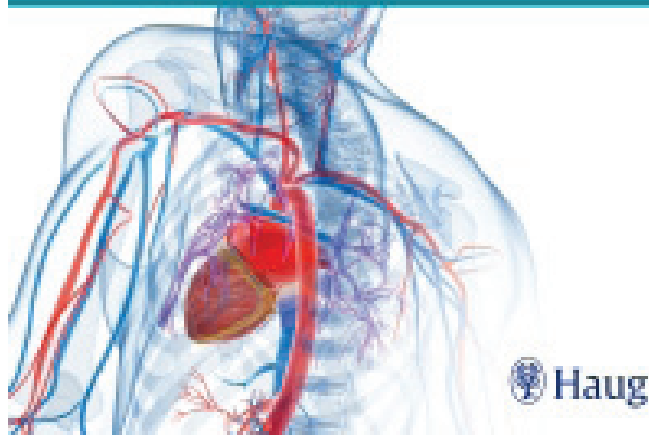




**Eva Lang**

## **Physiologie für Heilpraktiker**



***zum Bestellen hier klicken***

**by naturmed Fachbuchvertrieb**

Aidenbachstr. 78, 81379 München

Tel.: + 49 89 7499-156, Fax: + 49 89 7499-157

Email: [info@naturmed.de](mailto:info@naturmed.de), Web: <http://www.naturmed.de>

# Inhalt

Widmung 5

Vorwort 6

## Teil 1 Der menschliche Organismus

- 1 Evolutionsprozesse 14**
  - 1.1 Entwicklung vom Einzeller zum Mehrzeller 14**
    - 1.1.1 Entwicklung zu Geweben und Organen 14
    - 1.1.2 Befruchtung und Entstehung der drei Keimblätter 15
  - 1.2 Embryonal- und Fetalentwicklung 16**
    - 1.2.1 Geburt 17
    - 1.2.2 Beginn der Atmung 17
  - 1.3 Differenzierung der Körpergewebe 18**
    - 1.3.1 Epithelgewebe 18
    - 1.3.2 Binde- und Stützgewebe 19
    - 1.3.3 Muskelgewebe 22
    - 1.3.4 Nervengewebe 22
- 2 Grundsubstanzen des Organismus 23**
  - 2.1 Chemische Verbindungen 23**
  - 2.2 Eiweiße (Proteine) 24**
    - 2.2.1 Grundaufbau 24
    - 2.2.2 Biologische Wertigkeit 24
    - 2.2.3 Nomenklatur der Eiweiße 24
    - 2.2.4 Struktur der Eiweiße 25
    - 2.2.5 Funktion der Eiweiße 26
    - 2.2.6 Trennung von Eiweißen 26
    - 2.2.7 Abbau von Eiweißen 26
    - 2.2.8 Enzyme (Biokatalysatoren) 27
    - 2.2.9 Hormone 29
  - 2.3 Kohlenhydrate 31**
    - 2.3.1 Grundaufbau 31
    - 2.3.2 Funktion der Glukose 31
    - 2.3.3 Transport der Glukose 32
  - 2.4 Fette 32**
    - 2.4.1 Grundaufbau 32

- 2.4.2 Funktion der Fette 33
- 2.4.3 Cholesterin 33
- 2.4.4 Phospholipide 34
- 2.4.5 Lipoproteine 34
- 2.5 Vitamine 37**
  - 2.5.1 Fettlösliche Vitamine 37
  - 2.5.2 Wasserlösliche Vitamine 40
- 2.6 Wasser- und Mineralstoffhaushalt 43**
  - 2.6.1 Mengenelemente 43
  - 2.6.2 Spurenelemente 47
- 2.7 Säuren- und Basenhaushalt 48**
  - 2.7.1 pH-Wert des Blutes 49
  - 2.7.2 Puffersysteme 49

## Teil 2 Allgemeine Systeme

- 3 Lebenssysteme 54**
  - 3.1 Zelle und Zellorganellen 54**
    - 3.1.1 Zelle 54
    - 3.1.2 Zellorganellen 56
  - 3.2 Vermehrung und Wachstum 58**
    - 3.2.1 DNS und RNS 58
    - 3.2.2 Fortpflanzung und Wachstum 59
  - 3.3 Alter, Tod 63**
    - 3.3.1 Zellalterung und Zelltod 63
    - 3.3.2 Biologischer und klinischer Tod 64
- 4 Energiegewinnung und Wärmehaushalt 66**
  - 4.1 Grundlagen der Energiegewinnung 66**
    - 4.1.1 Bereitstellung und Verstoffwechslung der Glukose 66
    - 4.1.2 Fettsäurestoffwechsel 68
    - 4.1.3 Aminosäurestoffwechsel 68
  - 4.2 Aerobe Energiegewinnung – Zitronensäurezyklus (Zitratzyklus) und Atmungskette 68**

- 4.3 **Anaerobe Energiegewinnung** 69
  - 4.3.1 Anaerobe Energiegewinnung mit Laktatbildung 69
  - 4.3.2 Anaerobe Energiegewinnung ohne Laktatbildung 69
- 4.4 **Wärmehaushalt** 69
  - 4.4.1 Kern- und Schalentemperatur 70
  - 4.4.2 Thermoregulation 70

## 5 **Transport- und Reaktionssysteme** 74

- 5.1 **Verschlussysteme, Transportsysteme und -wege, Kommunikationsstrukturen** 74
  - 5.1.1 Abgrenzung der Zelle und Verschlussysteme 74
  - 5.1.2 Passiver und aktiver Transport 76
  - 5.1.3 Diffusion 76
  - 5.1.4 Osmose 76
  - 5.1.5 Endo- und Exozytose 77
  - 5.1.6 Rezeptoren 77
  - 5.1.7 Ionenpumpen 78
  - 5.1.8 Ionenkanäle 79
  - 5.1.9 Kanalproteine und Carrier 79
- 5.2 **Endoplasmatisches Retikulum** 79
- 5.3 **Gefäße – Arterien, Venen und Lymphbahnen** 80

## 6 **Mitteilungssysteme** 82

- 6.1 **Hormone** 82
  - 6.1.1 Einteilung der Hormone 83
  - 6.1.2 Bildung der Hormone 83
  - 6.1.3 Sekretion der Hormone 84
  - 6.1.4 Inaktivierung und Ausscheidung der Hormone 84
- 6.2 **Nervengewebe** 84
  - 6.2.1 Nervenzelle 84
  - 6.2.2 Gliazellen 85
  - 6.2.3 Synapsen 87
  - 6.2.4 Neurotransmitter 87
  - 6.2.5 Reizweiterleitung 88
- 6.3 **Weitere Kommunikationsprinzipien mittels chemischer Substanzen – Immunsystem** 91

## 7 **Signal- und Warnsysteme** 93

- 7.1 **Schmerz** 93
  - 7.1.1 Entstehung des Schmerzes 93
  - 7.1.2 Schmerzweiterleitung 94
  - 7.1.3 Chronische Schmerzen 94
- 7.2 **Fieber** 94
  - 7.2.1 Physiologie des Fiebers 95
- 7.3 **Angst** 95
  - 7.3.1 Physiologische Reaktionen 95
  - 7.3.2 Erlernen der Angst 96

## 8 **Bewegungssystem** 98

- 8.1 **Knochen** 98
  - 8.1.1 Anatomie 98
  - 8.1.2 Entwicklung der Knochens 99
  - 8.1.3 Knochenaufbau und -abbau 100
  - 8.1.4 Regulation des Knochenstoffwechsels durch verschiedene Hormone 103
- 8.2 **Sehnen und Bänder** 103
- 8.3 **Muskulatur** 104
  - 8.3.1 Skelettmuskulatur 104
  - 8.3.2 Energiegewinnung der Muskelfasern 107
  - 8.3.3 Erregung der Muskelfasern 109
  - 8.3.4 Glatte Muskulatur 115
  - 8.3.5 Herzmuskulatur 117
- 8.4 **Untersuchungen** 118

## 9 **Verdauungssystem** 120

- 9.1 **Makroanatomie des Verdauungssystems** 120
  - 9.1.1 Makroanatomie des Verdauungstraktes 120
  - 9.1.2 Makroanatomie der Leber 122
  - 9.1.3 Makroanatomie der Galle 122
  - 9.1.4 Makroanatomie der Bauchspeicheldrüse (Pankreas) 122
- 9.2 **Mikroanatomie** 123
  - 9.2.1 Mikroanatomie des Verdauungstraktes 123
  - 9.2.2 Mikroanatomie der Leber 127
  - 9.2.3 Mikroanatomie der Gallenblase 128
  - 9.2.4 Mikroanatomie der Bauchspeicheldrüse (Pankreas) 128
- 9.3 **Funktionen der Leber** 129
  - 9.3.1 Stoffwechselfunktionen im Kohlenhydrat-, Protein- und Fettstoffwechsel 129
  - 9.3.2 Speicherfunktion 130

9.3.3	Produktion von Gallenflüssigkeit	131	10.6.3	Messung der Funktionsfähigkeit der Niere (Clearance-Verfahren)	180
9.3.4	Produktion von Hormonen	131	10.6.4	Cystatin C	181
9.3.5	Entgiftung körpereigener und -fremder Stoffe	131	10.6.5	Kreatininbestimmung im Serum	181
9.3.6	Immunologie	134			
9.3.7	Leberenzyme und Laborparameter	134	<b>11</b>	<b>Atmungssystem</b>	185
<b>9.4</b>	<b>Steuerung und Kontrolle des Verdauungssystems</b>	138	<b>11.1</b>	<b>Makroanatomie</b>	185
9.4.1	Gastrointestinale Hormone	138	11.1.1	Nase	185
9.4.2	Verdauungsenzyme	139	11.1.2	Rachen (Pharynx)	185
9.4.3	Nervensysteme des Verdauungssystems	140	11.1.3	Kehlkopf (Larynx)	186
9.4.4	Mikroorganismen des Verdauungstraktes	141	11.1.4	Luftröhre (Trachea)	186
<b>9.5</b>	<b>Hauptaufgaben des Verdauungssystems</b>	141	11.1.5	Bronchien	186
9.5.1	Aufnahme und Zerkleinerung der Nahrung	142	11.1.6	Lungen (Pulmo)	187
9.5.2	Weitertransport der Nahrung	143	<b>11.2</b>	<b>Mikroanatomie</b>	188
9.5.3	Enzymatischer Aufschluss der Nahrung durch Speicheldrüsen und Magensaft	145	11.2.1	Innervation, Flimmerepithelien und Drüsenzellen	188
9.5.4	Aufspaltung und Resorption der Nahrung im Dünndarm	149	11.2.2	Alveolen	189
9.5.5	Ausscheidung unverdaulicher oder nicht verwertbarer Nahrungsbestandteile	155	11.2.3	Gefäße für den Gasaustausch	190
<b>9.6</b>	<b>Untersuchungen</b>	155	<b>11.3</b>	<b>Blutversorgung der Bronchien und der Lunge</b>	191
<b>10</b>	<b>Harnsystem</b>	162	11.3.1	Arterielle Versorgung	191
<b>10.1</b>	<b>Makroanatomie</b>	162	11.3.2	Venöse Entsorgung	192
<b>10.2</b>	<b>Mikroanatomie</b>	162	<b>11.4</b>	<b>Funktionen des Atemwegssystems</b>	194
<b>10.3</b>	<b>Funktionen im Überblick</b>	163	11.4.1	Erwärmung und Befeuchtung	194
<b>10.4</b>	<b>Hauptaufgaben</b>	163	11.4.2	Reinigung	194
10.4.1	Reinigung des Blutes	163	<b>11.5</b>	<b>Atemgastransport – Funktion der Alveolen</b>	194
10.4.2	Aufrechterhaltung der Homöostase durch Regulation der Mineralstoffe	169	<b>11.6</b>	<b>Atembewegung</b>	195
10.4.3	Die Rolle der Nieren bei der Blutdruckregulation	173	<b>11.7</b>	<b>Atemvolumina</b>	196
10.4.4	Weitere Endokrine und enzymatische Funktionen	178	<b>11.8</b>	<b>Innervation der Bronchien über das vegetative Nervensystem</b>	198
<b>10.5</b>	<b>Willkürliche und unwillkürliche Regulation der Miktion</b>	178	<b>11.9</b>	<b>Austausch der Atemgase</b>	198
<b>10.6</b>	<b>Untersuchung der Funktionsfähigkeit der Nieren</b>	179	11.9.1	Zusammensetzung der Atemluft	198
10.6.1	Veränderung des Harnens und der Harnfärbung	179	11.9.2	Diffusion der Atemgase	198
10.6.2	Urinstix	179	11.9.3	Durchblutung der Lungen	199
			11.9.4	Durchlüftung der Lungen	199
			11.9.5	Sauerstoffbindung	200
			11.9.6	Kohlendioxidbindung	201
			<b>11.10</b>	<b>Atmungsregulation</b>	202
			11.10.1	Zentrale Kontrollzentren	202
			11.10.2	Reflektorische Kontrollzentren	202
			11.10.3	Chemische Kontrollzentren	203
			11.10.4	Regelung der Atmung	204
			11.10.5	Unspezifische Atemantriebsstrukturen	205
			<b>11.11</b>	<b>Untersuchungen der Lungenfunktion</b>	205
			11.11.1	Überprüfung der Lungenvolumina	205
			11.11.2	Körperliche Untersuchung	205

- 12 Herz-Kreislauf-System** 210
  - 12.1 Anatomische Strukturen des Herz-Kreislauf-Systems** 210
    - 12.1.1 Arterien 210
    - 12.1.2 Venen 211
    - 12.1.3 Kapillargebiet 213
    - 12.1.4 Lymphgefäße 214
    - 12.1.5 Das Herz 216
    - 12.1.6 Herz-Kreislauf-System des Fetus 218
  - 12.2 Funktionen des Herz-Kreislauf-Systems** 220
    - 12.2.1 Transport von Stoffen zur Ver- und Entsorgung des Körpers 220
    - 12.2.2 Blutgefäßsystem 220
    - 12.2.3 Aufrechterhaltung eines konstanten Blutdrucks 221
  - 12.3 Das Erregungsbildungs- und Reizleitungssystem** 221
    - 12.3.1 Herzmuskelzellen 222
    - 12.3.2 Sinusknoten 223
    - 12.3.3 Anulus fibrosus 224
    - 12.3.4 Anpassung des Herzens 224
    - 12.3.5 Hierarchie der Erregungsbildung 226
    - 12.3.6 Aktionspotenzial des Herzmuskels 227
    - 12.3.7 Physiologie der Herzklappen 228
    - 12.3.8 Aktionsphasen des Herzens 229
    - 12.3.9 Elektrokardiogramm – Herzspannungskurve 231
  - 12.4 Funktionen des kardiovaskulären Systems** 234
    - 12.4.1 Funktionen des arteriellen Hochdrucksystems 234
    - 12.4.2 Funktionen des venösen Niederdrucksystems 239
    - 12.4.3 Kreislaufregulationen 240
  - 12.5 Untersuchungen des Herzens** 244
    - 12.5.1 Labordiagnostik 245
    - 12.5.2 Körperliche und apparative Untersuchung 245
- 13 Blutsystem** 249
  - 13.1 Entstehung verschiedener Flüssigkeitsräume und Gefäßsysteme** 249
  - 13.2 Aufgaben des Blutes** 250
  - 13.3 Zusammensetzung des Blutes** 250
    - 13.3.1 Flüssige Anteile des Blutes 250
    - 13.3.2 Feste Anteile 252
  - 13.4 Blutgruppen** 268
    - 13.4.1 ABO-System 269
    - 13.4.2 Rhesussystem 269
    - 13.4.3 Kell-Cellano-System (KC-System) 270
    - 13.4.4 MNS-System 270
  - 13.5 Untersuchungen** 271
    - 13.5.1 Blutbild 271
    - 13.5.2 Nachweis von Entzündungen 271
    - 13.5.3 Ermittlung von Anämien 272
    - 13.5.4 Ermittlung der Blutzellzahlen und unreifer Vorstufen 273
    - 13.5.5 Ermittlung von Gerinnungsfaktoren 273
- 14 Immunsystem** 281
  - 14.1 Entwicklung der Abwehrmechanismen** 281
  - 14.2 Kleinstlebewesen (Mikroorganismen)** 282
    - 14.2.1 Mikroorganismen als nützliche Lebewesen 282
    - 14.2.2 Mikroorganismen als Schädlinge 284
    - 14.2.3 Therapeutische Maßnahmen 288
  - 14.3 Abwehrfunktionen des Blutes** 290
    - 14.3.1 Unspezifische humorale Abwehr 290
    - 14.3.2 Unspezifische zelluläre Abwehr 294
    - 14.3.3 Spezifische Abwehr 296
  - 14.4 Lymphatische Gewebe** 299
    - 14.4.1 Knochenmark 300
    - 14.4.2 Thymusdrüse 300
    - 14.4.3 Milz 300
    - 14.4.4 Lymphknoten, Lymphgefäße 301
    - 14.4.5 Lymphatischer Rachenring (Waldeyer'scher Rachenring) 303
    - 14.4.6 Lymphatische Organe im Darmbereich 303
  - 14.5 Ablauf einer Immunreaktion** 304
- 15 Hormonsystem** 308
  - 15.1 Anatomie des hypothalamisch-hypophysären Systems** 308
    - 15.1.1 Anatomie des Hypothalamus 308
    - 15.1.2 Anatomie der Hypophyse 309
  - 15.2 Hormone des Hypothalamus** 310
    - 15.2.1 Thyreotropin-Releasing-Hormon (TRH) 310
    - 15.2.2 Kortikotropin-Releasing-Hormon (CRH) 310

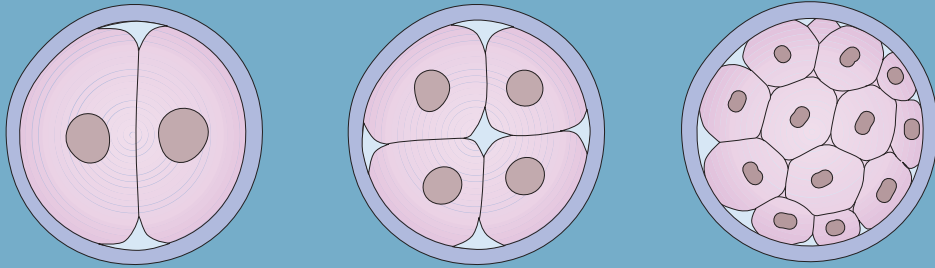
- 15.2.3 Gonadotropin-Releasing-Hormon (GnRH) 310
- 15.2.4 Growth-Hormone-Releasing-Hormon (GHRH) 311
- 15.2.5 Dopamin 312
- 15.2.6 Somatostatin 312
- 15.2.7 Melanotropin-Release-Inhibiting-Hormon (MIH) 312
- 15.2.8 Antidiuretisches Hormon (ADH) 312
- 15.2.9 Oxytocin 312
- 15.3 Hormone der Adenohypophyse 313**
  - 15.3.1 Adrenokortikotropes Hormon (ACTH) 313
  - 15.3.2 Thyreoidea-stimulierendes Hormon (TSH) 313
  - 15.3.3 Gonadotrope Hormone (FSH, LH) 313
  - 15.3.4 Prolaktin (PRL) 314
  - 15.3.5 Somatotropes Hormon (STH) 315
  - 15.3.6 Melanozyten-stimulierendes Hormon (MSH) 315
- 15.4 Hormone der Neurohypophyse 316**
- 15.5 Effektorische Hormone 316**
  - 15.5.1 Hormone der Nebennierenrinde 316
  - 15.5.2 Hormone des Nebennierenmarks 319
  - 15.5.3 Hormone der Schilddrüse (Glandula thyroidea) 319
  - 15.5.4 Hormone der Nebenschilddrüse (Glandulae parathyreoideae) 322
  - 15.5.5 Weibliche Sexualhormone 322
  - 15.5.6 Männliche Sexualhormone 327
- 15.6 Befruchtung, Schwangerschaft, Entwicklung des Fetus und Geburt 330**
  - 15.6.1 Anatomie der Tuben und des Uterus 331
  - 15.6.2 Befruchtung, Entwicklung und Nidation des Keimes 332
  - 15.6.3 Entwicklung des Embryos 332
  - 15.6.4 Hormone der Schwangerschaft, Geburt und Laktation 334
- 15.7 Pankreashormone 335**
  - 15.7.1 Insulin 336
  - 15.7.2 Glukagon 339
  - 15.7.3 Gastrin 340
  - 15.7.4 Somatostatin 340
- 15.8 Hormon der Zirbeldrüse (Melatonin) 340**
- 15.9 Gewebs- und Zellhormone 340**
  - 15.9.1 Renin, Erythropoetin, Angiotensin 341
  - 15.9.2 Natriuretische Hormone 341
  - 15.9.3 Gastrointestinale Hormone 341
  - 15.9.4 Histamin 341
  - 15.9.5 Prostaglandine 341
  - 15.9.6 Leukotriene 341
  - 15.9.7 Kinine 341
- 15.10 Untersuchungen 341**
  - 15.10.1 Serologische Untersuchungen 341
  - 15.10.2 Körperliche Untersuchungen 342
- 16 Zentrales Nervensystem 347**
  - 16.1 Fetale Entwicklung 347**
  - 16.2 Anatomie des Nervensystems 347**
    - 16.2.1 Nervenzellen (Neuronen) 348
    - 16.2.2 Gehirn (Cerebrum) 350
    - 16.2.3 Rückenmark 356
    - 16.2.4 Spinalnerven 358
    - 16.2.5 Peripherer Nerv 360
    - 16.2.6 Rückenmarksreflexe und zentrale Reflexzentren 360
    - 16.2.7 Vegetatives Nervensystem 362
  - 16.3 Physiologische Prozesse im Nervensystem 365**
    - 16.3.1 Reizübertragung an Synapsen durch Transmitter 365
    - 16.3.2 Motorische Synapse, motorische Endplatte (chemische Synapse) 365
    - 16.3.3 Elektrische Synapsen 365
    - 16.3.4 Vegetative Synapsen 366
    - 16.3.5 Erregende und hemmende Synapsen 367
    - 16.3.6 Neurotransmitter 368
  - 16.4 Reizweiterleitung 371**
    - 16.4.1 Reizweiterleitung des sensiblen Systems 371
    - 16.4.2 Reizweiterleitung des motorischen Systems 371
    - 16.4.3 Muskuläre Zusammenarbeit 375
    - 16.4.4 Reizweiterleitung des reflektorischen Systems 375
    - 16.4.5 Allgemeine Wirkung des Sympathikus und Parasympathikus 376
- 16.5 Funktionen der einzelnen Hirnareale 377**
  - 16.5.1 Großhirnrinde 377
  - 16.5.2 Zwischenhirn (Diencephalon) 380
  - 16.5.3 Hirnstamm 381
  - 16.5.4 Formatio reticularis 382
  - 16.5.5 Limbisches System 384
  - 16.5.6 Kleinhirn 385

## Inhalt

- 16.5.7 Übersicht zu den Hirnarealen und ihren Funktionen 386
- 16.5.8 Hirnnerven 388
- 16.5.9 Liquor 389
- 16.6 Untersuchungen 390
- 17 Sinnessystem 395**
  - 17.1 **Auge (Gesichtssinn) 395**
    - 17.1.1 Makroanatomie 396
    - 17.1.2 Mikroanatomie 398
    - 17.1.3 Physiologische Prozesse des Auges und des Sehvorgangs 400
    - 17.1.4 Sehvorgang 402
    - 17.1.5 Untersuchungen des Auges in der Naturheilpraxis 406
  - 17.2 **Ohr (Gehörsinn) 409**
    - 17.2.1 Makroanatomie 410
    - 17.2.2 Mikroanatomie des Innenohres 410
    - 17.2.3 Hörvorgang 412
    - 17.2.4 Untersuchungen des Ohres in der Naturheilpraxis 414
    - 17.2.5 Gleichgewichtssinn 415
    - 17.2.6 Untersuchungen des Gleichgewichts in der Naturheilpraxis 417
  - 17.3 **Nase (Geruchssinn) 419**
    - 17.3.1 Makroanatomie 419
    - 17.3.2 Mikroanatomie 419
    - 17.3.3 Riechvorgang 420
    - 17.3.4 Untersuchung des Geruchssinnes in der Naturheilpraxis 420
  - 17.4 **Zunge (Geschmackssinn) 423**
    - 17.4.1 Makroanatomie 423
    - 17.4.2 Mikroanatomie 423
    - 17.4.3 Schmecken 424
    - 17.4.4 Untersuchung des Geschmackssinnes in der Naturheilpraxis 425
- 17.5 **Haut (Tastsinn) 428**
  - 17.5.1 Anatomie 428
  - 17.5.2 Tastsinn 430
  - 17.5.3 Untersuchung der Haut in der Naturheilpraxis 432
- 18 Psychiatrisches System 435**
  - 18.1 **Reizweiterleitung und Vernetzung 435**
  - 18.2 **Gedächtnis, Lernvorgang 436**
    - 18.2.1 Kurzzeitgedächtnis 436
    - 18.2.2 Langzeitgedächtnis 436
    - 18.2.3 Kombinationsfähigkeit 436
    - 18.2.4 Orientierungssinn 437
    - 18.2.5 Merkfähigkeit und Lernvorgang 437
  - 18.3 **Bewusstsein 438**
  - 18.4 **Realitätsbewusstsein 439**
  - 18.5 **Emotionen 439**
    - 18.5.1 Amygdala 439
    - 18.5.2 Der freie Wille 440
    - 18.5.3 Angeborene Emotionen 442
  - 18.6 **Kreativität 446**
  - 18.7 **Konditionierung und Süchte 446**
  - 18.8 **Schlaf 447**
    - 18.8.1 Schlafphasen 447
    - 18.8.2 Funktion des Schlafes 448

## Teil 3 Anhang

- 19 **Übersichten 452**
- 20 **Literaturverzeichnis 455**
- 21 **Abbildungsnachweis 457**
- Sachverzeichnis 458**



# 1 Evolutionsprozesse

In diesem Kapitel erfahren Sie mehr zu den grundlegenden Evolutionsprozessen. Die Darstellung umfasst die Entwicklung vom Einzeller zum Mehrzeller, in deren Zuge sich omnipotente Zellen zu Organsystemen mit zunehmender Aufgabenverteilung ausgebildet haben, um effektiv und energiesparend arbeiten zu können. Aufgezeigt werden daneben als kurzer Vorgriff die Befruchtung mit der Embryonal- und Fetalentwicklung und detailliert die weitere Differenzierung der einzelnen Körpergewebe, die aus den 3 Keimblättern, Entoderm, Mesoderm und Ektoderm, hervorgehen.

## 1.1 Entwicklung vom Einzeller zum Mehrzeller

Vor ca. 3,5 Mrd. Jahren entwickelten sich die ersten, einfachsten, nicht sauerstoffpflichtig lebenden Zellen (Anaerobier), sog. **Prokaryonten** (Amöben). Vor ca. 1,5 Mrd. Jahren folgten dann die **Eukaryonten** (Einzeller mit Sauerstoffatmung). Etwa vor 500 Mio. Jahren entstanden die ersten **Vielzeller**, die sich aus ökonomischen Gründen Aufgaben teilten, jede Zelle aber ihre Omnipotenz behielt.

Erst seit ca. 2 Mio. Jahren existiert der **Mensch**. Bei ihm ist die Aufgabenverteilung konsequent

vollzogen, und nur noch sehr wenige Zellen haben ihre Omnipotenz beibehalten bzw. können ihre Omnipotenz wiedererlangen (sog. Stammzellen).

Ursprünglich entwickelte sich das Leben im Wasser, dem Urmeer. Der Ein- und auch Vielzeller stand in permanentem Austausch mit dem kochsalzhaltigen Wasser – man kann sagen, dass bei ihnen das Meer als extrazellulärer Raum und das Zellinnere als Intrazellularraum fungierte. Damals wie heute entsprechen die Konzentrationsverhältnisse der Mineralstoffe denen des heutigen menschlichen Extra- und Intrazellularraumes.

### 1.1.1 Entwicklung zu Geweben und Organen

Zu Beginn der Aufgabenaufteilung gab es bestimmte Zellen, die z. B. für die Nahrungsaufnahme und Ausscheidung zuständig waren, andere wiederum dienten der Fortbewegung (Haare, Zilien, Wimpern), wieder andere der Atmung. Mit diesen Differenzierungen ging je nach Aufgabe eine spezifische Veränderung des Stoffwechsels in diesen Zellen einher. Jedoch behielten alle Zellen ihre Omnipotenz bei, sodass im Bedarfsfall jede Zelle wieder den gesamten Stoffwechsel durchführen konnte.

In der Entwicklung zum höheren Lebewesen, wie Pflanze, Tier und Mensch, schlossen sich die



Tab. 1.1 . Entwicklung von Geweben und Organen.

Entwicklungsstufe	Zellzusammenschlüsse und daraus abgeleitete Systeme
<b>Einzeller</b>	Amöben – alle Funktionen in einer Zelle
<b>Mehrzeller</b>	Aufgabenverteilung, Differenzierung
<b>Gewebe</b>	Epithelgewebe
	Binde- und Stützgewebe
	Nervengewebe
	Muskelgewebe
<b>Organe</b>	Verdauungsorgane, wie Magen, Darm → Verdauungssystem
	Harnorgane, wie Blase, Niere → Harnsystem
	Atmungsorgane, wie Lunge, Bronchien → Atmungssystem
	Bewegungsorgane, wie Muskeln, Knochen → Bewegungssystem
	Herz-Kreislauf-Organen, wie Herz, Lunge, Gefäße → Herz-Kreislauf-System
	hormonproduzierende Organe → Hormonsystem
	Nervenorgane, wie Nervenzellen, Gliazellen → Nervensystem
	Sinnesorgane, wie Haut, Auge, Ohr → Sinnessystem

Zellen zusammen (Tab. 1.1). Beim Menschen bildeten sich **4 Grundgewebetypen**, das Epithel-, Binde- und Stütz-, Muskel- und Nervengewebe. Durch den Zusammenschluss mehrerer Gewebetypen zu **Organen** (z.B. besteht der Magen aus Epithel-, Muskel- und Nervengewebe) und verschiedener Organe zu **Organsystemen** (z.B. der Verdauungstrakt mit Organen, wie Mund, Speiseröhre, Magen, Darm, Leber, Galle, Bauchspeicheldrüse) erfolgte dann ein weiterer Entwicklungsvorteil. Das führte zu effektiver und energiesparender Zusammenarbeit.

### 1.1.2 Befruchtung und Entstehung der drei Keimblätter

Nach der Befruchtung bildet sich zunächst 1 **Zygote** aus der sich anschließend 2 Blastomeren als Tochterzellen entwickeln. In der Folge mitotischer Teilung entwickeln sich weitere Blastomeren in Form einer **Morula**. In der Folge kommt es schon zu **Differenzierungen**: Zentrale Zellen entwickeln

die Embryonalanlage (**Embryoblast**) und äußere Zellen die Ernährungszellen (**Trophoblast**). Im weiteren Verlauf entwickelt sich aus dem Trophoblasten die **Zottenhaut** (Chorionepithel), die äußere Schicht der Fruchthüllen um den Embryo (Abb. 1.1).

Aus dem Embryoblasten entwickeln sich die **3 Keimblätter** Ektoderm, Entoderm und Mesoderm (Kap. 1.3). Aus diesen entwickeln sich innerhalb der Embryonalphase (4. bis 8. Entwicklungswoche) die verschiedenen Gewebearten, aus dem

- **Ektoderm**: Hautepithelien mit Anhangsgebilden, Anfang und Ende des Verdauungstraktes, das Nervensystem mit allen Sinnesorganen;
- **Mesoderm**: Herz und Gefäßsystem, Binde- und Stützgewebe, Muskulatur, Nieren, Nebennieren, Milz und Blutzellen;
- **Entoderm**: drüsige Organe, wie Schilddrüsen, Nebenschilddrüsen, Thymus, Bauchspeicheldrüse, Leber, Tonsillen, sowie die Epithelien des Darmrohres, des Kehlloches, der Atmungsorgane, des Kehlkopfes, der Harnröhre und der Harnblase.

## 1.2 Embryonal- und Fetalentwicklung

In der weiteren Entwicklung des Kindes im Mutterleib spricht man in den ersten 8/9 Wochen von einem **Embryo**, im weiteren Verlauf dann vom **Fetus**.

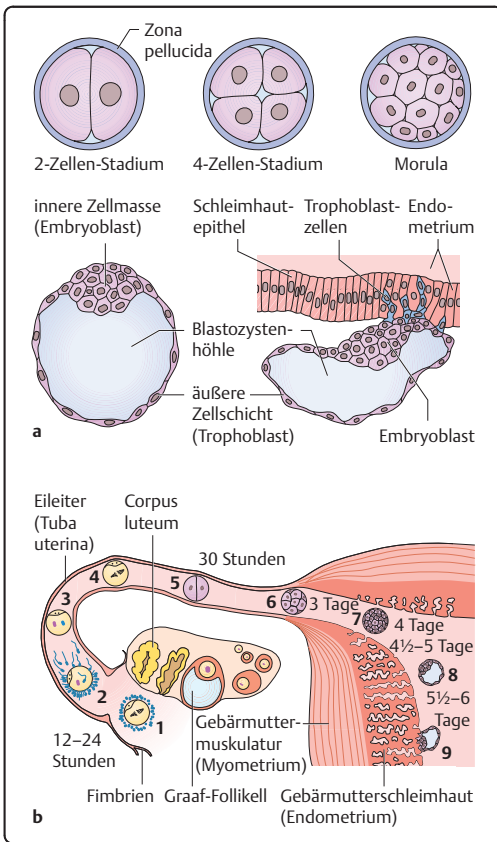
Ungefähr in der 3. Schwangerschaftswoche beginnt der **Herzschlag**, in der 8./9. Woche bilden sich die **Hirnnervenzellen**, in der 12. Woche kann das **Geschlecht** bestimmt werden.

**Reflexartige Bewegungen** beginnen ab der 10. Woche. Die Bewegungen können in diesem Moment nur reflexartig sein, da es noch keine nervale Verbindung zwischen den Extremitäten und dem Gehirn gibt. Bis zur 18. Woche sind jedoch die meisten Körperteile neural mit dem Gehirn verbunden.

Nun schluckt der Fetus das Fruchtwasser, die Geschmacksknospen entwickeln sich und das **Verdauungssystem** beginnt zu arbeiten. Dabei besteht keine Gefahr, dass der Fetus Fruchtwasser aspiriert, weil die Atmung reflexhaft blockiert ist, sobald Mund und Nase mit Wasser in Berührung kommen.

In der 21./22. Woche wird die **Großhirnrinde** angelegt und die ersten Erfahrungen werden gespeichert.

In der 24. Woche entwickeln sich die **Lungenbläschen**, deren Zellen (Pneumozyten Typ II) bis zur 30. Woche in der Lage sind, einen Oberflächenfilm (Surfactant, surface active agent) zu bilden. **Surfactant** ist eine oberflächenaktive Substanz bevorzugt aus Phospholipiden mit einem geringen Eiweißanteil, die dafür sorgt, dass die Alveolen bei der Atembewegung nicht zusammenfallen, sondern offen bleiben. Dadurch wird die Atmung erst möglich (Kap. 11.2). Die **Lungenreife** erfolgt bis zur Geburt.



**Abb. 1.1** Befruchtung, Differenzierung und Einnistung (Nidation). (aus: Faller A, Schünke M. Der Körper des Menschen: Einführung in Bau und Funktion. 15. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2008: Abb. 12.5)

### Fazit

Die Entwicklung des Menschen erfolgte von Prokaryonten über Eukaryonten zu Vielzellern. Erst bei den Vielzellern erfolgte eine Aufgabenverteilung. Im menschlichen Organismus gibt es neben der konsequenten Differenzierung zu Organen und Organsystemen weiterhin omnipotente Zellen, die als sog. Stammzellen alle Funktionen erfüllen können.

Die evolutionäre Entwicklung zu höheren Lebewesen führte zur Bildung von 4 Grundgewebetypen sowie zu Organen und Organsystemen. Die einzelnen Gewebe entwickeln sich nach der Befruchtung aus 3 embryonalen Keimblättern.

**Pathologie****Frühgeburt**

Vor der 30. Woche, wenn der Surfactant noch fehlt und der Säugling nicht atmen kann, muss dieser ärztlicherseits verabreicht bzw. die Bildung durch Gabe von Kortison angeregt werden.

In den Wochen 24–26 sind **Innen- und Mittelohr** vollständig ausgebildet. Das Kind hört die Atemgeräusche der Mutter, aber auch Geräusche von außen. Bald danach erkennt der Fetus die Stimme seiner Mutter. Ab der 26. Woche öffnet das Kind die **Augen** und besitzt Augenlider. Nachdem sich in der 28. Woche der Gewebepfropf aus den Nasenlöchern gelöst hat, kann der Fetus riechen.

Bis zur 34. Woche ist beim männlichen Fetus der Hoden in den Hodensack abgestiegen. Der Saugreflex bildet sich aus.

**1.2.1 Geburt**

Durch das bei der Lungenreifung gebildete **Surfactant-Eiweiß** im Fruchtwasser wird die Bildung von **Oxytocin** angeregt. Oxytocin führt zu **Gebärmutterkontraktionen** (Kap. 15.5.5) und löst die Geburt des Kindes und der Plazenta aus.

Während der Schwangerschaft wurde das Kind vom mütterlichen Organismus aus versorgt. Nach der Geburt muss es lebenswichtige Funktionen, wie Atmung, Verdauung, Temperaturregulation, selbst übernehmen.

**1.2.2 Beginn der Atmung**

Im **fetalen Kreislauf** bekommt das Kind den notwendigen Sauerstoff durch das mütterliche Blut, denn der Fetus hat noch keine eigenständige Atmung. Die fetale Lunge wird lediglich minimal durchblutet. Das Herz-Kreislauf-System und die Lungen sind darauf eingestellt.

Das fetale Blut gelangt vom rechten Herzen in geringem Umfang über die Lungen ins linke Herz, in der Hauptsache aber geschieht das über das **Fo-**

**ramen ovale**. Das übrige Blut gelangt über den **Ductus arteriosus Botalli** (auch Ductus Botalli) in die Aorta. Dadurch ist der Druck im rechten Herzen höher als im linken Herzen (Kap. 12.1.6)

Beim Durchtritt des Kindes durch das mütterliche Becken wird der Brustkorb fest zusammengedrückt und das Fruchtwasser aus der Lunge gepresst.

- Nach der Geburt dehnt sich der Brustkorb wieder aus. Damit holt das Kind erstmalig Luft.
- Zusätzlich fördern Kälte- und Geräuschreize den Atemimpuls.
- Auch die Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin forcieren einen ersten Atemzug durch die entstehende Sauerstoffunterversorgung des kindlichen Organismus.

Durch den 1. Atemzug kehren sich die Druckverhältnisse im Herz-Kreislauf-System um. Die Lunge entfaltet sich und damit entwickelt sich der Lungenkreislauf (kleiner Kreislauf). Durch den Druck des Blutes, das aus der Lunge ins linke Herz gelangt und von dort durch die Aorta in den Körperkreislauf, erhöht sich der Druck im linken Herzen derart, dass der Druck im rechten Herzen geringer wird (Kap. 12.1.6).

Der Ductus arteriosus Botalli schließt sich und ebenso sollte sich das Foramen ovale innerhalb von 2,5 Jahren schließen.

**Pathologie****Plötzlicher Kindstod**

Dieser tritt am häufigsten im 1. Lebensjahr, in 80 % der Todesfälle vor dem 6. Lebensmonat, auf; männliche Säuglinge sind stärker betroffen als weibliche. Einer Studie aus USA zufolge gab es bei 99 % der betroffenen Kinder Risikofaktoren. Risikofaktoren sind u. a. Nikotin und Bauchlage, da der Atemantrieb durch beides vermindert werden kann.

 **Fazit**

Die Entwicklung des Embryos (bis zur 9. Woche) und in der Folgezeit des Fetus dauert 40 Wochen. Im Großen und Ganzen werden in der Embryonalzeit die Organe angelegt, in der Fetalzeit erfolgen Wachstum und Reifung. Im fetalen Kreislauf sind die Lungen lediglich minimal durchblutet, die Sauerstoffversorgung erfolgt durch das mütterliche Blut. Der Druck im rechten Herzen ist höher als im linken Herzen. Nach der Geburt entwickelt sich durch die eigene Lungenatmung der kleine Kreislauf und der Druck im linken Herzen wird größer als im rechten Herzen. Die Umgehungskreisläufe schließen sich. Oxytocinausschüttung führt zu Uteruskontraktionen, sodass die Geburt ausgelöst wird.

## 1.3 Differenzierung der Körpergewebe

Die 4 Grundtypen menschlichen Körpergewebes, die sich im Laufe der Evolution entwickelt haben, sind das Epithel-, Binde- und Stütz- sowie Muskel- und Nervengewebe.

### 1.3.1 Epithelgewebe

Das Epithelgewebe entwickelt sich aus allen 3 Keimblättern und bedeckt innere und äußere Oberflächen des Körpers.

Es werden je nach Funktion folgende Epithelien unterschieden:

- Oberflächen- oder Deckepithel
- Drüsenepithel
- Resorptionsepithel
- Sinnesepithel

#### 1.3.1.1 Oberflächen- oder Deckepithel

Das Oberflächenepithel kleidet äußere und innere Oberflächen des Körpers aus. Es besteht aus festen Zellverbänden, die auf einer Basalmembran aufsitzen und ausschließlich durch **Diffusion** ernährt werden.

Eine **Differenzierung der Epithelien** erfolgt anhand der Form der Zellen und deren Anordnung an bzw. auf der Basalmembran sowie anhand der Struktur der freien Zelloberfläche. So gibt es platte (Plattenepithel), kubische oder isoprismatische und zylindrische oder hochprismatische (Zylinderepithel) Epithelzellen. Diese Zelltypen können einschichtig, mehrschichtig oder mehrreihig vorkommen (Kap. 17.5):

**Einschichtiges Epithel** Dies besteht aus einer Zelllage. Einschichtiges Plattenepithel kommt vor an serösen Häuten oder als Endothel in den Gefäßen und Herzinnenhaut. Einschichtiges isoprismatisches Epithel dient vorwiegend Resorptions- und Sekretionsaufgaben, z. B. in den Nierenkanälchen; einschichtiges hochprismatisches Epithel kommt z. B. im Magen-Darm-System vor und mit Flimmerhärchen (Kinozilien) besetzt, z. B. in den Eileitern und Bronchien. Finden sich viele Ausstülpungen auf der freien Zelloberfläche spricht man von Mikrovilli.

**Mehrschichtiges Epithel** Bei mehrschichtigen Epithelien berührt nur die unterste Schicht die Basalmembran, alle anderen Zellen liegen schichtweise übereinander. Bei diesen Epithelien kann es an den obersten Schichten zur Verhornung kommen, die dem Schutz der obersten Haut dient. Mehrschichtiges Plattenepithel kommt an beanspruchten Stellen vor, z. B. Mundhöhle, Speiseröhre, Vagina, Anus. Mehrschichtiges hochprismatisches Epithel kommt eher selten vor, so z. B. am Gaumen oder Kehledeckel.

**Mehrreihiges Epithel** In mehrreihigen Epithelien berühren alle Zellen die Basalmembran. Im Gegensatz zu den anderen Epithelien erreichen hier aber nicht alle Zellen die Epitheloberfläche. Mehrreihig hochprismatisches Epithel findet sich in den Luftwegen, einigen Drüsenausführungsgängen und Teilen des Urogenitalsystems.

Eine Sonderform stellt das sog. **Übergangsepithel** dar. Es kommt lediglich in den ableitenden Harnwegen vor und kann sich den verschiedensten Füllungszuständen anpassen – große Füllung, Verminderung der Zellreihen, geringe Füllung, Zunahme der Zellreihen.

### 1.3.1.2 Drüsenepithel

Drüsenepithelien sind sekretbildende Zellverbände oder Einzelzellen, die ihre Sekrete entweder in Hohlgänge (Pankreasenzyme, Magensekrete; Kap. 9.5), auf andere Epithelien (Schweiß) oder direkt ins Blut (Gastrin, Insulin; Kap. 6.1, Kap. 9.5) abgeben. Drüsen, die ihre Sekrete in Hohlgänge oder andere Epithelien abgeben, nennt man exokrin, diejenigen, die ihre Sekrete direkt ins Blut abgeben, endokrine Drüsen.

Je nach **Abgabe des Sekrets** unterscheidet man:

- **ekkrine Sekretion:** Sekretabgabe ohne Membran- oder Zytoplasmaverlust, z.B. die Speicheldrüsen und alle endokrinen Drüsen
- **apokrine Sekretion:** Zytoplasmaverluste durch Umwandlung eines Teils des Zytoplasmas, z.B. bei der Milchdrüse
- **holokrine Sekretion:** Umwandlung gesamter Zellen in Sekret, z.B. bei Talgdrüsen

**Exokrine Drüsen** bilden verschiedene Produkte. Man findet z.B. enzymproduzierende Drüsen sowie Schleim-, Talg-, Schweißdrüsen. Nach ihrer Form können die exokrinen Drüsen weiterhin unterteilt werden in einfache, verzweigte, zusammengesetzte, alveoläre oder azinöse Drüsen.

**Endokrine Drüsen** produzieren **Hormone**, die über die Blutbahn ihre Zielorgane erreichen (Kap. 6.1).

### 1.3.1.3 Resorptionsepithelien

Resorptionsepithelien sind spezielle Epithelzellen, die zur Aufnahme von Stoffen Mikrovilli enthalten, um die Resorptionsfläche zu vergrößern (Kap. 9.2).

### 1.3.1.4 Sinnesepithel

Das Sinnesepithel wird bei den Sinnesorganen besprochen (Kap. 17).

### Fazit

Oberflächenepithelien können verschiedene Formen und Anordnungen haben. Sie besitzen eine Basalmembran, von der aus die Ernährung per Diffusion erfolgt. Sie kommen im gesamten Organismus und der äußeren Haut vor. Drüsenzellen produzieren Sekrete, die sie entweder in Hohlgänge oder andere Epithelien (exokrin) oder ins Blut abgeben (endokrin). Resorptionsepithelien dienen der Stoffaufnahme, die über Mikrovilli gewährleistet wird. Sinnesepithelien sind spezifisch angepasst an die Rezeption der entsprechenden Sinnesreize.

### 1.3.2 Binde- und Stützgewebe

Das Binde- und Stützgewebe entwickelt sich fast ausschließlich aus dem **mittleren Keimblatt** (Mesoderm) des embryonalen Gewebes und setzt sich zusammen aus festen (Zellen, Fasern) und flüssigen (extrazellulären) Bestandteilen (Wasser mit darin gelösten Mineralstoffen und wasserbindenden Substanzen).

**Zelluläre Bestandteile** sind Fibroblasten und Fibrozyten sowie Zellen des Abwehrsystems, z.B. Makrophagen, Lymphozyten, Granulozyten und Mastzellen als bewegliche Zellen (S.257).

Das **extrazelluläre Gewebe** besteht aus Fibroblasten (Bindegewebszellen) mit hohen Polysaccharidanteilen, sog. Proteoglykanen, aus Fasern, bestehend aus Strukturproteinen Kollagen und Elastin und Ankerproteinen (Glykoproteine), die ihm visköse bis feste Eigenschaften verleihen, da sie Wasser und Ionen binden.

Je nach Art der extrazellulären Elemente fällt das Binde- und Stützgewebe sehr unterschiedlich aus. Es kann sehr flüssig sein, aber auch sehr fest. Das liegt an der Art und der Menge der vorherrschenden **Fasern und Mineralien**: Je nach Art der vorherrschenden Fasern wird es eingeteilt in embryonales, retikuläres, fettes und faseriges Bindegewebe; das Stützgewebe wird nach Art der vorherrschenden Fasern und zusätzlicher Einlagerung von Mineralstoffen unterteilt in Knorpel,

Tab. 1.2 Binde- und Stützgewebe.

Gewebetyp	Charakterisierung
Bindegewebe	embryonales Bindegewebe (mesenchymal, gallertartig)
	retikuläres Gewebe (mit mobilen Zellen)
	Fettgewebe: <ul style="list-style-type: none"> <li>• weiß</li> <li>• braun</li> </ul>
	faseriges Gewebe: <ul style="list-style-type: none"> <li>• locker</li> <li>• straff (Sehnen und Bänder)</li> </ul>
Stützgewebe	Knorpelgewebe: <ul style="list-style-type: none"> <li>• hyalines (Nase)</li> <li>• elastisches (Ohr)</li> <li>• kollagen-faseriges (Symphyse)</li> </ul>
	Knochengewebe und Zahnzement
	Dentin

Knochen (Kap. 8.1), Zahnzement und Zahnbein (Dentin; Tab. 1.2).

1.3.2.1 Zellen des Bindegewebes

Aus embryonalen, omnipotenten Zellen des mittleren Keimblattes können sich gewebespezifische Zellen differenzieren, die bei Regenerationsprozessen eine Rolle spielen.

Man unterscheidet **Blasten**, definiert als aufbauende oder die Matrix sezernierende Zellen, z.B. Fibroblasten als Bindegewebszellen, Chondroblasten für den Aufbau der Knorpel, Osteoblasten für den Knochenaufbau, Lymphoblasten für den Aufbau eines Teils der Abwehrzellen im Blut, und **Zyten** als ruhende oder inaktive Zellen, z.B. Fibrozyten (Bindegewebe), Chondrozyten (Knorpel), Osteozyten (Knochen), Lymphozyten (Abwehrzellen im Blut).

1.3.2.2 Extrazelluläre Substanzen des Bindegewebes

Die Grundsubstanz des extrazellulären Gewebes besteht aus Substanzen, die ihr visköse bis feste Eigenschaften verleihen, da sie Wasser und Ionen binden.

Daneben existieren **Bindegewebsfasern**, die ihre Form erhalten durch ihren Anteil an Struk-

turproteinen. Je nach chemischen und physikalischen Unterschieden kennt man:

- retikuläre Fasern
- kollagene Fasern
- elastische Fasern

Faseriges Bindegewebe füllt Lücken aus, verbindet Organe und umhüllt Gefäße und Nerven.

**Retikuläre Fasern** sind sehr elastisch und dünn und kommen in lymphatischen und blutbildenden Organen vor und stellen einen wesentlichen Bestandteil der Basalmembranen dar.

**Kollagene Fasern** kommen fast überall im Körper vor und zeichnen sich durch eine große Zugfestigkeit aus. Beim Kochen quellen sie auf und ergeben Leim bzw. Gelatine.

**Elastische Fasern** sind verzweigt zu dreidimensionalen Netzen. Sie kommen in fast allen Bindegewebsarten vor. Sie bestehen aus dem Protein Elastin und sind extrem dehnbar. Ihr Anteil in den **herznahen Arterien** und dem **Lungengewebe** ist sehr hoch.

Die **Ankerproteine** (Glykoproteine) sorgen für eine Vernetzung der extrazellulären Matrix und verbinden Zellen und Matrix miteinander.

### 1.3.2.3 Formen des Bindegewebes

**Embryonales Bindegewebe (Mesenchym)** ist der Ursprung des späteren Bindegewebes. Es kommt ausschließlich während der **intrauterinen** Entwicklung vor. Es werden keine Fasern gebildet. Auch gallertartiges Gewebe (besondere Form des Bindegewebes) kommt nur vorübergehend vor und befindet sich in der **Nabelschnur**.

Embryonales Bindegewebe dient als Füllgewebe und ist in der Lage, viel Wasser zu binden.

#### Pathologie

##### **Nephroblastom (Wilms-Tumor)**

Ein Nierentumor bei Kindern, der sich aus verbliebenem embryonalem Nierengewebe bildet. Normalerweise verschwindet das embryonale Nierengewebe in der 36. Schwangerschaftswoche

**Retikuläres Gewebe** ist das Gerüst für die **lymphatischen Organe** und setzt sich zusammen aus retikulären Fasern und Zellen. Die Zellen sind netzartig miteinander verbunden. Sowohl Zellen als auch Flüssigkeit haben eine enge Verbindung zum Blut und der Lymphe. Die Zellen sind beteiligt an der **spezifischen Abwehr**, an der **Phagozytose** und der **Faserbildung**. Das durch sie gebildete und über den ganzen Körper verstreut vorkommende Phagozytensystem wird genauer zum **Immunsystem** besprochen (Kap. 14.3).

**Fettgewebe** kommt überall im Körper vor, indem die retikulären Zellen Fett einlagern. Dabei unterscheidet man weißes von braunem Fettgewebe. Weißes Fettgewebe wird gebraucht als **Baufett** (Nierenlager, Gesäß, Einbau in die Rippenknochen) und **Speicherfett** als Energiespeicher. Braunes Fettgewebe kommt beim **Neugeborenen** vor, um ihn vor Auskühlung zu schützen. Die Färbung erklärt sich durch den Gehalt an Karotinoiden.

### 1.3.2.4 Formen des Stützgewebes

**Knorpelgewebe** Das Knorpelgewebe entwickelt sich aus dem Mesenchym, indem die Interzellularsubstanz vermehrt und die Zellen in ihrer Form verändert werden. Diese nun runden, platten **Chondroblasten** reifen und wachsen zu **Chondrozyten**. Je nach Fasergehalt und Grundsubstanz unterscheidet man

- den am weitesten verbreiteten **hyalinen Knorpel** mit einem hohen Anteil an Flüssigkeit (Rippen, Gelenke, Wachstumsfugen, Luftröhre, Bronchien, Nase),
- den weniger verbreiteten **elastischen Knorpel** mit einem zusätzlichen elastischen Fasernetz (Ohrmuschel) und
- den widerstandsfähigen **Faserknorpel** mit einem hohen Anteil an kollagenen Fasern (Gelenkscheiben, Zwischenwirbelscheiben, Schambeinfuge).

**Knochengewebe** Das Knochengewebe erlangt seine Festigkeit durch die Einlagerung von anorganischen Substanzen wie **Kalzium** und **Phosphaten** in Form von Hydroxylapatit; daneben kommen auch noch **Fluor** und Magnesium vor (Kap. 8.1.3). Das Knochengewebe besteht aus den Knochenzellen, aus der Matrix und den Knochenfasern und bildet den organischen Anteil des Knochens.

**Zahnzement** und **Dentin** erhalten ihre Festigkeit durch einen noch höheren Anteil an anorganischen Salzen. Zahnzement findet sich an den Zahnwurzeln. Zum Zahnhals hin verliert sich der Zahnzement. Die Zahnkrone wird vom Zahnbein (Dentin, härteste Substanz des menschlichen Körpers mit einem Anteil von 99% Mineralstoffen) gebildet.

### Fazit

Das Binde- und Stützgewebe enthält neben Wasser Zellen, Fasern und Mineralstoffe. Je nach Anteil der festen zu den flüssigen Bestandteilen kann es flüssig oder fest sein bis hin zu sehr festen Geweben mit einem Mineralstoffanteil von 99 %, z. B. das Dentin. Blasten sind aufbauende Zellen; Zysten sind ruhende oder inaktive Zellen im Bindegewebe. Bindegewebsfasern bestehen aus Proteinen und verleihen dem Bindegewebe Struktur.

Embryonales Bindegewebe (Mesenchym) kommt ausschließlich bei Feten vor; retikuläres Gewebe ist das Gewebe des Abwehrsystems, Fettgewebe dient als Energiespeicher und Baufett (weiß) und als Wärmespeicher (braun). Knorpelgewebe verleiht elastische Festigkeit. Knochen- und Zahngewebe erhalten ihre Stabilität durch die Einlagerung von Kalzium, Phosphaten und Fluor.

### 1.3.3 Muskelgewebe

Das Muskelgewebe dient der **Beweglichkeit** der Extremitäten, des Rumpfes und der inneren Organe. Es setzt sich zusammen aus dem willkürlichen und dem unwillkürlichen Muskelgewebe (Kap. 8.3) sowie der Herzmuskulatur (Kap. 8.3.5).

### 1.3.4 Nervengewebe

Das Nervensystem dient der **Signalübertragung** zwischen verschiedenen Körperstrukturen. Es besteht aus den Nervenzellen und dem Stützgewebe (Gliazellen) und findet sich im zentralen Nervensystem (ZNS), wie Gehirn und Rückenmark, und in der Peripherie als peripheres Nervensystem.

Während die Nervenzellen für die Informationsübertragung zuständig sind, haben die Gliazellen Ernährungs-, Isolierungs- und Phagozytoseaufgaben. Gemeinsam bilden sie eine funktionelle Einheit (Kap. 6.2).