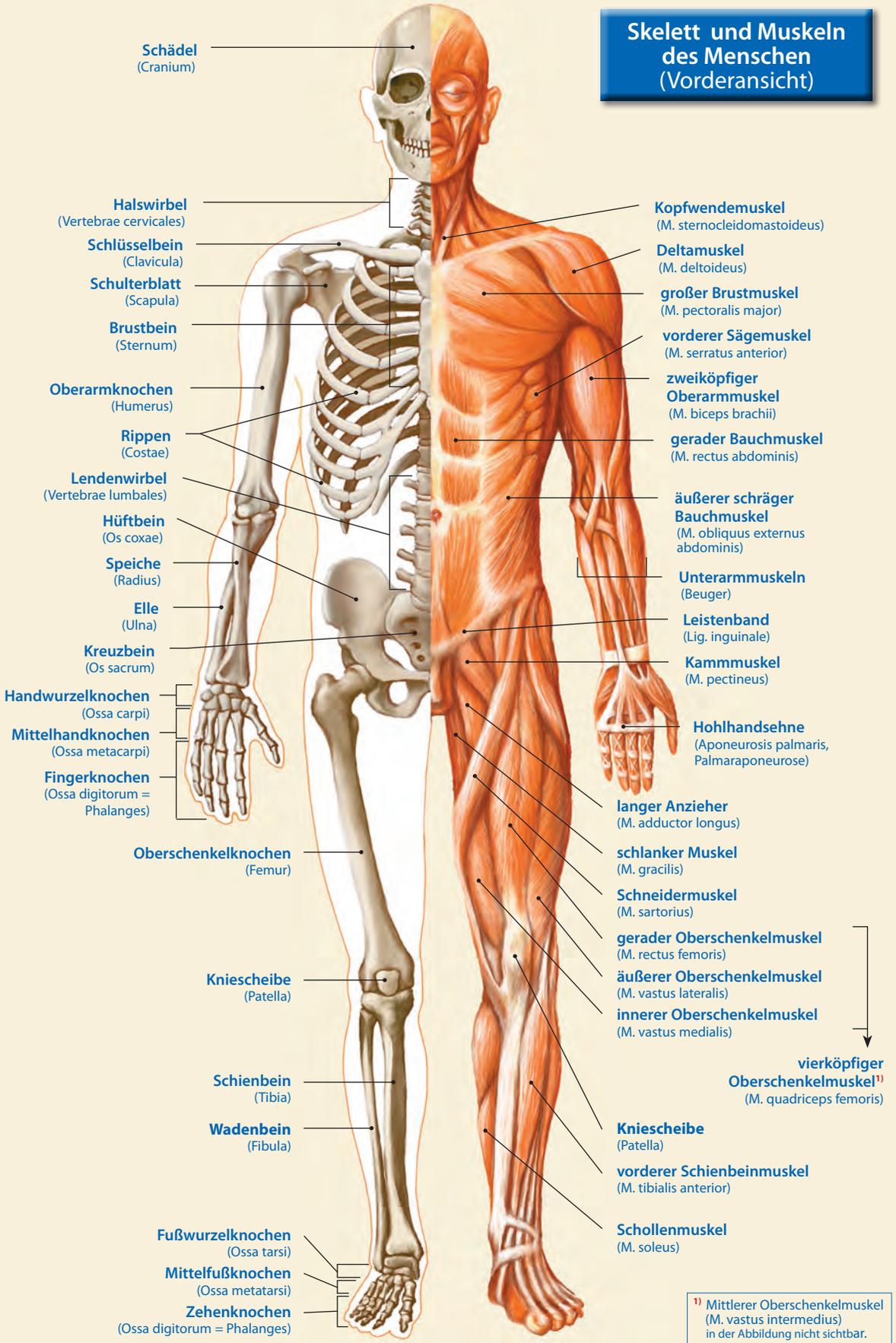


# Skelett und Muskeln des Menschen (Vorderansicht)



**Schädel**  
(Cranium)

**Halswirbel**  
(Vertebrae cervicales)

**Schlüsselbein**  
(Clavicula)

**Schulterblatt**  
(Scapula)

**Brustbein**  
(Sternum)

**Oberarmknochen**  
(Humerus)

**Rippen**  
(Costae)

**Lendenwirbel**  
(Vertebrae lumbales)

**Hüftbein**  
(Os coxae)

**Speiche**  
(Radius)

**Elle**  
(Ulna)

**Kreuzbein**  
(Os sacrum)

**Handwurzelknochen**  
(Ossa carpi)

**Mittelhandknochen**  
(Ossa metacarpi)

**Fingerknochen**  
(Ossa digitorum =  
Phalanges)

**Oberschenkelknochen**  
(Femur)

**Kniescheibe**  
(Patella)

**Schienbein**  
(Tibia)

**Wadenbein**  
(Fibula)

**Fußwurzelknochen**  
(Ossa tarsi)

**Mittelfußknochen**  
(Ossa metatarsi)

**Zehenknochen**  
(Ossa digitorum =  
Phalanges)

**Kopfwendemuskel**  
(M. sternocleidomastoideus)

**Deltamuskel**  
(M. deltoideus)

**großer Brustmuskel**  
(M. pectoralis major)

**vorderer Sägemuskel**  
(M. serratus anterior)

**zweiköpfiger  
Oberarmmuskel**  
(M. biceps brachii)

**gerader Bauchmuskel**  
(M. rectus abdominis)

**äußerer schräger  
Bauchmuskel**  
(M. obliquus externus  
abdominis)

**Unterarmmuskeln**  
(Beuger)

**Leistenband**  
(Lig. inguinale)

**Kammmuskel**  
(M. pectineus)

**Hohlhandsehne**  
(Aponeurosis palmaris,  
Palmaraponeurose)

**langer Anzieher**  
(M. adductor longus)

**schlanker Muskel**  
(M. gracilis)

**Schneidermuskel**  
(M. sartorius)

**gerader Oberschenkelmuskel**  
(M. rectus femoris)

**äußerer Oberschenkelmuskel**  
(M. vastus lateralis)

**innerer Oberschenkelmuskel**  
(M. vastus medialis)

**vierköpfiger  
Oberschenkelmuskel<sup>1)</sup>**  
(M. quadriceps femoris)

**Kniescheibe**  
(Patella)

**vorderer Schienbeinmuskel**  
(M. tibialis anterior)

**Schollenmuskel**  
(M. soleus)

<sup>1)</sup> Mittlerer Oberschenkelmuskel  
(M. vastus intermedius)  
in der Abbildung nicht sichtbar.



EUROPA FACHBUCHREIHE  
für Berufe im Gesundheitswesen

Martin Trebsdorf

# Biologie Anatomie Physiologie

Lehrbuch und Atlas

16. Auflage 2021

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL • Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG  
Düsselberger Straße 23 • 42781 Haan-Gruiten

EUROPA-Nr.: 67975

---

Autor:  
Dr. paed. Martin Trebsdorf

Anatomische Zeichnungen:  
Steffen Faust, Berlin

16. Auflage 2021  
Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-8085-6923-8

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2021 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG,, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Illustrationen, Layout und Satz: Gerhard Schäfer, Kassel  
Umschlag: tiff.any GmbH, 10999 Berlin  
Umschlagfoto: Anatomy Insider-Fotolia.com  
Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

Grundanliegen der Medizin ist es, alle im Gesundheitswesen medizinisch Tätigen zu befähigen, die Patienten als Gesamtpersönlichkeit zu sehen und dementsprechend zu behandeln. Eine fachgerechte und sachkundige Behandlung und Pflege sind aber nur möglich, wenn die Gesetzmäßigkeiten des Baus und der Funktion des menschlichen Körpers bekannt sind.

Das vorliegende Lehrbuch entspricht in Umfang und Niveau den Ausbildungsanforderungen verschiedener Bildungsgänge. Es eignet sich zum Einsatz in der Ausbildung von:

- Gesundheits- und Krankenpflegern, Kinderkrankenpflegern und Altenpflegern,
- Hebammen,
- Physiotherapeuten,
- Assistenten in der Radiologie und im Labor
- sowie ggf. Medizinischen Fachangestellten.

## Inhaltliche Schwerpunkte

Aufbauend auf den Kenntnissen aus der allgemeinbildenden Schule wird der grundsätzliche Bau des menschlichen Körpers dargestellt.

Danach werden wichtige naturwissenschaftlich-biologische Grundlagen erörtert (z. B. Zelle und ihr umgebendes Milieu, Transportprozesse im Organismus, Grundlagen der Vererbung, Gewebearten).

Es folgt die anschauliche Abhandlung der einzelnen Organsysteme und deren Funktionen.

## Didaktisches Konzept

Das vorliegende Buch ist *Lehrbuch* und *Atlas* zugleich. Die für die Ausbildung notwendigen biologischen, anatomischen und physiologischen Inhalte werden mithilfe des umfangreichen Bildmaterials treffend erklärt. Dazu befinden sich die hervorragenden anatomischen Illustrationen immer in unmittelbarer Nähe des dazugehörigen Textes.

In allen Kapiteln sind in der Regel die deutschen und *Fachbezeichnungen* sowie gebräuchliche eingedeutschte Schreibweisen aufgeführt.

*Merksätze* fassen das Wichtigste prägnant zusammen und stellen gemeinsam mit den Illustrationen eine verständliche Kurzfassung des Inhalts dar.

Eine klare und verständliche Sprache sowie präzise *Aufgabenstellungen zur Wiederholung* schärfen den Blick auf das Wesentliche und helfen, das Erlernte aus anderem Blickwinkel zu sehen.

Gut ausgewählte *klinische Bezüge* und Krankheitsbilder lockern den Text nicht nur auf, sondern zeigen, dass tiefgehende Kenntnisse der Körperfunktionen eine unabdingbare Voraussetzung für das Verstehen von Krankheiten und deren Behandlung sowie die notwendigen Pflegemaßnahmen sind.

*Zum schnellen Zugriff* finden sich auf den ersten bzw. letzten Buchseiten:

- eine übersichtliche Gliederung der Kapitel,
- zwei Übersichtszeichnungen von Skelett und Muskeln,
- eine Auflistung gebräuchlicher Fachbezeichnungen und Abkürzungen,
- ein Basiswortschatz für mittlere medizinische Fachkräfte,
- eine Auflistung wichtiger physikalischer Größen und Maßeinheiten in der Medizin,
- eine Übersicht der Blutplasmabestandteile sowie
- ein detailliertes Stichwortverzeichnis.

## Vorwort zur 16. Auflage

Jede Auflage muss den neuen Situationen gerecht werden. Deshalb wurden sämtliche Kapitel dem aktuellen Wissensstand angepasst. Größere Veränderungen betreffen diesbezüglich Zytologie, Nervengewebe, Beckenboden, Immunsystem, Regulation der Atmung, Fetalkreislauf, Nervensystem.

Eine Reihe von Bildern wurde überarbeitet oder durch aktuelle ersetzt.

Das *digitale Zusatzmaterial* (online abrufbar oder auf beiliegender CD) in Form von Abbildungen und Tabellen mit ein- und ausblendbaren Beschriftungen ist sowohl für Lehrer (zur Unterrichtsvorbereitung) als auch für Lernende (zum Üben) hilfreich.

# Erläuterungen zu den Abkürzungen und Zeichen

Fachbezeichnung	deutsche Bezeichnung
A.	Arteria
Aa.	Arteriae
Art.	Articulatio
Artt.	Articulationes
brev.	brevis
Gl.	Glandula
Gll.	Glandulae
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
long.	longus
M.	Musculus
Mm.	Musculi
maj.	major
min.	minor
N.	Nervus
Nn.	Nervi
Proc.	Processus
Procc.	Processus
R.	Ramus
Rr.	Rami
V.	Vena
Vv.	Venae

## Wichtige chemische Elemente und Verbindungen sowie funktionelle Gruppen

Chemische Elemente	Symbol
Kalzium	Ca
Chlor	Cl
Eisen	Fe
Fluor	F
Kohlenstoff	C
Magnesium	Mg
Natrium	Na
Sauerstoff	O
Stickstoff	N

Chemische Verbindungen	Symbol
Kohlendioxid	CO <sub>2</sub>
Kohlensäure	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Salzsäure	HCl
Wasser	H <sub>2</sub> O

Funktionelle Gruppen	Symbol
Aminogruppe	NH <sub>2</sub>
Carboxylgruppe	COOH
Hydroxylgruppe	OH
Phosphatgruppe	PO <sub>4</sub>
Sulfatgruppe	SO <sub>4</sub>

## Allgemeine Bezeichnungen

ATP	Adenosintriphosphat
EEG	Elektroenzephalogramm
EKG	Elektrokardiogramm
EMPS	extrapyramidal-motorisches System
NNM	Nebennierenmark
NNR	Nebennierenrinde
PNS	peripheres Nervensystem
VNS	vegetatives Nervensystem
ZNS	Zentralnervensystem

## Gelenkbewegungen

Adduktion	= Heranführen
Abduktion	= Wegführen
oder Opposition	= Gegenüberstellen
Reposition	= Zurückstellen
Flexion	= Beugen
Extension	= Strecken
oder Anteversion	= Vornehmen
Retroversion	= Zurücknehmen
Innenrotation	= Einwärtsdrehen
Außenrotation	= Auswärtsdrehen
oder Supination	= Auswärtswenden
Pronation	= Einwärtswenden

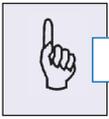
## Allgemeine Symbole und Sonderzeichen

- ↑ = Erhöhung, Anstieg, fördert
- ↓ = Reduzierung, Abfall, hemmt
- [ ] = Konzentrationsangabe
- ➔ = siehe
- μ = mü = 10<sup>-6</sup> m
- Δ = Differenz
- ∅, d = Durchmesser

Besonders hervorgehoben sind einzelne Passagen mit folgenden Markierungen:

**Praxis** Passagen mit dieser Markierung sind Informationen, die einen Praxisbezug darstellen.

**Merke** Die Merksätze stellen zusammen mit den Bildern eine Kurzversion des Inhaltes dar, welche sowohl das Lernen auf das Wesentliche lenkt als auch eine gute Wiederholung für Prüfungen ermöglicht.



Vorwort

3



Erläuterungen zu den Abkürzungen und Zeichen

4

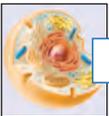


1

Überblick über den Aufbau des menschlichen Körpers

13

- 1.1 Kurzdarstellung der biologischen, anatomischen und physiologischen Wissenschaften 14
- 1.2 Anatomische Nomenklatur 16
- 1.3 Gestaltgliederung des menschlichen Körpers und seine hierarchische Organisation 16
- 1.4 Lage- und Richtungsbezeichnungen 19
- 1.5 Wachstum und Entwicklung 21
- Fragen zur Wiederholung 24



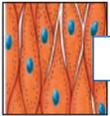
2

Die Zelle und ihr umgebendes Milieu

25

- 2.1 Merkmale lebender Zellen 25
- 2.2 Die Umgebung der Zelle (extrazelluläre Flüssigkeit, EZF) und intrazelluläre Flüssigkeit (IZF) 26
  - 2.2.1 Flüssigkeitsräume des Körpers und Körperflüssigkeiten 26
  - 2.2.2 Das innere Milieu 27
  - 2.2.3 Säure-Basen-Haushalt, pH-Wert, Pufferung 28
- 2.3 Chemische Zusammensetzung tierischer Zellen 30
  - 2.3.1 Wasser (H<sub>2</sub>O) 30
  - 2.3.2 Mineralstoffe 32
  - 2.3.3 Kohlenhydrate 33
  - 2.3.4 Lipide 36
  - 2.3.5 Aminosäuren und Eiweiße (Proteine) 39
- 2.4 Prokaryontenzelle und Eukaryontenzelle 43
- 2.5 Allgemeiner Bau und Funktion der Zelle 44
  - 2.5.1 Die Zellmembran 44
  - 2.5.2 Grundplasma (Zytosol) 47
  - 2.5.3 Zellkern (Nukleus) – Kommandozentrale der Zelle 47
  - 2.5.4 Zellorganellen (Funktionsbezirke einer Zelle) 49
  - 2.5.5 Bewegung von Zellen 54
  - 2.5.6 Zusammenhalt von Zellen 56

2.5.7	Transportprozesse im Organismus	56
2.5.8	Zellteilungen	61
2.6	Genetik (Vererbungslehre)	68
2.6.1	Nukleinsäuren als Trägerstoff der Erbinformation	68
2.6.2	Identische Verdopplung (Reduplikation, Replikation) der DNA	71
2.6.3	Genetischer Code	72
2.6.4	Realisierung der Erbinformation (Proteinbiosynthese)	73
2.6.5	Gesetzmäßigkeiten der Vererbung – Mendel-Erbregeln	75
2.6.6	Mutationen und Modifikationen	77
	Fragen zur Wiederholung	81

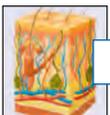


## 3

### Gewebe

83

3.1	Epithelgewebe (Deckepithel, Oberflächenepithel, Schutzepithel)	83
3.2	Binde- und Stützgewebe	86
3.2.1	Bindegewebe	87
3.2.2	Stützgewebe	89
3.2.2.1	Knorpelgewebe	89
3.2.2.2	Knochengewebe	91
3.3	Muskelgewebe	98
3.3.1	Glattes Muskelgewebe	98
3.3.2	Quer gestreiftes Muskelgewebe	99
3.3.3	Herzmuskelgewebe	100
3.4	Nervengewebe	101
3.4.1	Nervenzelle (Neuron)	102
3.4.2	Grundlagen der Erregungsphysiologie	105
	Fragen zur Wiederholung	110



## 4

### Hautsystem (Häute und Drüsen)

111

4.1	Äußere Haut	111
4.1.1	Schichten der äußeren Haut	111
4.1.2	Gefäßversorgung	115
4.1.3	Haut als Sinnesorgan	115
4.1.4	Altersveränderungen der Haut	116
4.2	Anhangsorgane der Haut	116
4.2.1	Hautdrüsen (Glandulae cutis)	116
4.2.2	Haare (Pili)	118
4.2.3	Nägel	120
4.3	Schleimhaut (Tunica mucosa)	121
4.4	Seröse Haut (Tunica serosa, Serosa) und seröse Höhlen	122
4.5	Drüsen (Überblick)	123
	Fragen zur Wiederholung	126



<b>5</b>	<b>Stütz- und Bewegungssystem</b>	<b>127</b>
5.1	Allgemeine Knochenlehre	127
5.1.1	Aufgaben der Knochen	127
5.1.2	Knochentypen	127
5.1.3	Bau eines Knochens	128
5.1.4	Knochenverbindungen (Juncturae)	129
5.2	Allgemeine Muskellehre	135
5.2.1	Bau und Hilfseinrichtungen des Skelettmuskels	135
5.2.2	Kontraktion des Skelettmuskels	137
5.3	Spezielle Knochen- und Muskellehre	140
5.3.1	Wirbelsäule (Columna vertebralis)	140
5.3.2	Brustkorb (Thorax)	147
5.3.3	Schultergürtel und Arm (obere Extremität)	149
5.3.4	Beckengürtel und Bein (untere Extremität)	158
5.3.5	Kopf (Caput)	169
	Fragen zur Wiederholung	178



<b>6</b>	<b>Leibeswand und Beckenboden</b>	<b>181</b>
6.1	Rücken	181
6.2	Brustwand	181
6.3	Vordere seitliche Bauchwand	182
6.4	Leistenregion (Regio inguinalis, Leiste)	183
6.5	Beckenboden	184
	Fragen zur Wiederholung	186



<b>7</b>	<b>Die großen Körperhöhlen</b>	<b>187</b>
7.1	Brusthöhle (Cavitas thoracis)	188
7.2	Bauchhöhle (Cavitas abdominis)	188
7.2.1	Bauchfell (Peritoneum)	188
7.2.2	Lage der Bauchorgane	190
7.3	Beckenhöhle (Cavitas pelvis)	193
	Fragen zur Wiederholung	193



<b>8</b>	<b>Hals (Collum)</b>	<b>195</b>
8.1	Bau	195
8.2	Leitungsbahnen	197
	Fragen zur Wiederholung	198



## 9

## Kreislaufsystem

199

9.1	Aufgaben (Überblick)	199
9.2	Das Blut	199
9.2.1	Blutzellen (Blutkörperchen)	200
9.2.2	Blutplasma	203
9.3	Physiologie des Blutes	204
9.3.1	Transportfunktion	204
9.3.2	Blutstillung (Hämostase)	204
9.3.3	Fibrinolyse	206
9.3.4	Blut und körpereigenes Abwehrsystem (Immunsystem)	206
9.3.4.1	Abwehrmechanismen im Überblick	206
9.3.4.2	Anatomische und physiologische Grundlagen	207
9.3.4.3	Zellen und Botenstoffe des Abwehr- bzw. Immunsystems	213
9.3.5	Unspezifische (allgemeine) Abwehr	218
9.3.5.1	Äußerer Schutzwall (mechanische und biochemische Barrieren)	218
9.3.5.2	Unspezifische zelluläre Abwehr	218
9.3.5.3	Unspezifische humorale Abwehr	219
9.3.5.4	Spezifische zelluläre Abwehr	221
9.3.5.5	Spezifische humorale Abwehr	222
9.3.6	Immunisierung	225
9.3.7	Gestörte Immunreaktionen	225
9.3.8	Blutgruppen des Menschen	225
9.4	Das Herz (Cor)	229
9.5	Gefäßsystem	233
9.5.1	Blutgefäßsystem	233
9.5.2	Blutkreislauf	236
9.5.3	Arterien und Venen des Lungenkreislaufs	238
9.5.4	Arterien des Körperkreislaufs und ihre Versorgungsgebiete	238
9.5.5	Venen des Körperkreislaufs und ihre Einzugsgebiete	242
9.5.6	Lymphgefäßsystem	243
9.6	Physiologie des Kreislaufsystems	247
9.6.1	Erregung des Herzens	247
9.6.2	Mechanik der Herztätigkeit	250
9.6.3	Funktion der Gefäße	253
9.6.4	Regulation des Blutkreislaufs	258
	Fragen zur Wiederholung	262



## 10

## Stoff- und Energiewechsel

265

10.1	Autotrophe und heterotrophe Assimilation	265
10.2	Enzyme und Koenzyme (Kofaktoren) im Stoff- und Energiewechsel	266

10.3	Wege und Ausmaße des Stoff- und Energiewechsels	270
10.3.1	Abbau und Synthesewege der Triglyzeride (Neutralfette)	270
10.3.2	Abbau der Aminosäuren	271
10.3.3	Abbau und Synthesewege der Kohlenhydrate	271
10.4	Dissimilation – Stoffwechselwege zur Energiefreisetzung (Überblick)	272
	Fragen zur Wiederholung	274



## 11 Wärmehaushalt und Temperaturregulation 275

11.1	Körpertemperatur des Menschen	275
11.2	Wärmeproduktion und Wärmeabgabe	276
	Fragen zur Wiederholung	280



## 12 Atmungssystem 281

12.1	Gliederung	281
12.2	Bau der Atmungsorgane	281
12.2.1	Nase (Nasus)	281
12.2.2	Rachen (Pharynx)	282
12.2.3	Kehlkopf (Larynx)	284
12.2.4	Luftröhre (Trachea)	287
12.2.5	Lungen (Pulmones)	288
12.2.6	Brustfell (Pleura)	292
12.3	Physiologie der Atmung	293
12.3.1	Lungenbelüftung (Ventilation)	293
12.3.2	Gasaustausch	298
12.3.3	Atemgastransport	300
12.3.4	Regulation der Atmung	302
	Fragen zur Wiederholung	304



## 13 Verdauungssystem 307

13.1	Mundhöhle (Cavitas oris)	308
13.1.1	Lippen und Wangen	308
13.1.2	Zähne, Gebiss	308
13.1.3	Zunge (Lingua, Glossa)	311
13.1.4	Gaumen (Palatum)	312
13.1.5	Mundspeicheldrüsen	313
13.2	Speiseröhre (Ösophagus)	314
13.3	Magen (Gaster, Ventrikulus)	316
13.4	Dünndarm (Intestinum tenue)	318
13.5	Dickdarm (Intestinum crassum)	321

13.6	Leber (Hepar)	324
13.7	Bauchspeicheldrüse (Pankreas)	328
13.8	Physiologie der Verdauung	330
13.8.1	Verdauungsvorgänge in der Mundhöhle	330
13.8.2	Verdauungsvorgänge im Magen	333
13.8.3	Verdauungsvorgänge im Dünndarm	333
13.8.4	Verdauungsvorgänge im Dickdarm	336
13.8.5	Regulation der Verdauung	337
13.8.6	Funktionen der Leber (Überblick)	339
	Fragen zur Wiederholung	342



## 14 Harnsystem 345

14.1	Niere (Ren, Nephron)	346
14.2	Harnleiter (Ureter)	350
14.3	Harnblase (Vesica urinaria)	351
14.4	Harnröhre (Urethra)	353
14.5	Physiologie der Niere	354
	Fragen zur Wiederholung	361



## 15 Geschlechtssystem (Genitalsystem) 363

15.1	Männliche Geschlechtsorgane	363
15.1.1	Innere männliche Geschlechtsorgane	363
15.1.2	Äußere männliche Geschlechtsorgane	366
15.2	Weibliche Geschlechtsorgane	369
15.2.1	Innere weibliche Geschlechtsorgane	369
15.2.2	Äußere weibliche Geschlechtsorgane	373
15.3	Fortpflanzung und Individualentwicklung des Menschen bis zur Geburt (Überblick)	375
	Fragen zur Wiederholung	385



## 16 Hormonsystem (Endokrines System) 387

16.1	Regulationsfunktionen der Hormone	387
16.2	Hormongruppen	391
16.2.1	Hormone des Hypothalamus und der Hypophyse	391
16.2.2	Hormone des Hypophysenvorderlappens	393
16.3	Periphere Hormondrüsen, die durch die glandotropen Hormone gesteuert werden	395
16.3.1	Schilddrüse (Glandula thyroidea) und die Hormone Thyroxin (T <sub>4</sub> ) und Trijodthyronin (T <sub>3</sub> )	395

16.3.2	Nebennieren und ihre Hormone	397
16.3.3	Keimdrüsen, Sexualhormone und Menstruationszyklus	399
16.4	Periphere Hormondrüsen, die nicht durch die glandotropen Hormone gesteuert werden (Pankreas, Nebenschilddrüse)	404
16.4.1	Blutzuckerregulation	404
16.4.2	Hormonelle Regulation des Mineralhaushalts (Überblick)	406
	Fragen zur Wiederholung	407



17

Sinnessysteme

409

17.1	Aufnahme und Verarbeitung von Reizen	409
17.2	Oberflächen- und Tiefensensibilität einschließlich Schmerz	410
17.3	Chemische Sinne (Geschmack und Geruch)	416
17.4	Hör- und Gleichgewichtssinn	417
17.4.1	Das Ohr (Auris)	417
17.4.2	Gleichgewichtssinn	420
17.4.3	Gehörsinn	422
17.4.4	Physiologie des Hörens	424
17.5	Gesichtssinn (optischer oder visueller Sinn)	425
17.5.1	Bau des Auges	425
17.5.2	Schutz- und Bewegungsapparat des Auges	429
17.5.3	Physiologie des Sehens	433
	Fragen zur Wiederholung	437



18

Nervensystem

439

18.1	Gliederung	439
18.2	Rückenmark (Medulla spinalis)	440
18.2.1	Lage und Form	440
18.2.2	Graue und weiße Substanz	440
18.2.3	Rückenmarkssegmente	443
18.3	Gehirn (Encephalon)	444
18.3.1	Masse, Lage, Form, Gliederung	445
18.3.2	Endhirn (Telencephalon oder Großhirn (Cerebrum))	446
18.3.3	Zwischenhirn (Diencephalon)	452
18.3.4	Mittelhirn (Mesencephalon)	453
18.3.5	Brücke (Pons)	455
18.3.6	Kleinhirn (Cerebellum)	455
18.3.7	Verlängertes Mark (Medulla oblongata)	456
18.3.8	Netzsubstanz (Formatio reticularis) und aufsteigendes retikuläres aktivierendes System (ARAS)	456
18.4	Hirnkammern (Ventriculi cerebri)	457
18.5	Schutzeinrichtungen des ZNS	458

# Inhaltsverzeichnis

---

18.6	Gehirn-Rückenmarks-Flüssigkeit (Liquor cerebrospinalis)	460
18.7	Blutversorgung des Gehirns und des Rückenmarks	461
18.8	Leitungsbahnen des ZNS	463
18.8.1	Sensible Leitungsbahnen	463
18.8.2	Motorische Leitungsbahnen	465
18.9	Peripheres Nervensystem (PNS)	468
18.9.1	Hirnnerven	468
18.9.2	Rückenmarksnerven (Nn. spinales)	473
18.10	Sensomotorische Funktionen des ZNS	477
18.10.1	Reflexe	477
18.10.2	Sensorik	483
18.10.3	Motorik	483
18.11	Vegetatives Nervensystem (VNS)	487
18.11.1	Gliederung, Bau und Organinnervation	488
18.11.2	Peripheres vegetatives Nervensystem	488
18.12	Zusammenwirken der Koordinationssysteme (Vegetatives und somatisches Nervensystem und Hormonsystem)	497
18.13	Wachsein und Schlafen	499
	Fragen zur Wiederholung	502



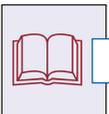
Basiswortschatz

505



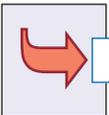
Physikalische Größen und Maßeinheiten, Bestandteile des Blutplasmas

509



Literaturverzeichnis

512



Stichwortverzeichnis

513

# 1

## Überblick über den Aufbau des menschlichen Körpers



Der *menschliche Körper* ist ein anatomisches „Kunstwerk“ aus einer Vielzahl komplexer Körpersysteme, die durch ihr aufeinander abgestimmtes Zusammenspiel die Lebensfunktionen ermöglichen.

Die genaue Kenntnis des gesunden menschlichen Körpers ist nicht nur für den Arzt, sondern alle Berufsgruppen, deren Tätigkeitsprofil mit dem Gesundheits- bzw. Krankheitszustand des Menschen unmittelbar oder mittelbar zu tun hat, von großer Bedeutung.

Solide Kenntnisse, insbesondere der Anatomie und Physiologie des Menschen, schaffen die notwendigen Voraussetzungen, die entsprechenden therapeutischen, pflegerischen und prophylaktischen Maßnahmen zur Rekonvaleszenz und Gesunderhaltung des Menschen besser zu verstehen.

**Merke** Anatomische und physiologische Kenntnisse vom Menschen sind eine wichtige Voraussetzung für alle Gesundheits- und Pflegeberufe.

### Unterschiedliche Ausprägung der Gestalt des Menschen

Bereits im Kindesalter erkennen wir, dass jeder Mensch eine Reihe äußerer Merkmale besitzt, die ihn deutlich von anderen Menschen unterscheiden.

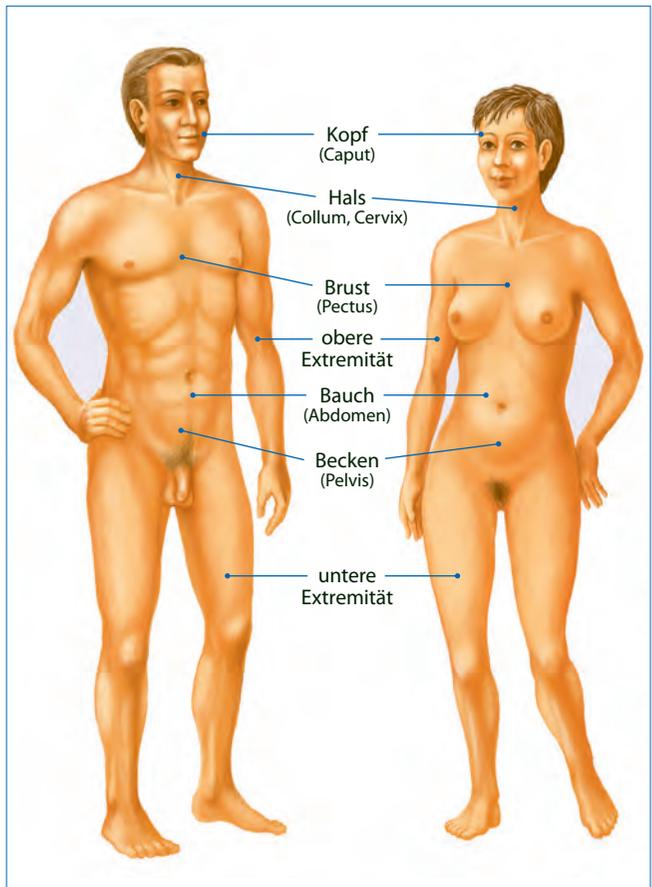
Dazu gehören:

- Körpermasse,
- Körpergröße,
- Muskelkraft,
- Haut- und Haartyp,
- Hautleistenmuster,
- Nasen- und Lippenform,

- Eiweißzusammensetzung,
- Verhaltenseigenschaften,
- Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten u. a.

Die Tatsache, dass sich Individuen einer Art im Verlauf einer Generation oder innerhalb einer Population verändern können, wird als genetische **Variabilität** bezeichnet.

**Bild 1.1** Körperbau von Mann und Frau



**Tab. 1.1 Unterschiede zwischen weiblichem und männlichem Körper**

Unterschiede	Körper der Frau	Körper des Mannes
Körpergröße	kleiner	größer
Knochen und Muskeln	schwächer	stärker
Körperform	abgerundet wegen des stärker ausgebildeten Unterhautfettgewebes (besonders an Brust, Gesäß und Hüften)	weniger abgerundet wegen des dünneren Unterhautfettgewebes, dafür treten die oberflächlichen Muskeln deutlicher hervor
Kopf	kleiner, Kiefer und Kaumuskel schwächer	größer, stärkere Ausprägung von Ober- und Unterkiefer und der Kaumuskulatur
Hals	zierlicher, Kehlkopf kleiner, Adamsapfel des Schildknorpels kaum vorgewölbt	dicker, Kehlkopf größer, deutlich hervortretender Adamsapfel
Schultern	stärker abgerundet, leicht abfallend, schmaler	breiter und kantiger
Brustkorb	enger, kürzer	weiter, länger
Rumpf	länger	kürzer
Becken	breiter	schmäler
Beine	kürzer, rundlicher, zierlichere Fußgelenke	länger, oberflächliche Muskeln sind deutlicher zu erkennen
Behaarung	schwächer	stärker; Bartwuchs
Schambehaarung	obere Grenze horizontal	spitzförmig zum Nabel laufend

Ursachen sind erbliche Rekombinationen (⇒ S. 66) und Mutationen (⇒ S. 77) bzw. nicht erbliche Modifikationen (⇒ S. 79).

Entsprechende Mittelwerte der verschiedenen Merkmale bilden die sog. **Norm** bzw. Richtschnur, die übrigens auch immer in diesem Lehrbuch dargestellt wird. Von der Norm abweichende Typen werden als **Varianten** oder **Varietäten** bezeichnet. Starke, die Funktion des Organismus beeinträchtigende Abweichungen von der Norm heißen **Missbildungen**.

Aufgrund der unterschiedlichen biologischen Funktionen treten deutliche Unterschiede zwischen Mann und Frau zutage, die im Bild 1.1 und in der Tabelle 1.1 gegenübergestellt sind.

**Merke** Die geschlechtsspezifischen Unterschiede sind genetisch festgelegt und werden maßgeblich durch die Wirkung verschiedener Hormone (auch durch künstliche Hormongaben) beeinflusst.

Aber auch unterschiedliche Verhaltensweisen, die durch Vorbilder und Erziehung geprägt werden, spielen eine wichtige Rolle.

## 1.1 Kurzdarstellung der biologischen, anatomischen und physiologischen Wissenschaften

### Biologie

**Biologie** ist die Lehre von den Lebewesen und somit ein Teilgebiet der Naturwissenschaften. Ihr Forschungsgegenstand sind die spezifischen Gesetzmäßigkeiten der Organismen, also Ursprung, Wesen, Entwicklung, Komplexität und Vielfalt der Lebenserscheinungen.

Der zunehmende Erkenntnisgewinn hat zur Herausbildung verschiedener Wissenschaftsbereiche der Biologie geführt, z. B.

- Botanik (Pflanzenkunde) – befasst sich mit dem Aufbau, Lebenszyklus, Wachstum und dem Stoffwechsel der Pflanzen;
- Zoologie (Tierkunde) – Wissenschaft, die sich mit dem Bau und den Lebensäußerungen der tierischen Lebewesen befasst;
- Taxonomie (Systematik) – erforscht vorwiegend die verwandtschaftlichen Beziehungen der Lebewesen;
- Ökologie (Naturhaushaltslehre) – Wissenschaft von den Wechselwirkungen und Wechselbeziehungen zwischen den Organismen und ihrer Umwelt.

Tab. 1.2 Teildisziplinen der Anatomie

Teildisziplinen der Anatomie	Forschungsgegenstand
Zytologie (Zellenlehre)	Zellen
Histologie (Gewebelehre)	Gewebe
Makroskopische Anatomie (= das, was man mit bloßem Auge sieht) Mikroskopische Anatomie (= das, was man nur mit Lupe und Mikroskop sieht)	Organe und Organsysteme Feinbau von Geweben und Zellen
Topografische Anatomie	Lage- und Lagebeziehungen der Organe und Organsysteme
Embryologie (Entwicklungsgeschichte)	Entwicklung des Menschen vor der Geburt (präinatale Entwicklung)

Im Zentrum unserer Betrachtungen stehen die Anatomie und Physiologie des gesunden menschlichen Körpers.

### Anatomie

Der Name „Anatomie“ leitet sich vom griechischen „anatemnein“ = zerkleinern ab und bedeutet demnach „Zerkleinerungskunst“.

In der heutigen Zeit hat die Anatomie folgende Aufgaben:

- Zergliederung des menschlichen Organismus, um die einzelnen Teile und Aspekte gesondert betrachten zu können,
- Darstellung der Wechselwirkungen zwischen Bau und Funktion,
- Beschreibung der menschlichen Entwicklung.

Die Anatomie ist ein Teilgebiet der **Morphologie**, der Wissenschaft von der äußeren Körpergestalt, dem Aufbau der Organismen und der Lagebeziehungen ihrer Organe. So gesehen ist es zweckmäßig, den Bau des menschlichen Körpers unter den folgenden 3 Aspekten zu betrachten:

1. Bausteine,
2. Lagebeziehungen,
3. Entwicklung.

Auf dieser Basis haben sich verschiedene Teildisziplinen der Anatomie entwickelt (→ Tab. 1.2).

### Physiologie

*Physiologie* ist ein Teilgebiet der Biologie, das sich mit den natürlichen Lebensvorgängen und den normalen *biochemischen*, hauptsächlich aber biophysikalischen Funktionsweisen

der Zellen, Gewebe und Organe der Lebewesen befasst. Dabei bezieht sie das Zusammenwirken dieser Vorgänge in ihre Betrachtung ein. Wichtige Disziplinen sind:

- Stoff- und Energiewechsel,
- Informationsaustausch,
- physiologische Regulationen,
- Entwicklung und Fortpflanzung.

### Biochemie

Die *Biochemie* ist ein Bestandteil der Biologie. Sie beschäftigt sich mit den chemischen Vorgängen, die sich in den Lebewesen abspielen, dem Stoff- und Energiewechsel.

Unter anderem *untersucht* die Biochemie:

- Aufbau, Synthese, Wechselwirkungen der Biomoleküle – im Mittelpunkt stehen Nukleinsäuren, Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße und deren Derivate (Abkömmlinge);
- chemische Vorgänge, die bei Lebensprozessen, wie Atmung, Verdauung, Exkretion, innere und äußere Sekretion, Bewegung u. a., ablaufen;
- die funktionelle Bedeutung der Stoffe und deren Umwandlungsprodukte;
- den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion;
- Regel- und Steuermechanismen sowie Informationsaustausch in den Zellen und im Gesamtorganismus.

Wichtige Forschungsgebiete sind z. B.: Photosynthese, Atmungskette, Eiweißsynthese, Harnstoffzyklus.

**Merke** Die Anatomie des Menschen ist die Lehre vom Bau des gesunden menschlichen Körpers.

Die Physiologie erforscht die Funktionen und Leistungen des Organismus, seiner Zellen, Gewebe, Organe und Organsysteme mit dem Ziel, die Kausalzusammenhänge zwischen Lebensvorgängen und ihrer Abhängigkeit von den Umweltwirkungen zu erkennen.

Anatomie und Physiologie ergänzen sich gegenseitig. Einerseits ist die Kenntnis der anatomischen Strukturen Voraussetzung für das Verständnis deren Funktion, andererseits werden Lage, Form und Bau der Zellen, Gewebe und Organe erst verständlich, wenn deren Funktion bekannt ist.

Die Biochemie ergründet die chemischen Vorgänge, die sich in Lebewesen abspielen.

## 1.2 Anatomische Nomenklatur

Erfahrungsgemäß haben viele, in deren Studienplan das Lehrgebiet „Anatomie“ steht, mehr oder weniger große Probleme mit den „vielen“ Fachbegriffen, welche überwiegend der lateinischen und griechischen Sprache entnommen sind.

Die Notwendigkeit des Gebrauchs von Fachbegriffen begründet sich wie folgt:

- Sie sind eindeutig definiert und werden weitgehend international verstanden.
- Sie sind häufig kürzer als die deutsche Bezeichnung und lassen sich leichter ableiten bzw. zusammensetzen.
- Zu vielen lateinischen Substantiven lässt sich ein Adjektiv bilden, z. B. Radius = Speiche, radialis = zur Speiche gehörend.

Im medizinischen Alltag wird ein Gemisch von Fach-, deutschen, eingedeutschten und abgekürzten Begriffen verwendet. Um unnötigen Schwierigkeiten im Umgang mit Fachbegriffen vorzubeugen, sollte man die folgenden 3 Hinweise beherzigen:

1. Die Betonung liegt bei den Fachbegriffen meist auf der vorletzten Silbe, nie auf der letzten, z. B. *Articulatio* = Gelenk.
2. „c“ wird vor e, ae, oe und i wie „z“, ansonsten wie „k“ gesprochen, z. B. *Caput* (Kopf) – gesprochen „Kaput“.

3. Der auf Seite 505 bis 508 ausgewiesene Basiswortschatz sollte bei Ausbildungsbeginn Schritt für Schritt wie Vokabeln auswendig gelernt werden. Dadurch bekommt man gleich einen gewissen Überblick über die Anatomie, kann Fachliteratur besser verstehen und gegenüber Patienten und Fachpersonal besser argumentieren.

## 1.3 Gestaltgliederung des menschlichen Körpers und seine hierarchische Organisation

Die *Gestalt* bezeichnet das Erscheinungsbild des Menschen als Ganzes. Jeder Baustein (Zelle, Organ etc.) hat seinen Platz an einer ganz bestimmten Stelle.

Aufgrund dessen ergibt sich die hierarchische Organisation des menschlichen Körpers (→ Bild 1.2).

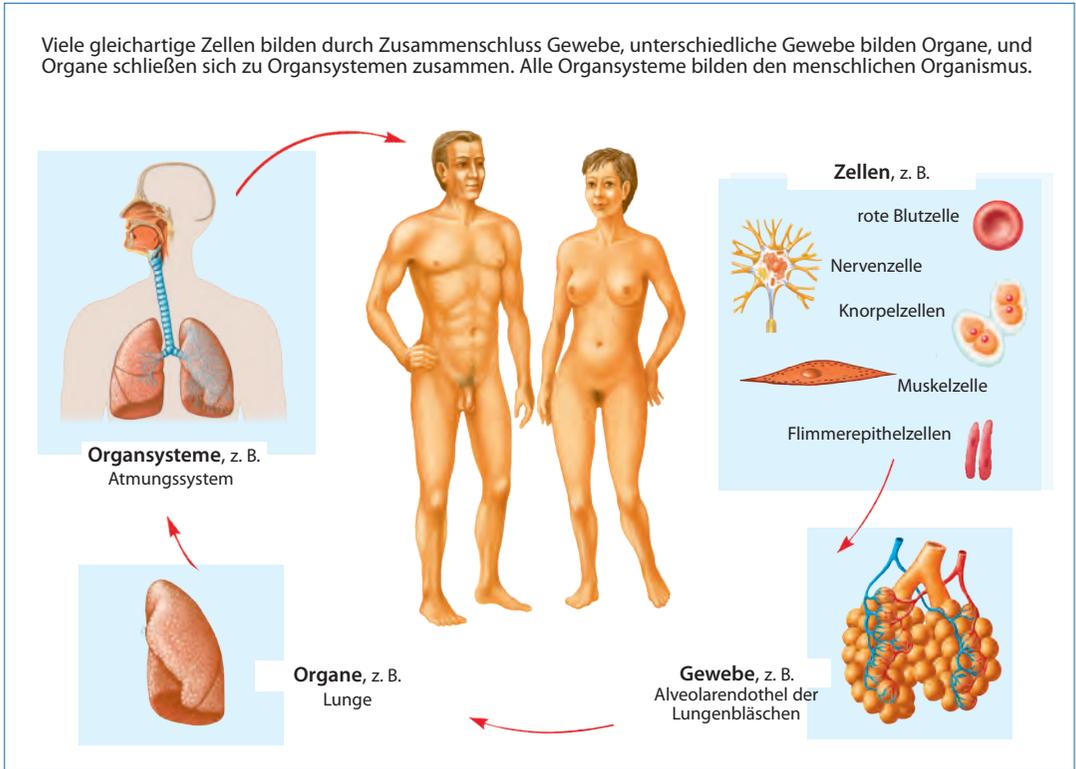
1. **Zelle:** Kleinste, sich selbst reproduzierende Bau- und Funktionseinheit des Organismus.
2. **Gewebe:** Zellverbände aus annähernd gleichartig differenzierten Zellen mit typischer Anordnung und gemeinsamer Funktion, z. B. Flimmerepithel im Eileiter für den Transport der Eizelle.
3. **Organe:** Organe entstehen durch den Zusammenschluss mehrerer Gewebe. Sie sind Träger spezieller Funktionen innerhalb der Organsysteme (z. B. der Magen im Verdauungssystem für die Speicherung der Nahrung).
4. **Organsysteme:** Funktionseinheiten aus mehreren Organen und Träger übergeordneter Elementarfunktionen (z. B. Verdauungssystem für die Verdauung).
5. **Organismus:** Individuum = Summe aller Strukturen und Funktionen.

### Gliederung des menschlichen Körpers

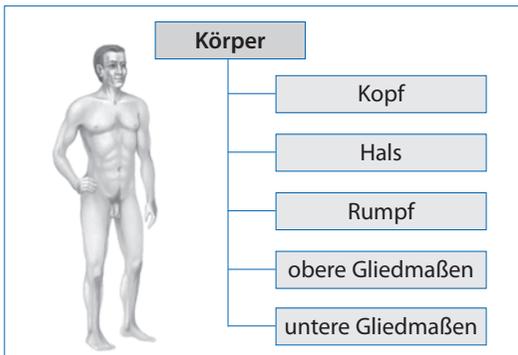
Der Körper des Menschen kann zunächst grob in 5 große Abschnitte eingeteilt werden (→ Bild 1.3). Diese werden noch weiter in kleinere Regionen untergliedert (→ Bild 1.4).

Die Körpergliederung ermöglicht eine bessere topografische Zuordnung anatomischer Strukturen in Bezug auf den Gesamtorganismus.

**Bild 1.2 Hierarchische Gliederung des menschlichen Körpers**



**Bild 1.3 Gliederung des menschlichen Körpers**



Die knöcherne Grundlage des Kopfes ist der **Schädel** (Cranium).

**2. Hals** (Collum)

Der **Hals** verbindet den Kopf mit dem Rumpf. Im Hals befinden sich:

- vorn Kehlkopf, Anfang der Luftröhre, Schilddrüse und Nebenschilddrüsen,
- hinter der Luftröhre der Anfangsteil der Speiseröhre und
- seitlich Leitungsbahnen (Nerven, Blut- und Lymphgefäße).

Die knöcherne Grundlage des Halses bilden die **7 Halswirbel** im hinteren Bereich.

**3. Rumpf** (Truncus)

Der **Rumpf** ist der zentrale Teil des menschlichen Körpers ohne Kopf, Hals und Extremitäten. Seine Teile sind: Brust, Bauch, Becken und Rücken.

**1. Kopf** (Caput)

Im **Kopf** befinden sich:

- Gehirn,
- Gehör-, Seh-, Gleichgewichts-, Geruchs- und Geschmackssinnesorgan,
- Anfangsorgane des Verdauungs- und Atmungstraktes.

# 1 Überblick über den Aufbau des menschlichen Körpers

## **Brust (Pectus), Brustkorb (Thorax)**

Die *Brust* bildet den oberen Teil des Rumpfes. In der Brusthöhle (Cavitas thoracis) befinden sich:

- rechte und linke Lunge,
- Herz,
- Endstück der Luftröhre,
- längster Teil der Speiseröhre und
- große Gefäße.

Die knöcherne Grundlage der Brust sind *Brustkorb* und *Brustwirbelsäule*.

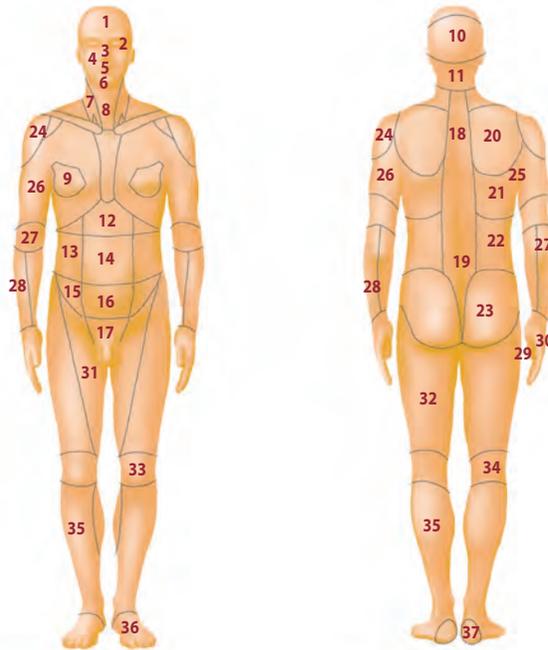
## **Bauch (Abdomen)**

Der *Bauch* ist der untere Teil des Rumpfes. In der Bauchhöhle (Cavitas abdominalis) befinden sich:

- Hauptorgane des Verdauungssystems (Magen, Dünn- und Dickdarm, Leber mit Gallenblase, Bauchspeicheldrüse) sowie
- Nieren und große Leitungsbahnen (Bauchaorta, untere Hohlvene).

Die knöcherne Grundlage ist die *Lendenwirbelsäule*.

**Bild 1.4 Körperregionen**



- 1 Stirnregion (Regio frontalis)
- 2 Augenregion (Regio orbitalis)
- 3 Nasenregion (Regio nasalis)
- 4 Wangenregion (Regio buccalis)
- 5 Mundregion (Regio oralis)
- 6 Kinnregion (Regio mentalis)
- 7 seitliche Halsregion (Regio cervicalis lateralis)
- 8 vordere Halsregion (Regio cervicalis anterior)
- 9 Brustkorbregion (Regio pectoralis)
- 10 Region über dem Hinterhauptbein (Regio occipitalis)
- 11 Nackenregion (Regio nuchae)
- 12 mittlere Oberbauchregion (Regio epigastrica)
- 13 seitliche Bauchregion (Regio lateralis)
- 14 Nabelregion (Regio umbilicalis)
- 15 Leistenregion (Regio inguinalis)
- 16 untere Bauchregion (Regio hypogastrica)
- 17 Schamregion (Regio pubica)
- 18 Wirbelsäulenregion (Regio vertebralis)
- 19 Kreuzbeinregion (Regio sacralis)
- 20 Schulterblattregion (Regio scapularis)

- 21 Region unterhalb des Schulterblattes (Regio infrascapularis)
- 22 Lendenregion (Regio lumbalis)
- 23 Gesäßregion (Regio glutea)
- 24 Deltamuskelregion (Regio deltoidea)
- 25 Achselregion (Regio axillaris)
- 26 Vorder-/Rückseite des Oberarms (Regio brachii ant./post.)
- 27 Vorder-/Rückseite des Ellenbogens (Regio cubiti ant./post.)
- 28 Unterarmregion (Regio antebrachialis)
- 29 Hohlhand (Palma manus)
- 30 Handrücken (Dorsum manus)
- 31 vordere Oberschenkelinnenseite (Trigonum femorale)
- 32 Vorder-/Rückseite des Oberschenkels (Regio femoris anterior/posterior)
- 33 Vorderseite des Knies (Regio genus anterior)
- 34 Kniekehlenregion (Regio genus posterior)
- 35 Vorder-/Rückseite des Unterschenkels (Regio cruris anterior/posterior)
- 36 Fußrücken (Dorsum pedis)
- 37 Fersenregion (Regio calcanea)

**Becken** (Pelvis)

Das *Becken* schließt den Rumpf nach unten ab. In der Beckenhöhle (Cavitas pelvis) befinden sich:

- Mastdarm (Enddarm) als letzter Abschnitt des Verdauungssystems,
- Harnblase,
- innere Geschlechtsorgane  
(*Frau*: Gebärmutter, 2 Eierstöcke, 2 Eileiter;  
*Mann*: 2 Samenleiter, 2 Samenblasen, Vorsteherdrüse).

Die knöcherne Grundlage des Beckens ist der *Beckengürtel* als Verbindungselement zu den unteren Gliedmaßen.

**Rücken** (Dorsum)

Der *Rücken* ist der hintere Teil des Rumpfes. Die knöcherne Grundlage des Rückens bilden die 12 *Brust-* und 5 *Lendenwirbel*.

**4. Obere Gliedmaßen** (Arme) = **obere Extremitäten**

Der *Arm* ist durch den Schultergürtel mit dem Rumpf sehr beweglich verbunden. Er untergliedert sich in:

- Oberarm (Brachium),
  - Unterarm (Antebrachium) und
  - Hand (Manus) mit den Fingern (Digiti minimi).
- Die knöcherne Grundlage bilden 30 *Knochen*.

**5. Untere Gliedmaßen** (Beine) = **untere Extremitäten**

Das *Bein* ist durch den Beckengürtel mit dem Rumpf beweglich verbunden. Es gliedert sich in:

- Oberschenkel (Femur),
- Unterschenkel (Crus),
- Fuß (Pes) mit den Zehen (Digiti pedis).

Die knöcherne Grundlage bilden 29 *Knochen*.

**Merke** Der Körper des Menschen kann grob in 5 große Abschnitte eingeteilt werden (⇒ Bild 1.3):

1. Kopf (Caput),
2. Hals (Collum),
3. Rumpf (Truncus),
4. obere Gliedmaßen (Extremitäten) und
5. untere Gliedmaßen (Extremitäten).

Diese lassen sich weiter in kleinere Regionen untergliedern (⇒ Bild 1.4).

Die regionale Gliederung der Körperoberfläche ist eine wichtige Hilfe für Diagnostik und Therapie.

**1.4 Lage- und Richtungsbezeichnungen**

Die *Lage-* und *Richtungsbezeichnungen* (⇒ Tab. 1.3, Bild 1.6) dienen neben den Körperregionen der eindeutigen Kommunikation und Orientierung am menschlichen Körper, um z. B. möglichst genau angeben zu können, wo sich ein bestimmtes Organ oder eine Erkrankung befinden.

Der menschliche Organismus ist wie der der Wirbeltiere bilateral-symmetrisch gebaut, d. h., er lässt sich durch eine Ebene – Medianebene genannt – in 2 äußerlich spiegelbildliche (rechte und linke) Hälften teilen. Dies ist an der Paarigkeit von Organen zu erkennen, wobei bei gleichartigen Organen häufig eine Seite dominiert (z. B. bei Dominanz der linken Hirnhälfte: Rechtshändigkeit, Rechtsbeinigkeit).

Bereits während der intrauterinen Entwicklung kommt es zu einer ganzen Reihe von Asymmetrien (z. B. Milz links, Leber rechts).

Sowohl in der Anatomie als auch Medizin ist die Lagebeschreibung anatomischer Strukturen von großer Bedeutung. Um dies möglichst exakt vornehmen zu können, verwendet man *Körperachsen* und *Körperebenen* sowie eine Reihe von *Richtungsbezeichnungen*.

Es lassen sich beliebig viele Achsen und Ebenen durch den menschlichen Körper bzw. seine Organe legen.

**Körperachsen**

*Körperachsen* sind gedachte Linien durch den menschlichen Körper. Sie werden verwendet, um Lage und Ausrichtung anatomischer Strukturen zu beschreiben.

In der Anatomie werden folgende 3 Hauptachsen verwendet (⇒ Bild 1.5):

1. *Längsachse* (Longitudinal- oder Vertikalachse oder kraniokaudale Achse); die Längsachse verläuft vom Scheitel bis zur Fußsohle, also bei aufrechtem Stand senkrecht zur Standfläche.
2. *Querachse* (Horizontal- oder Transversalachse); die Querachse verläuft von rechts nach links bzw. umgekehrt und steht senkrecht auf der Längsachse.
3. *Pfeilachse* (Sagittalachse oder dorsoventrale Achse); die Pfeilachse verläuft von hinten nach vorn bzw. umgekehrt und steht senkrecht sowohl zur Längs- als auch Querachse.