverdauern	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 Besonderheiten der Verdauung bei Vögeln 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 Verdauung und Resorption der Fette	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 Resorption der Mineralstoffe und Spurenelemente	427		
16.6.7.1 Resorption von Na ⁺ und Cl ⁻	427		
16.6.7.2 Resorption von K ⁺	428		
16.6.7.3 Resorption von Ca ²⁺	428		
16.6.7.4 Resorption von Mg ²⁺	429		

17	Physiologische Aspekte der Leberfunktion	451	19	Wärmebilanz und Temperaturregulation	476
	Herbert Fuhrmann, Hans-Peter Sallmann			Stephan Steinlechner	
17.1	Stellung der Leber im Gesamtorganismus und Arbeitsteilung der Zellpopulationen .	451	19.1	Nomenklatur	476
17.2	Der Beitrag der Leber zur intestinalen Verdauung	454	19.2	Wärmebilanz	477
17.2.1	Synthese und Funktion der Gallensäuren .	454	19.2.1	Wärmeaustausch mit der Umgebung	477
17.2.2	Regulation der Gallenbildung und -sekretion	455	19.2.1.1	Konduktion	477
17.3	Die Leber im Intermediärstoffwechsel ...	455	19.2.1.2	Konvektion	477
17.3.1	Synthese und Funktion der Lipoproteine ..	455	19.2.1.3	Radiation	478
17.3.2	Gluconeogenese	458	19.2.1.4	Evaporation	479
17.3.3	Harnstoffsynthese	460	19.3	Temperaturfeld des Körpers	479
17.3.4	Ketogenese als Teilaspekt des Leberstoffwechsels bei Energiemangel	462	19.3.1	Kern und Schale	479
17.4	Beitrag der Leber zur Entgiftung	462	19.3.2	Natürliche Hirnkühlung	479
17.4.1	Biotransformation durch chemische Modifikation	462	19.3.3	Normalbereich der Körpertemperatur	480
17.4.2	Biotransformation durch Konjugation	463	19.4	Wärmebildung	481
17.4.3	Bildung der Gallenfarbstoffe	463	19.5	Wärmetransport	482
18	Energiehaushalt	465	19.5.1	Innerer Wärmetransport	482
	Markus Rodehutschord, Hanspeter Petry		19.5.2	Äußerer Wärmetransport	484
18.1	Einführung	465	19.5.2.1	Strahlung	484
18.2	Energiegehalt (physikalischer Brennwert) der Nährstoffe	466	19.5.2.2	Unterhautfettgewebe, Haare und Federn ..	485
18.2.1	Messung des physikalischen Brennwertes .	466	19.5.2.3	Evaporative Kühlung	486
18.2.2	Kohlenhydrate	466	19.5.3	Wärmespeicherung	487
18.2.3	Fette	466	19.6	Verhalten	487
18.2.4	Proteine	466	19.7	Thermoregulation	488
18.2.5	Physiologischer Brennwert	467	19.7.1	Thermoregulatorischer Regelkreis	488
18.3	Nahrung als Energiequelle	467	19.7.1.1	Periphere Thermosensitivität	489
18.4	Messung der Wärmeabgabe	469	19.7.1.2	Zentrale Thermosensitivität	489
18.4.1	Direkte Kalorimetrie	469	19.7.2	Hypothermie und Hyperthermie	490
18.4.2	Indirekte Kalorimetrie	469	19.7.3	Fieber	491
18.5	Respiratorischer Quotient	470	19.7.4	Torpor und Winterschlaf	491
18.6	Energieumsatz	471	20	Arbeitsphysiologie unter besonderer Berücksichtigung des Pferdeleistungssports	494
18.6.1	Grundumsatz	471		Wolfgang von Engelhardt	
18.6.2	Beziehung zwischen Grundumsatz und Körpergröße	471	20.1	Der arbeitende Muskel	494
18.6.2.1	Einfluss von Körpermasse und Körperoberfläche	471	20.1.1	Energiestoffwechsel des arbeitenden Muskels	494
18.6.2.2	Allometrische Umsatzformeln	473	20.1.2	Sauerstoffdefizit bei Arbeitsbeginn und Sauerstoffschuld nach Belastungsende	495
18.6.3	Erhaltungsumsatz	473	20.1.3	Woher kommt das benötigte ATP bei den verschiedenen Leistungsprüfungen der Pferde?	496
18.6.4	Leistungsumsatz	474	20.1.4	Muskelfasertypen	496
18.7	Deckung des Energiebedarfs im Hunger .	475	20.2	Aerober Stoffwechsel und Ausdauer	497
			20.2.1	Sauerstoffaufnahme, Ruheumsatz und Arbeitsumsatz	497
			20.2.2	Atmung und Synchronisation der Atmung durch die Fußungsfrequenz im Galopp	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
			21.2.5	Pheromone	534
21	Endokrinologie	508	22	Reproduktion	535
21.1	Allgemeine Endokrinologie	508	22.1	Reproduktion bei weiblichen Haussäugetieren	535
	Burkhard Meinecke			Burkhard Meinecke	
21.1.1	Einleitung	508	22.1.1	Reproduktionshormone	535
21.1.2	Einteilung der Hormone	508	22.1.2	Pubertät	541
21.1.3	Rezeptorvermittelte Signalübertragung und Einteilung der Rezeptoren	509	22.1.3	Sexualzyklus	542
21.1.3.1	Steroidhormonrezeptoren	509	22.1.3.1	Endokrine Steuerung des Sexualzyklus und der Ovulation	544
21.1.3.2	Hormonrezeptoren an der Zelloberfläche	511	22.1.3.2	Wachstumsdynamik der Ovarfollikel während des Sexualzyklus	547
21.1.4	Hormonsekretion	513	22.1.3.3	Endokrine Steuerung der Follikelreifung	548
21.1.4.1	Rückkopplungsmechanismen	513	22.1.3.4	Ovulation und Corpus luteum	549
21.1.4.2	Endokrine Rhythmen	513	22.1.4	Gravidität	552
21.1.5	Messung von Hormonkonzentrationen in Körperflüssigkeiten	514	22.1.4.1	Etablierung der Gravidität	552
21.2	Spezielle Endokrinologie	515	22.1.4.2	Signale des Embryos	552
	Erich Möstl		22.1.4.3	Maternale Hormone während der Gravidität	553
21.2.1	Hypothalamus-Hypophysen-System	516	22.1.4.4	Placentastoffwechsel	555
21.2.1.1	Neurohypophysäre Hormone	516	22.1.4.5	Geburt	556
21.2.1.2	Hypophyseotrope Hormone	516	22.1.5	Reproduktionsbiologie	558
21.2.1.3	Hormone der Hypophyse	516	22.1.5.1	Östrussynchronisation	558
21.2.2	Glanduläre Hormone	520	22.1.5.2	Embryotransfer und assoziierte Biotechniken	558
21.2.2.1	Schilddrüse	520	22.1.6	Saisonalität	559
21.2.2.2	Nebenschilddrüse	521	22.2	Reproduktion bei männlichen Haussäugetieren	560
21.2.2.3	G-Zellen der Schilddrüse bzw. Ultimobranchialkörper	522		Christine Aurich, Edda Töpfer-Petersen	
21.2.2.4	Pankreas	522	22.2.1	Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden-Achse	561
21.2.2.5	Nebenniere	524	22.2.1.1	Aufbau der Hypothalamus-Hypophysen-Hoden-Achse	561
21.2.3	Gewebshormone	528	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

Inhalt

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			
22.2.7.3	Der männliche Phänotypus	579			
22.3	Reproduktion beim Vogel	580	24	Steuerung der Nahrungsaufnahme ..	616
	Rüdiger Gerstberger			Wolfgang Langhans, Nori Geary, Thomas A. Lutz	
22.3.1	Weibliche Reproduktionsphysiologie	580	24.1	Nahrungsaufnahme und Homöostase ...	616
22.3.1.1	Struktur und Funktion des Ovars	580	24.2	Steuerung von Häufigkeit und Größe der Mahlzeiten	617
22.3.1.2	Struktur und Funktion des Oviduktes (Legedarms)	584	24.2.1	Allgemeines	617
22.3.1.3	Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden-Achse	588	24.2.2	Orosensorische Signale	617
22.3.2	Männliche Reproduktionsphysiologie	591	24.2.3	Gastrointestinale Signale	618
22.3.2.1	Struktur und Funktion des Hodens	591	24.2.4	Pankreashormone	620
22.3.2.2	Spermiogenese	592	24.3	Metabolische Signale	621
22.3.2.3	Steroidsynthese und hypothalamo-hypophysäre Kontrolle	592	24.3.1	Glucose	621
22.3.3	Fortpflanzung	593	24.3.2	Fettsäuren	622
22.3.3.1	Befruchtung und artifizielle Insemination ..	593	24.3.3	Energiefluss	622
22.3.3.2	Paarungs- und Brutverhalten	594	24.3.4	Besonderheiten bei Wiederkäuern	622
23	Laktation	597	24.4	Adipositassignale	623
	Rupert Bruckmaier		24.5	Steuerung der Nahrungswahl	624
23.1	Bedeutung der Laktation für die Brutpflege	597	24.6	Beteiligte Hirnareale	625
23.2	Evolutive Entwicklung der Milchdrüse und der Milch	597	24.6.1	Medulla oblongata	625
23.3	Anatomisch-histologischer Aufbau der Milchdrüse	598	24.6.2	Hypothalamus	625
23.4	Entwicklungs- und Funktionsstadien der Milchdrüse und deren endokrine Steuerung	599	24.6.3	Telencephalon	627
23.4.1	Mammogenese	599	24.7	Weitere Faktoren, welche die Nahrungsaufnahme beeinflussen	627
23.4.2	Kolostrogenerese	600	25	Regulation der Glucosehomöostase bei Monogastriern und bei Wiederkäuern	631
23.4.3	Lactogenese	601		Manfred Stangassinger	
23.4.4	Galaktopoesis	603	25.1	Allgemeine Charakteristika	631
23.5	Milchspeicherung und Milchejektion	604	25.2	Situation bei Monogastriern	633
23.5.1	Oxytocinfreisetzung und Milchejektion bei der Milchkuh	605	25.2.1	Glucoseverfügbarkeiten während einer kohlenhydrathaltigen Mahlzeit	633
23.5.2	Milchejektion bei Ziege, Schaf, Schwein und Pferd	608	25.2.2	Glucoseverfügbarkeiten zwischen den Mahlzeiten	634
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 „Nährstoffrückgewinnung“	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 ₁ (Thiamin)	667
26.5	Negative Energiebilanz (NEB) und Immunsystem	652	28.3.3	Vitamin B ₂ (Riboflavin)	667
27	Knochen und Calciumhomöostase	653	28.3.4	Vitamin B ₆ (Pyridoxin)	668
	Reinhold G. Erben		28.3.5	Vitamin B ₁₂ (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

Inhalt

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