

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Physiologie und Zellphysiologie	1	2.3.5	Blutkörperchensenkungs- geschwindigkeit	24
1.1	Wegweiser	1	2.4	Blutplasma	24
1.2	Physiologische Maßeinheiten	2	2.4.1	Plasmaproteine	24
1.2.1	Druck, Arbeit, Leistung	2	2.4.2	Pathophysiologie	26
1.2.2	Stoffmenge und Konzentration	2	2.5	Hämostase und Fibrinolyse	27
1.3	Osmose	3	2.5.1	Thrombozyten	27
1.3.1	Definition	3	2.5.2	Hämostase	27
1.3.2	Osmotischer Druck	3	2.5.3	Fibrinolyse	34
1.3.3	Kolloidosmotischer Druck	4	2.6	Abwehrsysteme und zelluläre Identität	35
1.4	Stofftransport	4	2.6.1	Unspezifisches Abwehrsystem	35
1.4.1	Stofftransport in Gasen und Flüssigkeiten	4	2.6.2	Zytokine	40
1.4.2	Stofftransport durch Membranen	4	2.6.3	Spezifisches Abwehrsystem	41
1.4.3	Stofftransport in Zellen	11	2.6.4	Blutgruppen	46
1.5	Zellorganisation	13	2.6.5	Pathophysiologie	48
1.5.1	Funktionelle Kompartimentierung	13	3	Herz	51
1.5.2	Histokompatibilitätsantigene	14	3.1	Wegweiser	51
1.5.3	Zelluntergang: Apoptose und Nekrose	14	3.2	Elektrophysiologie des Herzens	52
1.6	Informationsübermittlung zwischen Zellen	15	3.2.1	Ruhemembran- und Aktionspotenzial der Herzmuskelzelle	52
1.7	Signaltransduktion	15	3.2.2	Erregungsbildung und Erregungsleitung	55
1.7.1	cAMP-System	15	3.2.3	Elektromechanische Kopplung	59
1.7.2	IP ₃ -System	17	3.3	Elektrokardiogramm	61
1.7.3	Stickstoffmonoxid/cGMP	18	3.3.1	Nomenklatur und Normwerte des EKG	61
2	Blut und Immunsystem	19	3.3.2	Entstehung des EKG	63
2.1	Wegweiser	19	3.3.3	Vektorkardiografie	65
2.2	Blut	19	3.3.4	Ableitungsformen des EKG	66
2.2.1	Blutvolumen	20	3.3.5	Lagetypen des Herzens	68
2.2.2	Aufgaben des Blutes	20	3.3.6	Pathologisches EKG	69
2.2.3	Blutbestandteile	20	3.3.7	Blockbildungen	72
2.3	Erythrozyten	20	3.4	Herzmechanik	73
2.3.1	Grundlagen	20	3.4.1	Phasen der Herztätigkeit	73
2.3.2	Erythrozytenbildung	21	3.4.2	Ventilebenenmechanismus	75
2.3.3	Anämien	22	3.4.3	Äußere Zeichen der Herztätigkeit	75
2.3.4	Osmotische Phänomene	23	3.4.4	Herzdynamik	76
			3.4.5	Herzarbeit	79

3.5	Ernährung des Herzens	79	5	Atmung	127
3.5.1	Koronardurchblutung	79	5.1	Wegweiser	127
3.5.2	Energieumsatz	81	5.2	Nichtrespiratorische Lungenfunktionen	128
3.6	Steuerung der Herztätigkeit	81	5.2.1	Schutzreflexe der Atemwege	128
3.6.1	Frank-Starling-Mechanismus	81	5.2.2	Reinigungsfunktion der Atemwege	128
3.6.2	Herznerven	82	5.2.3	Metabolische Funktionen der Lunge	129
3.7	Pathophysiologie	86	5.3	Physikalische Grundlagen	129
3.7.1	Herzinsuffizienz	86	5.3.1	Ideales Gasgesetz	129
3.7.2	Klappenfehler	86	5.3.2	Volumenmessbedingungen	129
4	Blutkreislauf	89	5.3.3	Zusammensetzung der atmosphärischen Luft	130
4.1	Wegweiser	89	5.4	Atemmechanik	130
4.2	Grundlagen	90	5.4.1	Lungenvolumina und Statik des Atemapparats	130
4.2.1	Funktionelle Abschnitte des Gefäßsystems	90	5.4.2	Dynamik des Atemapparats	134
4.2.2	Hämodynamik und Gefäßeigenschaften	91	5.4.3	Künstliche Beatmung	137
4.3	Hochdrucksystem	98	5.5	Gasaustausch	138
4.3.1	Charakteristika des arteriellen Gefäßbettes	98	5.5.1	Ventilation	138
4.3.2	Systemarterieller Druck	100	5.5.2	Diffusion	140
4.3.3	Blutdruckregulation	103	5.5.3	Perfusion und Verteilung	142
4.3.4	Pathophysiologie	109	5.5.4	Pathophysiologie	143
4.4	Niederdrucksystem	111	5.6	Atemgastransport im Blut	144
4.4.1	Druckverhältnisse im Venensystem	111	5.6.1	Grundlagen	144
4.4.2	Pathophysiologie: Venenklappeninsuffizienz	114	5.6.2	Sauerstofftransport im Blut	145
4.5	Gewebedurchblutung	114	5.6.3	CO ₂ -Transport im Blut	149
4.5.1	Mikrozirkulation	114	5.7	Atmungsregulation	151
4.5.2	Regulation der regionalen Durchblutung	118	5.7.1	Atemzentren und Atemreize	151
4.6	Organkreisläufe	121	5.7.2	Normale und pathologische Atmungsformen	153
4.6.1	Lunge	121	5.8	Atmung unter speziellen Bedingungen	154
4.6.2	Gehirn	122	5.8.1	Höhenphysiologie	154
4.6.3	Haut	122	5.8.2	Tauchphysiologie	155
4.6.4	Skelettmuskel	123	5.9	Gewebeatmung	156
4.6.5	Splanchnikusgebiet	123	5.9.1	Sauerstoffverbrauch	156
4.7	Fetaler und plazentarer Kreislauf	124	5.9.2	Gasaustausch im Gewebe	157
4.7.1	Organisation	124	5.9.3	Störungen der Gewebeatmung	157
4.7.2	Umstellungen nach der Geburt	125			

5.10	Säure-Basen-Gleichgewicht und Pufferung	159	7.4.1	Grundlagen der gastrointestinalen Sekretion	184
5.10.1	H ⁺ -Ionen und Pufferung	159	7.4.2	Speicheldrüsen	185
5.10.2	Säure-Basen-Haushalt	161	7.4.3	Magen	186
6	Arbeits- und Leistungsphysiologie	165	7.4.4	Pankreas	190
6.1	Wegweiser	165	7.4.5	Leber und Galle	191
6.2	Umstellungsreaktionen bei gesteigerter Muskeltätigkeit	165	7.4.6	Dünn- und Dickdarmsekrete, Darmflora, Stuhl	193
6.2.1	Muskelstoffwechsel	165	7.4.7	Pathophysiologie: Gallensteine	194
6.2.2	Herz und Kreislauf	167	7.5	Aufschluss der Nahrung	194
6.2.3	Atmung	168	7.5.1	Kohlenhydrate	194
6.2.4	Stoffwechsel	169	7.5.2	Proteine	194
6.3	Leistungsdiagnostik und Grenzen der Leistungsfähigkeit	170	7.5.3	Lipide	195
6.3.1	Leistungsdiagnostik	170	7.6	Nahrungsresorption	195
6.3.2	Grenzen der Leistungsfähigkeit	170	7.6.1	Gastrointestinaler Transport	195
6.4	Ermüdung und Erholung	171	7.6.2	Monosaccharide	196
6.4.1	Physische Ermüdung	171	7.6.3	Aminosäuren und Oligopeptide	196
6.4.2	Psychische Ermüdung	171	7.6.4	Lipide	197
6.5	Training	171	7.6.5	Wasser und Elektrolyte	198
6.5.1	Ausdauertraining	171	7.7	Humorale Steuerung der Magen-Darm-Funktion	199
6.5.2	Krafttraining	172	8	Energie- und Wärmehaushalt ..	203
7	Ernährung, Verdauungstrakt, Leber	173	8.1	Wegweiser	203
7.1	Wegweiser	173	8.2	Energiehaushalt	203
7.2	Ernährung	174	8.2.1	Energieumsatz der Zelle	203
7.2.1	Nahrungsmittel	174	8.2.2	Energieumsatz des Organismus	203
7.2.2	Inadäquate Ernährung	178	8.2.3	Ermittlung des Energieumsatzes	205
7.2.3	Parenterale Ernährung	179	8.2.4	Kalorimetrie	206
7.3	Motorik des Magen-Darm-Trakts	180	8.3	Wärmehaushalt	206
7.3.1	Nervale Steuerung	180	8.3.1	Körpertemperatur	206
7.3.2	Grundtypen gastrointestinaler Motilität	180	8.3.2	Wärmebildung	207
7.3.3	Kauen und Schlucken	180	8.3.3	Wärmeabgabe	208
7.3.4	Magenmotorik	181	8.3.4	Temperaturregulation	209
7.3.5	Erbrechen	182	8.3.5	Akklimatisation	212
7.3.6	Dünn- und Dickdarm	182	9	Wasser- und Elektrolythaushalt, Nierenfunktion	213
7.3.7	Ileus	184	9.1	Wegweiser	213
7.4	Sekretion	184	9.2	Wasser- und Elektrolythaushalt	213
			9.2.1	Wasserbestand und Verteilungsräume	213

XII Inhaltsverzeichnis

9.2.2	Regulation der Wasseraufnahme und -ausscheidung	214	10.7	Endokrines Pankreas	263
9.2.3	Störungen des Wasserhaushalts und Gegenregulationsmaßnahmen	215	10.7.1	Insulin	263
9.2.4	Elektrolythaushalt	217	10.7.2	Glucagon	266
9.3	Niere	218	10.7.3	Somatostatin	266
9.3.1	Bau und Funktion	218	10.8	Sonstige Hormone	267
9.3.2	Regulation der Nierendurchblutung	220	10.8.1	Diffuses neuroendokrines System	267
9.3.3	Glomeruläre Filtration	222	10.8.2	Histamin, Serotonin	268
9.3.4	Tubulärer Transport	224	10.8.3	Erythropoetin	268
9.3.5	Renale Regulation des Säure-Basen-Haushalts	238	10.8.4	Natriuretische Peptide	268
9.3.6	Beurteilung der Nierenfunktion	240	10.8.5	Prostaglandine	269
10	Hormonale Regulation	243	10.8.6	Hormone der Fettgewebszellen	270
10.1	Wegweiser	244	10.8.7	Melatonin	270
10.2	Grundlagen	244	11	Sexualentwicklung, Reproduktionsphysiologie und Alter	273
10.2.1	Einteilung der Hormone	244	11.1	Wegweiser	273
10.2.2	Hormonrezeptoren	244	11.2	Weibliche Sexualhormone	274
10.2.3	Hormontransport und Hormonabbau	246	11.3	Menstruationszyklus	274
10.2.4	Regelkreise	247	11.3.1	Zeitlicher Ablauf	274
10.3	Hypothalamus und Hypophyse	247	11.3.2	Zyklische Veränderungen	275
10.3.1	Neuroendokrines System	247	11.3.3	Hormonelle Steuerung im Hypothalamus	276
10.3.2	Hypophysenvorderlappen (Adenohypophyse)	248	11.3.4	Kontrazeption	276
10.3.3	Hypophysenhinterlappen (Neurohypophyse)	254	11.4	Hodenfunktion	277
10.4	Schilddrüse	255	11.4.1	Testosteronwirkung	277
10.4.1	Wirkungen und Regulation	255	11.4.2	Regulation der Testosteronbildung	278
10.4.2	Synthese und Transport der Schilddrüsenhormone	256	11.4.3	Testosteronumwandlung	279
10.5	Nebenniere	257	11.4.4	Spermienproduktion	279
10.5.1	Funktionelle Anatomie	257	11.5	Kohabitation	279
10.5.2	Mineralocorticoide	257	11.5.1	Genitalreflexe bei der Frau	279
10.5.3	Glucocorticoide	259	11.5.2	Genitalreflexe beim Mann	280
10.5.4	Androgene der Nebenniere	260	11.6	Schwangerschaft	281
10.6	Calciumhaushalt	260	11.6.1	Befruchtung und Implantation	281
10.6.1	Parathormon	261	11.6.2	Choriongonadotropin	282
10.6.2	Calcitonin	261	11.6.3	Humanes plazentares Laktogen (hPL)	282
10.6.3	Calcitriol	262	11.6.4	Plazenta	283
			11.6.5	Veränderungen von Herz-Kreislauf und Atmung	283

11.7	Laktation	283	12.6	Funktionsprinzipien sensorischer Systeme	308
11.8	Sexuelle Differenzierung	284	12.6.1	Sensoren	308
11.8.1	Differenzierung der Gonadenanlage	284	12.6.2	Reizkodierung und rezeptive Felder	310
11.8.2	Differenzierung des somatischen Geschlechts	284	12.6.3	Adaptation	310
11.8.3	Differenzierung der äußeren Genitalien und des Sinus urogenitalis	285	12.6.4	Empfindung und Wahrnehmung	311
11.9	Alter	285	13	Muskelphysiologie	313
11.9.1	Demografie	285	13.1	Wegweiser	313
11.9.2	Ursachen des Alterns	286	13.2	Quergestreifte Muskulatur	314
11.9.3	Organveränderungen	287	13.2.1	Feinbau der Skelettmuskulatur	314
12	Funktionsprinzipien des Nervensystems	291	13.2.2	Elektromechanische Kopplung	317
12.1	Wegweiser	291	13.2.3	Kontraktionsmechanismus	318
12.2	Ruhemembranpotenzial	292	13.2.4	Muskelmechanik	321
12.2.1	Einflussfaktoren	292	13.2.5	Typen und Trophik der Skelettmuskulatur	326
12.2.2	Entstehung des Ruhemembranpotenzials	293	13.2.6	Grundzüge der Pathophysiologie am Skelettmuskel	327
12.2.3	Berechnung von Gleichgewichts- und Ruhepotenzial	294	13.3	Glatte Muskulatur	328
12.3	Signalübertragung in Zellen	294	13.3.1	Feinbau der glatten Muskulatur	328
12.3.1	Funktionelle Anatomie	294	13.3.2	Kontraktionsauslösung	330
12.3.2	Elektrotonische Erregungsausbreitung	295	13.3.3	Kontraktionsablauf	330
12.3.3	Aktionspotenzial	296	14	Vegetatives Nervensystem	335
12.3.4	Fortleitung des Aktionspotenzials	298	14.1	Wegweiser	335
12.3.5	Elektrische Reizung	299	14.2	Morphologische Grundlagen	336
12.4	Signalübertragung zwischen Zellen	300	14.2.1	Zentraler Anteil	336
12.4.1	Synapsen	300	14.2.2	Peripherer Anteil	336
12.4.2	Transmitter	300	14.3	Signalübertragung	338
12.4.3	Erregungsübertragung an der motorischen Endplatte	303	14.3.1	Prä- und postganglionäre Transmitter	338
12.4.4	Postsynaptische Potenziale	305	14.3.2	Rezeptortypen	339
12.4.5	Synaptische Plastizität	306	14.3.3	Zelluläre Mechanismen der Rezeptorwirkung	343
12.5	Signalverarbeitung im Nervensystem	306	14.3.4	Kontrolle der Transmitterfreisetzung	343
12.5.1	Elementarmechanismen	306	14.3.5	Abbau der Transmittersubstanzen	344
12.5.2	Erregungsvorgänge in kleinen neuronalen Netzen	307	14.3.6	Nebennierenmark	344
			14.4	Funktionelle Organisation	346
			14.4.1	Vegetative Reflexe	346
			14.4.2	Vegetative Steuerung der Organfunktionen	346

14.4.3	Pathophysiologie: Vegetative Folgen der Querschnittslähmung	349	16.3	Temperatursinn	381
15	Motorik	351	16.3.1	Thermosensoren	381
15.1	Wegweiser	351	16.3.2	Temperaturempfindungen	382
15.2	Spinale Motorik	351	16.4	Nozizeption	382
15.2.1	Muskelspindeln	352	16.4.1	Nozizeptoren	382
15.2.2	Andere Sensoren	353	16.4.2	Schmerzempfindung	384
15.2.3	Motoneurone	354	16.4.3	Schmerzbewertung	384
15.2.4	Reflexe	355	16.4.4	Spezielle Schmerzformen	385
15.2.5	Pathophysiologie: Querschnittslähmung	360	16.4.5	Störungen der Schmerzempfindung	386
15.3	Hirnstammmotorik	360	16.4.6	Schmerztherapie	386
15.3.1	Funktionelle Anatomie	360	16.5	Juckreiz	387
15.3.2	Motorische Funktionen des Hirnstamms	361	16.5.1	Sensoren des Juckreizes	388
15.3.3	Pathophysiologie	363	16.5.2	Hemmung des Juckreizes	388
15.4	Basalganglien	363	16.6	Tiefensensibilität	388
15.4.1	Lage und Aufgaben	363	16.6.1	Stellungssinn	388
15.4.2	Afferenzen und Efferenzen	363	16.6.2	Bewegungssinn	388
15.4.3	Funktionelle Anatomie und Transmitter	364	16.6.3	Kraftsinn	388
15.4.4	Pathophysiologie	365	16.7	Viszerale Sensorik	388
15.5	Kleinhirn	367	16.8	Sensorische Informationsverarbeitung	388
15.5.1	Afferenzen und Efferenzen	367	16.8.1	Reizweiterleitung	388
15.5.2	Funktionelle Anatomie	368	16.8.2	Sensorische Bahnen im Rückenmark	389
15.5.3	Aufgaben des Kleinhirns	370	16.8.3	Hinterstrang- und Vorderseitenstrangsystem	389
15.5.4	Pathophysiologie	371	16.8.4	Regulierung der Sensorik	392
15.6	Motorischer Kortex	372	17	Visuelles System	393
15.6.1	Aufgabe	372	17.1	Wegweiser	393
15.6.2	Funktionelle Anatomie	372	17.2	Dioptrischer Apparat	394
15.6.3	Afferenzen und Efferenzen	373	17.2.1	Anatomische Grundlagen	394
15.6.4	Pathophysiologie: Capsula-interna-Syndrom	375	17.2.2	Das Auge als optisches System	395
16	Somatosensorisches System	377	17.2.3	Akkommodation	396
16.1	Wegweiser	377	17.2.4	Abbildungsfehler	397
16.2	Tastsinn	378	17.2.5	Pupille	399
16.2.1	Mechanosensoren	378	17.2.6	Augeninnendruck	401
16.2.2	Tastpunkte und Empfindungsschwellen	380	17.2.7	Tränenflüssigkeit	401
			17.2.8	Okulomotorik	402
			17.3	Retina (Netzhaut)	402
			17.3.1	Fotosensoren	402
			17.3.2	Neuronale Verarbeitungsprozesse	406

17.3.3	Augenspiegelung	409	18.4	Stimme und Sprache	433
17.4	Sehbahn	410	18.4.1	Phonationsorgane	433
17.4.1	Retinotopie	410	18.4.2	Phonation und Artikulation	434
17.4.2	Von den Sensoren bis zur Area V1	410	18.4.3	Pathophysiologie	434
17.4.3	Bestimmung des Gesichtsfeldes	411	19	Geschmack und Geruch	435
17.5	Informationsverarbeitung im visuellen System	411	19.1	Wegweiser	435
17.5.1	Corpus geniculatum laterale	411	19.2	Geschmack	435
17.5.2	Visueller Kortex	412	19.2.1	Geschmacksqualitäten	435
17.6	Sehschärfe (Visus)	413	19.2.2	Geschmackssensoren	436
17.6.1	Bestimmung der Sehschärfe	413	19.2.3	Geschmacksbahn	437
17.6.2	Visusveränderungen	413	19.2.4	Pathophysiologie	438
17.7	Farbsehen	414	19.3	Geruch	439
17.7.1	Farbtheorien	414	19.3.1	Geruchssensoren	439
17.7.2	Störungen des Farbensinns	414	19.3.2	Riechbahn	440
17.7.3	Prüfung der Farbtüchtigkeit	414	19.3.3	Pathophysiologie	441
17.8	Räumliches Sehen	414	20	Integrative Leistungen des Zentralnervensystems	443
17.8.1	Binokulares räumliches Sehen	414	20.1	Wegweiser	444
17.8.2	Monokulares räumliches Sehen	415	20.2	Organisation des Kortex	444
17.8.3	Entwicklung des räumlichen Sehens	416	20.2.1	Assoziationsfelder	444
18	Vestibuläres und auditorisches System	417	20.2.2	Zytoarchitektonische Einteilung	446
18.1	Wegweiser	417	20.2.3	Funktionelle Anatomie des Neokortex	446
18.2	Vestibuläres System	418	20.2.4	Eingänge und Ausgänge des Kortex	448
18.2.1	Aufbau und Funktion des Vestibularapparats	418	20.3	Elektrophysiologie des Kortex	449
18.2.2	Informationsverarbeitung im vestibulären System	421	20.3.1	Kortikale Aktionspotenziale	449
18.2.3	Funktionsprüfungen des vestibulären Systems	422	20.3.2	Entstehung und Ableitung kortikaler Potenziale	450
18.2.4	Pathophysiologie	422	20.4	Hirnstoffwechsel und Hirndurchblutung	452
18.3	Auditorisches System	423	20.4.1	O ₂ - und Glucosestoffwechsel	452
18.3.1	Anatomische Grundlagen	424	20.4.2	Durchblutung	453
18.3.2	Schalleitung	425	20.4.3	Darstellung von Hirnstoffwechsel und Hirndurchblutung	453
18.3.3	Kochleafunktion	425	20.5	Lernen und Gedächtnis	454
18.3.4	Informationsverarbeitung im auditorischen System	428	20.5.1	Formen des Lernens	454
18.3.5	Psychophysik des Hörens	429	20.5.2	Gedächtnis	455
18.3.6	Hörprüfungen	431	20.6	Physiologische Rhythmen	459
18.3.7	Pathophysiologie	432	20.6.1	Zirkadiane Rhythmen	459
			20.6.2	Schlaf	460

20.7	Bewusstsein	463	20.9	Triebverhalten, Motivation und	
20.7.1	Charakterisierung	463		Emotion	466
20.7.2	Rechte und linke Hemisphäre	463	20.9.1	Durst und Hunger	466
20.8	Sprachregionen	464	20.9.2	Limbisches System	467
20.8.1	Broca-Sprachregion	464	20.9.3	Hypothalamische	
20.8.2	Wernicke-Sprachregion	465		Verhaltensprogramme	469
20.8.3	Hemisphärendominanz der			Register	471
	Sprachregion	465			
20.8.4	Benennen eines gesehenen				
	Gegenstands	465			