

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Allgemeine Physiologie und Zellphysiologie, Zellerregung . . .</b>	<b>2</b>
1.1	Stoffmenge und Konzentration . . . . .	4
1.2	Stofftransport . . . . .	4
1.2.1	Stofftransport in und von Gasen und Flüssigkeiten . . . . .	4
1.2.2	Stofftransport durch Membranen . . . . .	5
1.2.3	Stofftransport intrazellulär . . . . .	8
1.2.4	Stofftransport über Zellverbände . . . . .	9
1.3	Osmose . . . . .	12
1.4	Zellorganisation und -beweglichkeit . . .	13
1.5	Elektrische Phänomene an Zellen . . . . .	14
1.5.1	Grundphänomene und -funktionen . . .	14
1.5.2	Funktion erregbarer Zellen . . . . .	15
<b>2</b>	<b>Blut und Immunsystem . . . . .</b>	<b>20</b>
2.1	Blut . . . . .	22
2.2	Erythrozyten . . . . .	22
2.3	Blutplasma . . . . .	27
2.3.1	Transportfunktion . . . . .	27
2.3.2	Niedermolekulare Bestandteile . . . . .	27
2.3.3	Plasmaproteine . . . . .	27
2.4	Hämostase und Fibrinolyse . . . . .	28
2.4.1	Thrombozyten . . . . .	28
2.4.2	Hämostase . . . . .	29
2.4.3	Fibrinolyse . . . . .	34
2.5	Abwehrsystem und zelluläre Identität (Immunologie) . . . . .	34
2.5.1	Leukozyten . . . . .	34
2.5.2	Entzündungsreaktionen . . . . .	36
2.5.3	Unspezifische und spezifische Abwehr . .	36
2.5.4	Blutgruppen . . . . .	42
<b>3</b>	<b>Herz . . . . .</b>	<b>44</b>
3.1	Elektrophysiologie des Herzens . . . . .	46
3.1.1	Spezielle Elektrophysiologie des Myokards . . . . .	46
3.1.2	Erregungsbildungs- und -leitungssystem . . . . .	47
3.1.3	Elektromechanische Kopplung . . . . .	51
3.1.4	Elektrokardiographie (EKG) . . . . .	52
3.2	Mechanik des Herzens . . . . .	54
3.2.1	Grundlagen der Muskelkontraktion . . .	54
3.2.2	Herzklappen . . . . .	57
3.3	Ernährung des Herzens . . . . .	64
3.3.1	Koronardurchblutung . . . . .	64
3.3.2	Energieumsatz . . . . .	65
3.4	Steuerung der Herztätigkeit . . . . .	66
3.4.1	Frank-Starling-Mechanismus . . . . .	66

---

3.4.2	Herznerven . . . . .	66
3.4.3	Funktionsabhängige Anpassung . . . . .	66
<b>4</b>	<b>Blutkreislauf</b> . . . . .	<b>70</b>
4.1	Allgemeine Grundlagen . . . . .	72
4.1.1	Physikalische Gesetzmäßigkeiten . . . . .	72
4.1.2	Funktionelle Abschnitte . . . . .	74
4.1.3	Druck . . . . .	75
4.1.4	Strömung . . . . .	75
4.1.5	Strömungswiderstand . . . . .	76
4.1.6	Blutvolumen . . . . .	78
4.1.7	Stoffaustausch, kapilläre Filtration und Resorption . . . . .	80
4.2	Hochdrucksystem . . . . .	81
4.2.1	Arterieller Blutdruck . . . . .	81
4.2.2	Blutdruckregulation . . . . .	83
4.3	Niederdrucksystem . . . . .	84
4.4	Organdurchblutung . . . . .	86
4.4.1	Grundmechanismen . . . . .	86
4.4.2	Lunge . . . . .	86
4.4.3	Gehirn . . . . .	87
4.4.4	Niere . . . . .	87
4.4.5	Haut . . . . .	87
4.4.6	Herz . . . . .	87
4.4.7	Skelettmuskel . . . . .	87
4.4.8	Splanchnikusgebiet . . . . .	87
4.5	Fetaler und plazentarer Kreislauf . . . . .	88
<b>5</b>	<b>Atmung</b> . . . . .	<b>90</b>
5.1	Morphologische Grundlagen . . . . .	92
5.2	Nichtrespiratorische Lungenfunktion . . . . .	93
5.3	Physikalische Grundlagen . . . . .	93
5.4	Atemmechanik . . . . .	94
5.4.1	Lungenvolumina und Statik des Atem- apparats . . . . .	94
5.4.2	Dynamik des Atemapparats . . . . .	99
5.5	Lungenperfusion . . . . .	103
5.6	Gasaustausch in der Lunge . . . . .	104
5.6.1	O <sub>2</sub> -Aufnahme, CO <sub>2</sub> -Abgabe . . . . .	104
5.6.2	Ventilation . . . . .	106
5.6.3	Diffusion . . . . .	107
5.6.4	Verteilung . . . . .	107
5.7	Atemgastransport im Blut . . . . .	107
5.7.1	O <sub>2</sub> . . . . .	107
5.7.2	CO <sub>2</sub> . . . . .	107
5.7.3	Wechselwirkung zwischen O <sub>2</sub> - und CO <sub>2</sub> -Bindung . . . . .	109
5.8	Atmungsregulation . . . . .	110
5.8.1	Atemzentren, Atemreize . . . . .	110

5.8.2	Formen normaler und veränderter Atmung . . . . .	111
5.9	Atmung unter ungewöhnlichen Bedingungen . . . . .	112
5.10	Säure-Basen-Gleichgewicht und Pufferung . . . . .	113
5.10.1	Pufferung und H <sup>+</sup> -Ionen . . . . .	113
5.10.2	Pufferung und CO <sub>2</sub> -Austausch . . . . .	113
5.10.3	Säure-Basen-Haushalt . . . . .	114
5.10.4	Störungen des Säure-Basen-Gleichgewichts . . . . .	117
<b>6</b>	<b>Arbeits- und Leistungsphysiologie . .</b>	<b>120</b>
6.1	Allgemeine Grundlagen . . . . .	122
6.1.1	Muskularbeit . . . . .	122
6.1.2	Kurzzeitbelastung und Ausdauerleistung	123
6.2	Organbeteiligung . . . . .	124
6.2.1	Blut . . . . .	124
6.2.2	Lunge . . . . .	126
6.2.3	Kreislaufsystem . . . . .	127
6.2.4	Skelettmuskulatur . . . . .	127
6.2.5	ZNS . . . . .	127
6.3	Erfassung von Leistung und Leistungsbeurteilung . . . . .	127
6.3.1	Spiroergometrie . . . . .	127
6.3.2	Training . . . . .	128
6.3.3	Ermüdung und Erholung . . . . .	129
<b>7</b>	<b>Ernährung, Verdauungstrakt, Leber</b>	<b>130</b>
7.1	Ernährung . . . . .	132
7.1.1	Nahrungsmittel . . . . .	132
7.1.2	Inadäquate Ernährung . . . . .	132
7.1.3	Regulation der Nahrungsaufnahme . . . .	134
7.2	Organisation und Integrative Steuerung der Magendarmfunktion . . . . .	134
7.3	Motorik des Magendarmtrakts . . . . .	136
7.3.1	Grundlagen . . . . .	136
7.3.2	Kauen und Schlucken . . . . .	137
7.3.3	Magen . . . . .	138
7.3.4	Erbrechen . . . . .	139
7.3.5	Dünn- und Dickdarm, Defäkation . . . . .	139
7.4	Sekretion . . . . .	140
7.4.1	Grundlagen . . . . .	140
7.4.2	Mund, Rachen, Ösophagus . . . . .	140
7.4.3	Magen . . . . .	141
7.4.4	Pankreas . . . . .	144
7.4.5	Leber und Galle . . . . .	145
7.4.6	Dünn- und Dickdarmsekrete; Stuhl, Darmflora . . . . .	148
7.5	Aufschluss der Nahrung . . . . .	148
7.6	Absorption . . . . .	148

<b>8</b>	<b>Energie- und Wärmehaushalt</b> . . . . .	152
8.1	Energiehaushalt . . . . .	154
8.1.1	Grundlagen . . . . .	154
8.1.2	Energiequellen . . . . .	154
8.1.3	Energieumsatz . . . . .	154
8.2	Wärmehaushalt und Temperatur- regulation . . . . .	154
8.2.1	Körpertemperatur . . . . .	154
8.2.2	Wärmebildung . . . . .	155
8.2.3	Wärmeabgabe und -aufnahme . . . . .	156
8.2.4	Temperaturregulation . . . . .	158
8.2.5	Akklimatisation . . . . .	158
<b>9</b>	<b>Wasser- und Elektrolythaushalt, Nierenfunktion</b> . . . . .	160
9.1	Wasser- und Elektrolythaushalt . . . . .	162
9.1.1	Allgemeine Grundlagen . . . . .	162
9.1.2	Flüssigkeitsräume . . . . .	162
9.1.3	Wasser . . . . .	163
9.1.4	Natrium . . . . .	165
9.1.5	Kalium . . . . .	166
9.1.6	Calcium . . . . .	166
9.1.7	Phosphat . . . . .	168
9.1.8	Magnesium . . . . .	168
9.1.9	Säure-Basen-Haushalt . . . . .	169
9.2	Niere . . . . .	169
9.2.1	Bau und Funktion . . . . .	169
9.2.2	Durchblutung . . . . .	170
9.2.3	Filtration . . . . .	172
9.2.4	Transport an renalen Epithelien . . . . .	175
9.2.5	Resorption, Sekretion . . . . .	175
9.2.6	Harnkonzentrierung . . . . .	185
9.2.7	Globale Nierenfunktion und Regulation . . . . .	185
9.2.8	Stoffwechsel und Hormonbildung . . . . .	186
9.2.9	Ableitende Harnwege . . . . .	186
<b>10</b>	<b>Hormonale Regulation</b> . . . . .	188
10.1	Grundlagen und Allgemeines . . . . .	190
10.1.1	Funktionelle Struktur des Hormon- systems . . . . .	190
10.1.2	Hormoneigenschaften . . . . .	192
10.1.3	Signalkette . . . . .	192
10.1.4	Neuroendokrine Signalübertragung . . . . .	193
10.2	Wasser- und Elektrolythaushalt . . . . .	193
10.3	Energiehaushalt und Wachstum . . . . .	193
<b>11</b>	<b>Sexualentwicklung und Reproduktionsphysiologie</b> . . . . .	204
11.1	Geschlechtsfestlegung und Pubertät . . . . .	206
11.2	Weibliche Sexualhormone . . . . .	207
11.3	Menstruationszyklus . . . . .	207
11.4	Androgene . . . . .	209
11.5	Gameten . . . . .	210

11.6	Kohabitation und Befruchtung . . . . .	210
11.7	Schwangerschaft . . . . .	211
11.8	Fetus . . . . .	212
11.9	Geburt . . . . .	212
11.10	Laktation . . . . .	212
11.11	Alter . . . . .	213
<b>12</b>	<b>Funktionsprinzipien des Nervensystems . . . . .</b>	<b>214</b>
12.1	Ionenkanäle . . . . .	216
12.2	Ruhemembranpotenzial . . . . .	216
12.3	Signalübertragung in Zellen . . . . .	216
12.3.1	Passive elektrische Eigenschaften . . . . .	216
12.3.2	Aktionspotenzial . . . . .	217
12.3.3	Fortleitung des Aktionspotenzials . . . . .	217
12.3.4	Intrazellulärer Transport und Neuroglia	219
12.4	Signalübertragung zwischen Zellen . . .	221
12.4.1	Prinzipien synaptischer Übertragung . . .	221
12.4.2	Transmitterfreisetzung . . . . .	221
12.4.3	Transmitter . . . . .	222
12.4.4	Übertragung an der motorischen Endplatte . . . . .	224
12.4.5	Ligandengesteuerte Übertragung an zentralen Synapsen . . . . .	225
12.4.6	Second messenger gesteuerte Über- tragung an chemischen Synapsen . . . . .	227
12.4.7	Wirkmechanismen verschiedener Transmitter . . . . .	227
12.4.8	Synaptische Plastizität . . . . .	228
12.5	Signalverarbeitung im Nervensystem . .	230
12.5.1	Elementarmechanismen . . . . .	230
12.5.2	Verarbeitung in Neuronenpopulationen	231
12.6	Funktionsprinzipien sensorischer Systeme . . . . .	232
12.6.1	Allgemeine Aspekte . . . . .	232
12.6.2	Rezeptorpotenzial und	
12.6.3	Transformation der Reize . . . . .	232
<b>13</b>	<b>Muskulatur . . . . .</b>	<b>234</b>
13.1	Allgemeine Muskelphysiologie . . . . .	236
13.1.1	Myofilamente . . . . .	236
13.1.2	Sarkolemm . . . . .	240
13.1.3	Sarkoplasmatisches Retikulum (SR) . . . .	240
13.1.4	Sarkoplasma . . . . .	240
13.1.5	Energieumwandlung . . . . .	241
13.2	Quergestreifte und glatte Muskulatur . .	241
13.2.1	Allgemeine Grundlagen . . . . .	241
13.2.2	Skelettmuskel . . . . .	244
13.2.3	Herzmuskel . . . . .	245
13.2.4	Glatter Muskel . . . . .	245

<b>14</b>	<b>Vegetatives (autonomes) Nervensystem</b>	248
14.1	Morphologische Grundlagen, Entwicklung und funktionelle Komponenten des VNS	250
14.1.1	Funktionelle anatomische Organisation des VNS	250
14.2	Zelluläre und molekulare Mechanismen der Signaltransduktion im VNS	254
14.2.1	Synaptische Übertragung	254
14.2.2	Informationsübertragung von postganglionären Axonen auf Zielorgane	255
14.2.3	Synthese und Abbau der cholinergen und adrenergen Überträgerstoffe	256
14.3	Funktionelle Organisation des VNS	259
14.3.1	Vegetative Steuerung	259
14.3.2	Vegetative Reflexe	261
14.3.3	Supraspinale pontine Kontrolle des VNS	264
14.3.4	Hypothalamische und limbische Steuerung des VNS	265
<b>15</b>	<b>Motorik</b>	268
15.1	Programmierung der Willkürmotorik	270
15.2	Motorische Repräsentation auf dem Cortex	270
15.2.1	Primärer Motorischer Cortex (Area 4)	270
15.2.2	Prä- und supplementärmotorischer Cortex	272
15.2.3	Motorischer Assoziationscortex	272
15.3	Efferente Projektion der motorischen Cortices	273
15.3.1	Prinzipielle Verschaltungsmuster	273
15.3.2	Projektion in subcorticale Gebiete	273
15.4	Neuronale Systeme des Rückenmarks	275
15.4.1	Neuronentypen und ihre Lage	275
15.4.2	Reflexsysteme des Rückenmarks	276
15.4.3	Reflexsystem der Muskelspindelafferenzen	278
15.4.4	Reflexsystem der Golgi-Sehnenorgane	281
15.4.5	Reflexsystem der Beugereflexe	281
15.5	Motorische Funktionen des Hirnstamms	283
15.5.1	Augenmotorik	283
15.5.2	Bewegungs- und Lagesinn	284
15.5.3	Vestibulariskerne und motorische Funktionen	284
15.5.4	Andere motorische Funktionen des Hirnstamms	285
15.6	Basalganglien	285
15.6.1	Verschaltung/Informationsfluss	285
15.6.2	Verarbeitungsprinzipien	286
15.6.3	Störungen der Motorik	287
15.7	Cerebellum	288
15.7.1	Verschaltung/Informationsfluss	288

15.7.2	Verarbeitungsprinzipien . . . . .	289
15.7.3	Störungen der Motorik . . . . .	289
15.8	<b>Integrale motorische Funktionen des Zentralnervensystems . . . . .</b>	<b>290</b>
15.8.1	Laufen und Gehen . . . . .	290
15.8.2	Stehen und Gleichgewicht . . . . .	290
15.8.3	Ergreifen eines Gegenstandes . . . . .	290
15.8.4	Motorisches Lernen . . . . .	291
15.8.5	Sprache . . . . .	291
15.9	<b>Störungen der Motorik . . . . .</b>	<b>291</b>
15.9.1	Muskeltonus . . . . .	291
15.9.2	Spastik . . . . .	292
15.9.3	Tremor . . . . .	292
15.9.4	Querschnittsverletzung des Rücken- marks . . . . .	292
<b>16</b>	<b>Somatoviszerale Sensorik . . . . .</b>	<b>294</b>
16.1	<b>Funktionelle und morphologische Grundlagen . . . . .</b>	<b>296</b>
16.1.1	Einteilung, Modalitäten und Qualitäten	296
16.1.2	Rezeptive Strukturen . . . . .	297
16.1.3	Afferente und zentrale Strukturen . . . . .	298
16.2	<b>Tastsinn . . . . .</b>	<b>302</b>
16.2.1	Qualitäten . . . . .	302
16.2.2	Eigenschaften der Sensoren . . . . .	302
16.2.3	Funktionelle Organisation . . . . .	302
16.2.4	Besonderheiten des Tastsinns der Hand	303
16.3	<b>Temperatursinn . . . . .</b>	<b>303</b>
16.3.1	Warm-/Kaltsensoren . . . . .	303
16.3.2	Funktionelle Organisation . . . . .	303
16.4	<b>Tiefensensibilität . . . . .</b>	<b>304</b>
16.5	<b>Viszerale Sensorik . . . . .</b>	<b>304</b>
16.5.1	Periphere und zentrale Sensoren . . . . .	304
16.5.2	Viszerale Sensibilität . . . . .	304
16.5.3	Reflexe . . . . .	304
16.6	<b>Nozizeption . . . . .</b>	<b>305</b>
16.6.1	Nozizeptorerregung . . . . .	305
16.6.2	Nervenläsionen . . . . .	307
16.6.3	Spinale Organisation der Nozizeption . . . . .	308
16.6.4	Supraspinale Organisation der Nozizeption . . . . .	308
16.6.5	Endogene Schmerzhemmung und zentrale Analgetika-Therapie . . . . .	309
<b>17</b>	<b>Visuelles System . . . . .</b>	<b>312</b>
17.1	<b>Dioptrischer Apparat . . . . .</b>	<b>314</b>
17.1.1	Physikalische Grundlagen . . . . .	314
17.1.2	Auge als optisches System . . . . .	314
17.1.3	Abbildungsfehler . . . . .	315
17.1.4	Akkommodation . . . . .	315
17.1.5	Pupille . . . . .	318
17.1.6	Augeninnendruck . . . . .	320
17.1.7	Tränen . . . . .	320

17.1.8	Augenmotorik . . . . .	320
17.2	Signalverarbeitung in der Retina . . . . .	320
17.2.1	Aufbau der Retina . . . . .	320
17.2.2	Transduktionsprozess . . . . .	321
17.2.3	Neuronale Verarbeitungsprozesse . . . . .	323
17.2.4	Retinale Mechanismen des Farbensehens . . . . .	324
17.3	Zentrale Repräsentation des visuellen Systems . . . . .	325
17.3.1	Gesichtsfeld . . . . .	325
17.3.2	Verlauf der Sehbahn . . . . .	325
17.4	Informationsverarbeitung in der Sehbahn . . . . .	326
17.4.1	Verschaltung der Sehbahn . . . . .	326
17.4.2	Retina . . . . .	327
17.4.3	Corpus geniculatum laterale (CGL) . . . . .	327
17.4.4	Visuelle Cortices ( $V_1, V_2$ ) . . . . .	327
17.4.5	Tiefenwahrnehmung, räumliches Sehen . . . . .	328
<b>18</b>	<b>Auditorisches System . . . . .</b>	<b>332</b>
18.1	Physiologische Akustik . . . . .	334
18.1.1	Grundbegriffe . . . . .	334
18.1.2	Testverfahren . . . . .	334
18.2	Gehörgang und Mittelohr . . . . .	337
18.3	Innenohr . . . . .	337
18.3.1	Auditives System . . . . .	337
18.3.2	Vestibuläres System . . . . .	340
18.4	Zentrale Hörbahn und corticale Repräsentation . . . . .	340
18.5	Sprachbildung und Sprachverständnis . . . . .	340
18.5.1	Stimmbildung . . . . .	340
18.5.2	Sprachverständnis . . . . .	341
<b>19</b>	<b>Chemische Sinne . . . . .</b>	<b>342</b>
19.1	Grundlagen der chemischen Sinne . . . . .	344
19.1.1	Einteilung, morphologische Grundlagen und sensorische Funktionen . . . . .	344
19.1.2	Schutzreflexe, viszerale und sekretorische Reflexe . . . . .	344
19.2	Geschmack . . . . .	344
19.2.1	Geschmacksqualitäten und Psychophysiologie des Geschmacks . . . . .	344
19.2.2	Sensoren . . . . .	344
19.2.3	Zentrale Projektionen . . . . .	346
19.3	Geruchssinn und trigeminaler chemischer Sinn . . . . .	346
19.3.1	Sinnesmodalitäten, Qualitäten und Psychophysiologie des Geruchs . . . . .	346
19.3.2	Transduktionsprozesse . . . . .	346
19.3.3	Bahnen und zentral-nervöse Verarbeitung . . . . .	346
19.3.4	Assoziationsregionen für den Geruchssinn . . . . .	347



<b>20</b>	<b>Integrative Leistungen des Zentralnervensystems</b> . . . . .	<b>348</b>
20.1	Allgemeine Physiologie und funktionelle Anatomie der Großhirnrinde . . . . .	350
20.1.1	Organisation der Großhirnrinde . . . . .	350
20.1.2	Corticale Felder . . . . .	350
20.1.3	Corticale Asymmetrie, Händigkeit und Sprachfunktionen . . . . .	350
20.1.4	Elektrophysiologische Analyse der Hirnrindenaktivität . . . . .	353

20.2	Integrative Funktionen durch corticale und subcorticale Interaktionen . . . . .	355
20.2.1	Zirkadiane Periodik . . . . .	355
20.2.2	Bewusstsein . . . . .	355
20.2.3	Plastizität, Gedächtnis und Lernen . . . . .	356
20.2.4	Triebverhalten, Motivation und Emotion . . . . .	359
	<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>361</b>