



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Schweizer Armee**

Arbeitshilfe 59.041 d

# **Der menschliche Körper**

Grundlage für den Sanitätsdienst



Stand am 01.01.2017

SAP 2553.7416





Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Schweizer Armee**

Arbeitshilfe 59.041 d

# **Der menschliche Körper**

Grundlage für den Sanitätsdienst

Stand am 01.01.2017

## Verteiler

### Persönliche Exemplare

- Angehörige der San Trp in San/Spit RS
- Angehörige des RKD in Schulen
- Einheitssanitäter im Einh San Kurs
- Fachlehrpersonal in San/Spit RS
- Pflegefachpersonal der Krk Abt
- San Of/San Of RKD Angehörige der Armee

### Unpersönliche Exemplare

- Stab Spit Bat (2)
- Spit Stabskp (2)
- Spit Kp (6)
- RKD Of in Stab Gs Vb
- LVb Log
- LBA–Sanität
- Geschäftsstelle RKD

## **Bemerkungen**

Arbeitshilfen, wie Behelfe, Handbücher, Merkblätter, Formulare und Plakate regeln im Gegensatz zu Anordnungen nicht selbständig Rechte und Pflichten für AdA. Sie dienen insbesondere der Unterstützung der Ausbildung sowie der anwenderfreundlichen Information über Rechte und Pflichten, welche in Anordnungen geregelt werden.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zellen</b> .....	<b>1</b>
1.1	Bau der Zelle .....	1
<b>1.2</b>	<b>Zelltypen</b> .....	<b>3</b>
1.3	Zellteilung .....	3
1.4	Vererbung .....	5
<b>2</b>	<b>Gewebe</b> .....	<b>6</b>
2.1	Stützgewebe .....	6
2.1.1	Bindegewebe .....	6
2.1.2	Fettgewebe .....	7
2.1.3	Knorpelgewebe .....	8
2.1.4	Knochengewebe .....	8
2.2	Epithelgewebe .....	9
2.3	Muskelgewebe .....	11
2.4	Nervengewebe .....	12
<b>3</b>	<b>Organe und Organsysteme</b> .....	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>Haut und Schleimhäute</b> .....	<b>15</b>
4.1	Haut .....	15
4.1.1	Aufgaben .....	15
4.1.2	Struktur .....	15
4.1.2.1	Oberhaut (Epidermis) .....	16
4.1.2.2	Lederhaut (Corium) .....	16
4.1.2.3	Untershaut (Subcutis) .....	16
4.1.3	Anhangsorgane der Haut .....	16
4.2	Schleimhäute .....	18
<b>5</b>	<b>Bewegungsapparat</b> .....	<b>19</b>
5.1	Skelettsystem .....	19
5.1.1	Aufbau des Knochens .....	20
5.1.2	Entwicklung des Knochens .....	21
5.1.3	Knochenformen .....	21
5.1.4	Knochenverbindungen (Haften und Gelenke) .....	22
5.1.5	Schädel .....	25
5.1.6	Wirbelsäule .....	27
5.1.7	Thorax (Brustkorb) .....	28
5.1.8	Schultergürtel .....	30
5.1.9	Becken .....	31
5.1.10	Gliedmassen (Extremitäten) .....	32
5.1.10.1	Die oberen Gliedmassen .....	32

5.1.10.2	Die unteren Gliedmassen	34
5.2	Muskulatur	36
5.2.1	Bau des Muskels	36
5.2.2	Funktion des Muskels	37
5.2.3	Muskeln und Gelenke	38
5.2.4	Schleimbeutel und Sehnscheiden	41
<b>6</b>	<b>Nervensystem</b>	<b>42</b>
6.1	Gliederung	42
6.2	Zentrales Nervensystem	42
6.2.1	Gehirn	43
6.2.1.1	Endhirn	44
6.2.1.2	Zwischenhirn	45
6.2.1.3	Mittelhirn und Brücke	45
6.2.1.4	Kleinhirn	45
6.2.1.5	Verlängertes Mark	45
6.2.1.6	Hirnnerven	45
6.2.2	Rückenmark	46
6.2.2.1	Graue Substanz	47
6.2.2.2	Weisse Substanz	47
6.2.2.3	Leitungsbahnen	48
6.3	Peripheres Nervensystem	48
6.4	Vegetatives (autonomes) Nervensystem	48
6.4.1	Funktion der Nervensysteme	48
6.4.2	Aufbau des vegetativen Nervensystems	49
6.4.2.1	Parasympathikus:	49
6.4.2.2	Sympathikus:	49
6.4.3	Wirkungen des vegetativen Nervensystems	51
6.5	Psychosomatik	51
<b>7</b>	<b>Regelkreise der Vitalfunktionen</b>	<b>53</b>
7.1	Normale Funktionen	53
7.2	Schema der Vitalfunktionen	53
<b>8</b>	<b>Atmungssystem</b>	<b>54</b>
8.1	Atmung	54
8.2	Atemwege	54
8.2.1	Nasenhöhlen	55
8.2.2	Rachen (Schlund)	56
8.2.3	Kehlkopf	57
8.2.4	Luftröhre und Bronchien	57
8.3	Lungen	58
8.3.1	Lage und Aufbau	58

8.3.2	Gasaustauschregion	59
8.3.3	Funktionsweise des Gasaustausches	61
8.3.4	Regulation der normalen Atmung	61
<b>8.3.5</b>	<b>Voraussetzungen für Atemgasaustausch</b>	<b>63</b>
8.4	Atemmechanismus	63
8.4.1	Einatmung (Inspiration)	63
8.4.2	Ausatmung (Expiration)	64
8.4.3	Zusammensetzung der Atemgase	65
8.4.4	Der Atemrhythmus	65
8.4.5	Das Atemvolumen	65
<b>8.4.6</b>	<b>Das Atemzugvolumen</b>	<b>66</b>
8.4.7	Das Atemminutenvolumen	66
8.4.8	Die Energiegewinnung	67
<b>9</b>	<b>Herz-Kreislaufsystem</b>	<b>68</b>
9.1	Herz	68
9.1.1	Lage	68
9.1.2	Aufbau	69
9.1.3	Herzschlag	70
9.1.3.1	Systole (Anspannungs-Auswurfphase)	70
9.1.3.2	Diastole (Entspannungs-Füllphase)	70
9.1.4	Herztöne	70
9.1.5	Blutkreislauf	70
9.1.5.1	Körperkreislauf	71
9.1.5.2	Lungenkreislauf	71
9.2	Blutgefäße	71
9.2.1	Bau der Blutgefäße	72
9.2.2	Arterien	72
9.2.3	Venen	73
9.2.4	Pfortader	76
9.2.5	Kapillaren	76
9.3	Lymphsystem	77
9.3.1	Lymphgefäße	78
9.3.2	Lymphknoten	78
9.4	Milz	78
<b>10</b>	<b>Hormonale Drüsen</b>	<b>79</b>
10.1	Epiphyse (Zirbeldrüse)	79
10.2	Hypophyse (Hirnanhangsdrüse)	79
10.3	Schilddrüse	79
10.4	Nebenschilddrüsen	80
10.5	Nebennieren (NN)	81

10.6	Inselapparat der Bauchspeicheldrüse .....	81
10.7	Keimdrüsen .....	81
<b>11</b>	<b>Blut und Abwehrsystem .....</b>	<b>82</b>
11.1	Blut .....	82
11.1.1	Funktionen des Blutes .....	82
11.1.1.1	Transportfunktion .....	82
11.1.1.2	Abwehrfunktion .....	82
<b>11.1.1.3</b>	<b>Wärmeregulation .....</b>	<b>82</b>
11.1.1.4	Abdichtung .....	82
11.1.1.5	Pufferfunktion .....	82
11.1.2	Blutmengen und -Verluste .....	82
11.1.3	Blutfarbe .....	82
11.1.4	Zusammensetzung des Blutes .....	83
11.1.5	Rote Blutkörperchen (Erythrozyten) .....	83
11.1.6	Weisse Blutkörperchen (Leukozyten) .....	84
11.1.6.1	Typen .....	85
11.1.7	Blutplättchen (Thrombozyten) .....	86
11.1.8	Blutplasma .....	87
11.1.9	Blutgerinnung .....	87
11.1.10	Blutgruppen .....	87
11.2	Abwehrsystem .....	88
11.2.1	Immunsystem .....	88
11.2.1.1	Bestandteile des Immunsystems .....	88
11.2.2	Humorale Bestandteile .....	89
11.2.3	Zellen der Abwehr .....	89
11.2.4	Thymus .....	89
<b>12</b>	<b>Verdauungssystem .....</b>	<b>90</b>
12.1	Ernährung und Stoffwechsel .....	90
12.2	Verdauungstrakt .....	90
12.2.1	Mundhöhle .....	92
12.2.1.1	Zunge .....	92
12.2.1.2	Zähne .....	92
12.2.1.3	Bau der Zähne .....	93
12.2.1.4	Speicheldrüsen .....	94
12.2.2	Speiseröhre .....	95
12.2.3	Magen .....	95
12.2.4	Bauchspeicheldrüse (Pankreas) .....	96
12.2.5	Darm .....	96
12.2.5.1	Gliederung des Darmkanals .....	96
12.2.5.2	Dünndarm .....	97

12.2.5.3	Dickdarm	98
12.2.5.4	Enddarm (Mastdarm oder Rektum) und Analkanal	99
12.2.6	Leber und Gallenblase	100
12.2.6.1	Drüsenfunktion der Leber	100
12.2.6.2	Stoffwechselfunktion der Leber	100
<b>13</b>	<b>Harnorgane</b>	<b>101</b>
13.1	Nieren	102
13.2	Ableitende Harnwege	102
<b>14</b>	<b>Geschlechtsorgane</b>	<b>103</b>
14.1	Männliche Geschlechtsorgane	103
14.1.1	Erektion und Ejakulation	104
14.2	Weibliche Geschlechtsorgane	104
14.2.1	Zyklus der Frau	105
<b>15</b>	<b>Sinnesorgane</b>	<b>106</b>
15.1	Gesichtssinn	106
15.1.1	Auge	106
15.1.1.1	Lederhaut	106
15.1.1.2	Aderhaut	106
15.1.1.3	Netzhaut	107
15.2	Gehörsinn	108
15.2.1	Äusseres Ohr	109
15.2.2	Mittelohr	109
15.2.3	Innenohr	109
15.2.4	Hörvorgang	109
15.3	Gleichgewichtssinn	110
15.4	Geruchsorgan	110
15.5	Geschmacksorgan	110
15.6	Tast oder Sensibilitätsorgane	111
15.6.1	Berührung	111
15.6.2	Druck und Vibrationen	111
15.6.3	Temperatur	111
15.6.4	Schmerz	111
15.6.5	Tiefensensibilität	111

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Struktur der Zelle	2
Abbildung 2	Verschiedene Zelltypen	3
Abbildung 3	Zellteilung	4
Abbildung 4	Vererbung des Geschlechts	5
Abbildung 5	Bindegewebe	6
Abbildung 6	Fettgewebe	7
Abbildung 7	Knorpelgewebe	8
Abbildung 8	Knochengewebe	9
Abbildung 9	Beispiele verschiedener Epithelien	10
Abbildung 10	Muskelgewebe	11
Abbildung 11	Nervenzelle	13
Abbildung 12	Querschnitt durch die Haut und die Hautanhangsgebilde	17
Abbildung 13	Skelett	19
Abbildung 14	Aufbau des Knochens am Beispiel eines Röhrenknochens	20
Abbildung 15	Fingergelenk als Beispiel eines Gelenkes	22
Abbildung 16	Kniegelenk als Beispiel eines Gelenkes	23
Abbildung 17	Verschiedene Gelenkformen	24
Abbildung 18	Schädel und oberste Halswirbel	26
Abbildung 19	Wirbelsäule (von der Seite)	27
Abbildung 20	Wirbel von oben	28
Abbildung 21	Wirbel von der Seite	28
Abbildung 22	Thorax oder Brustkorb, von vorne (Bild oben) und von hinten (Bild unten)	29
Abbildung 23	Schultergürtel (oben von vorne; unten von hinten)	30
Abbildung 24	Skelett des Beckens (oben von vorne; unten von hinten)	31
Abbildung 25	Obere Gliedmasse (Skelett)	33
Abbildung 26	Untere Gliedmasse (Skelett)	35
Abbildung 27	Bau des Muskels	37
Abbildung 28	Muskelwirkung	38
Abbildung 29	Muskeln und Sehnen (von vorne)	39
Abbildung 30	Muskeln und Sehnen (von hinten)	40
Abbildung 31	Sehnenscheiden der Handinnenfläche	41
Abbildung 32	Kopf und Gehirn (Medianschnitt)	43
Abbildung 33	Zentren des menschlichen Grosshirns	44
Abbildung 34	Häute des Rückenmarks	46
Abbildung 35	Querschnitt durch das Rückenmark	47
Abbildung 36	Nervensystem	50
Abbildung 37	Atemwege	54
Abbildung 38	Geruchssinn	55

Abbildung 39	Atmungs-/Schluckfunktion	56
Abbildung 40	Mund- und Rachenraum	56
Abbildung 41	Stimmbänder (Bau und Funktion)	57
Abbildung 42	Atmungsorgane	58
Abbildung 43	Lunge	59
Abbildung 44	Alveolen	60
Abbildung 45	Kapillaren des Lungenkreislaufes	60
Abbildung 46	Gasaustausch	61
Abbildung 47	Atemrezeptoren	61
Abbildung 48	Lungengewebe (stark vergrößert)	62
Abbildung 49	Atemgasaustausch in den Aveolen	63
Abbildung 50	Einatmung (Inspiration)	64
Abbildung 51	Ausatmung (Expiration)	64
Abbildung 52	Äussere Konturen des Herzens	68
Abbildung 53	Innerer Bau des Herzens	69
Abbildung 54	Blutkreislauf	71
Abbildung 55	Periphere Venen mit Venenklappen	73
Abbildung 56	Arterien des menschlichen Körpers	74
Abbildung 57	Venen des menschlichen Körpers	75
Abbildung 58	Stoffaustausch in den Blutkapillaren	76
Abbildung 59	Lymphsystem	77
Abbildung 60	Hormonale Drüsen (endokrines System)	80
Abbildung 61	Rote Blutkörperchen (Erythrozyten)	83
Abbildung 62	Weisse Blutkörperchen (Leukozyten)	86
Abbildung 63	Blutplättchen (Thrombozyten)	86
Abbildung 64	Verdauungstrakt	91
Abbildung 65	Definitives Gebiss des Erwachsenen	93
Abbildung 66	Schnitt durch eine Schneidezahn	94
Abbildung 67	Magen	95
Abbildung 68	Bauchspeicheldrüse, Dünndarm	97
Abbildung 69	Dickdarm	98
Abbildung 70	Dickdarm, Enddarm und Analkanal (von links)	99
Abbildung 71	Lebergefässe und Gallengänge	100
Abbildung 72	Harnorgane	101
Abbildung 73	Becken des Mannes (Medianschnitt)	104
Abbildung 74	Becken der Frau (Medianschnitt)	105
Abbildung 75	Horizontaler Schnitt durch das rechte Auge	107
Abbildung 76	Ohr (Sitz des Gehör- und Gleichgewichtssinnes)	108
Abbildung 77	Geschmacksknospen der Zunge	110



# 1 Zellen

So wie jedes Lebewesen besteht auch der menschliche Organismus aus Zellen. Sie sind die kleinsten Bausteine unseres Körpers, die für sich allein noch lebensfähig sind. Sie leben, das bedeutet, dass sie einen Stoffwechsel haben. Sie empfangen und beantworten Signale und Reize; eventuell können sie wachsen, sich teilen und vermehren. Sie können aber auch absterben und werden dann ersetzt durch gleichartige oder minderwertige Zellen.

## 1.1 Bau der Zelle

Die Zelle besteht aus Zellkörper und Zellkern. Wenige Zellen haben keinen Kern, so z. B. die reifen roten Blutkörperchen.

Der Zellkörper ist von der Zellmembran umschlossen und besteht aus einer Substanz von gelartiger (halbflüssiger) Beschaffenheit, dem Protoplasma. Dieses setzt sich aus 75% Wasser und 25% Eiweissen und anderen Stoffen (Fette, Kohlenhydrate, Salze) zusammen. Unter dem Elektronenmikroskop kann man im Zellkörper eine Reihe hoch spezialisierter Strukturen erkennen (Abbildung 1). In diesen Zellbestandteilen spielen sich wichtige Prozesse des Zellstoffwechsels ab.

Der Zellkern ist das Steuerzentrum der Stoffwechselfvorgänge. Er ist von einer Membranhülle mit Poren umgeben und kann sehr verschieden in der Grösse und Gestalt sein. Im Innern ist er netzartig strukturiert und lässt ein oder mehrere Kernkörperchen erkennen. Er enthält die Erbsubstanz.

Bei der Zellteilung werden kurzzeitig die Erbträger (Chromosomen) sichtbar, und die Kernmembran verschwindet.

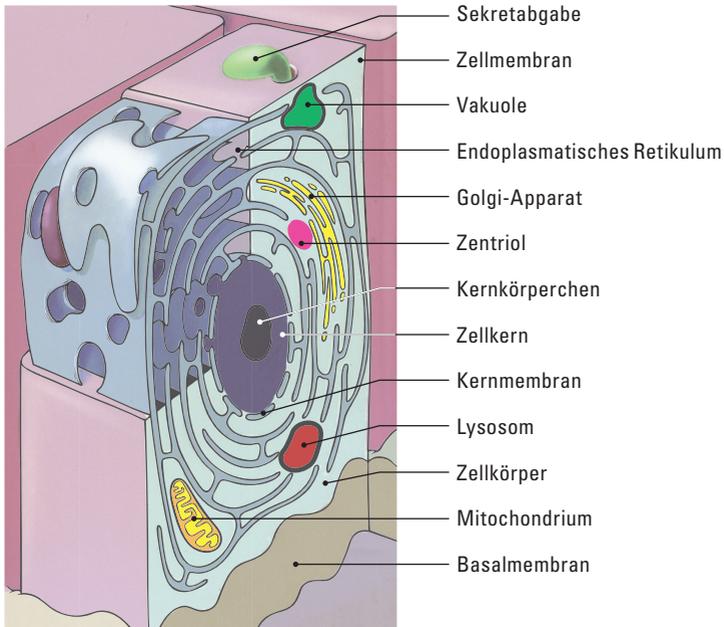


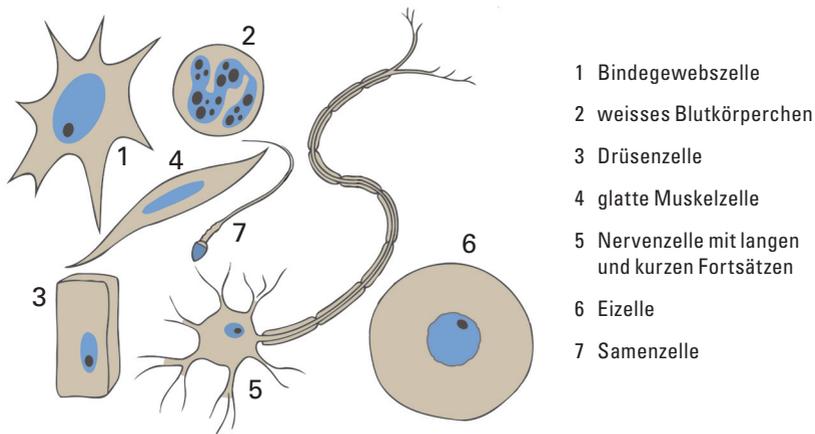
Abbildung 1 – Struktur der Zelle

**Strukturen und Funktionen des Zellkörpers**

<b>Mitochondrien</b>	längliche Gebilde, von Doppelmembran umgeben	Träger der Atmungsfermente; wichtigste Energielieferanten; «Kraftwerke» der Zelle
<b>Endoplasmatisches Retikulum</b>	System von membranbegrenzten Hohlräumen	Eiweissynthese; Sekretproduktion; Entgiftung
<b>Golgi-Apparat</b>	Lamellensystem	Komplettierung, Verdichtung und Verpackung der Sekretionsprodukte
<b>Lysosomen</b>	membranhüllte Einschlüsse	Abbau von zelleigenem und zellfremdem Material; «Abfalleimer» der Zelle
<b>Zentriolen</b>	Aggregat zylindrischer Röhren	Bewegungsvorgänge während der Zellteilung

## 1.2 Zelltypen

Aus einer befruchteten Eizelle im Mutterleib entstehen die verschiedenen Zelltypen des Organismus.



- 1 Bindegewebszelle
- 2 weisses Blutkörperchen
- 3 Drüsenzelle
- 4 glatte Muskelzelle
- 5 Nervenzelle mit langen und kurzen Fortsätzen
- 6 Eizelle
- 7 Samenzelle

Abbildung 2 – Verschiedene Zelltypen

## 1.3 Zellteilung

Jede Zelle entsteht durch Teilung einer schon bestehenden Zelle.

Schon vor dem Sichtbarwerden der Zellteilung wird im Kern die Erbsubstanz verdoppelt. Durch die Zellteilung wird die Erbsubstanz gleichmässig auf die zwei daraus hervorgehenden Tochterzellen verteilt.

Zu Beginn der Zellteilung wandern die Zentriolen auseinander an die entgegengesetzten Seiten (Pole) der Zelle und bilden Strahlen aus. Zur gleichen Zeit erscheinen im Zellkern die 46 Chromosomen.

Die Kernmembran löst sich auf, und die Kernkörperchen verschwinden.

Die Chromosomen ordnen sich in der Mitte zwischen den beiden Polen (Zentriolen) an.

Die Chromosomen spalten sich längs und wandern zu je einer Hälfte gegen die Pole hin.

Der Zellkörper beginnt sich durchzuschnüren. Es bilden sich zwei Tochterzellen.

- 1+2 Interphase
- 3 Prophase
- 4+5 Metaphase
- 6 Anaphase
- 7 Telophase

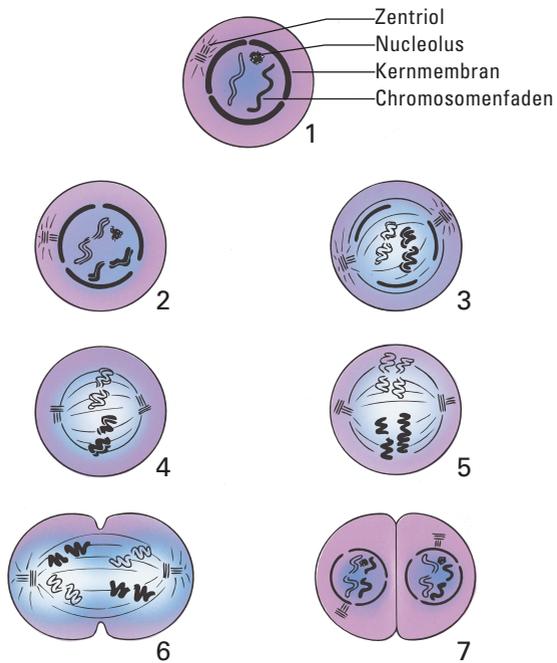


Abbildung 3 – Zellteilung

### 1.4 Vererbung

Im allgemeinen enthalten die Zellen des menschlichen Organismus 46 Chromosomen (Träger der Erbanlagen). Diese setzen sich aus 22 Paaren gewöhnlicher (Autosomen) und einem Paar Geschlechtschromosomen (Heterochromosomen) zusammen.

In männlich bestimmten Zellen werden die Heterochromosomen mit X und Y bezeichnet. Weiblich bestimmte Zellen enthalten zwei X-Heterochromosomen.

Die weiblichen Eizellen und die männlichen Samenzellen bilden eine wichtige Ausnahme: Sie haben nur die Hälfte, nämlich 23 Chromosomen (22 Autosomen und 1 X- oder 1 Y-Chromosom). Bei der Befruchtung dringt die Samenzelle in die Eizelle ein. Dadurch wird das väterliche Erbgut mit dem mütterlichen vermengt. Die befruchtete Eizelle hat nun wieder einen vollständigen paarigen Chromosomensatz. Das Geschlecht wird bestimmt durch das Heterochromosom der eingedrungenen Samenzelle.

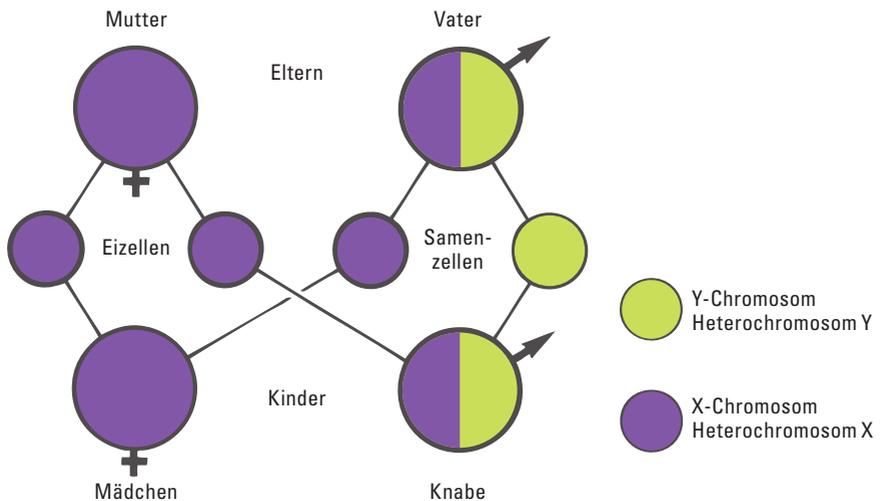


Abbildung 4 – Vererbung des Geschlechts

## 2 Gewebe

Gewebe sind Verbände von Zellen ähnlicher Eigenschaften, die ergänzt werden können durch spezifische interzelluläre Strukturen.

### 2.1 Stützgewebe

Das Stützgewebe übt einerseits stützende, andererseits Stoffwechselfunktion aus. Das funktionstragende Element ist die Interzellulärsubstanz. Sie kann flüssig, halbflüssig oder fest sein. Dementsprechend unterscheiden wir Binde-, Fett-, Knorpel- und Knorpelgewebe.

#### 2.1.1 Bindegewebe

Das Bindegewebe hält die Zellen der Organe und die Körperbauteile zusammen, indem es sie umgibt, bzw. verbindet. Dabei vermittelt es auch den Stoffaustausch zwischen diesen und den Blutgefäßen.

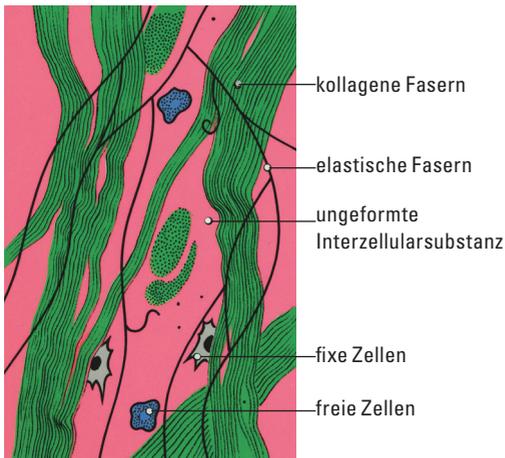


Abbildung 5 – Bindegewebe

Die Bestandteile des Bindegewebes sind:

- a) Zellen:
  1. fixe Zellen: bilden die Interzellulärsubstanz und sind für deren Unterhalt besorgt;
  2. freie Zellen: sind Träger von Abwehrfunktionen.

## b) Interzellulärsubstanz:

1. ungeformte: Gewebsflüssigkeit, Vermittler des Stoffaustausches  
geformte Fibrillen und Fasern, verantwortlich für die mechanischen  
Eigenschaften;
2. kollagene: zugfeste (mehrere hundert kg/cm<sup>2</sup>), nicht dehnbare Fibrillen, zu Bündeln (Fasern) zusammengefasst;
3. retikuläre: Gitterfasern: feinste vernetzte Elemente, bilden das feine Baugerüst von Organen;
4. elastische: hochdehnbare Fasern, sind für die Retraktionsfähigkeit des Bindegewebes verantwortlich.

Durch eine variable Zusammensetzung in Bezug auf die einzelnen Bestandteile ist das Bindegewebe in der Lage, verschiedenartigste Funktionen zu erfüllen.

### 2.1.2 Fettgewebe

Fettgewebe wird als eine besondere Art von Bindegewebe angesehen, in welchem die fixen Zellen im Zellkörper grosse Mengen von Fett ablagern können.

Man unterscheidet:

- a) Depotfett: Vorratsmaterial, besonders im Unterhautgewebe eingelagert, wo es zugleich der Wärmeisolation dient.
- b) Baufett: Polster- und Stützmaterial an bestimmten Stellen des Körpers (Augenhöhle, Nierenloge, Wange).

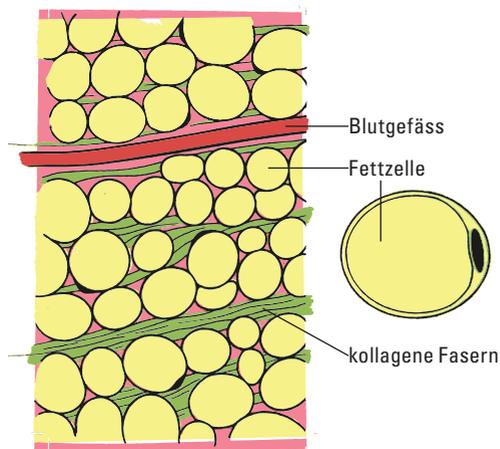


Abbildung 6 – Fettgewebe

### 2.1.3 Knorpelgewebe

Wo das Bindegewebe Druckkräften ausgesetzt ist, wird es zum Stützgewebe. Die fixen Zellen bilden eine besondere, elastische Interzellulärsubstanz, die Knorpel-Interzellulärsubstanz.

Knorpelzellen sind rundlich und liegen einzeln oder in Gruppen in Hohlräumen der Interzellulärsubstanz. Aufgrund der in der Interzellulärsubstanz eingelagerten Fasern lassen sich drei Knorpelarten unterscheiden:

- a) hyaliner Knorpel: z. B. Gelenknorpel, Rippenknorpel, Knorpelspannen der Luftröhre
- b) elastischer Knorpel: z. B. Kehledeckel, Ohrknorpel
- c) Faserknorpel: z. B. Bandscheiben, Menisken im Kniegelenk.

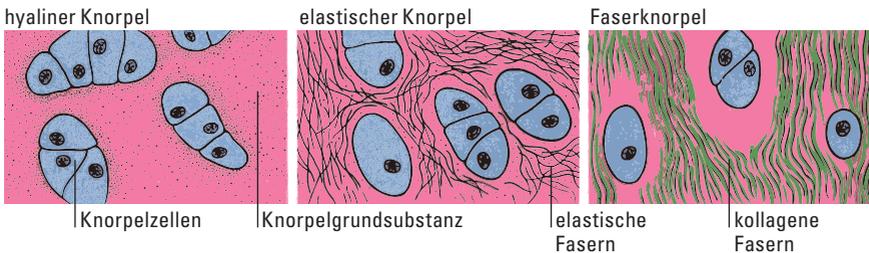


Abbildung 7 – Knorpelgewebe

### 2.1.4 Knochengewebe

Das Knochengewebe besteht aus harter, mineralisierter Interzellulärsubstanz und Knochenzellen. Im Knochengewebe findet ständig ein intensiver Auf- und Abbau statt. Damit ist eine Anpassung an wechselnde Belastungen möglich.

Die Knochen bildenden Zellen (Osteoblasten) produzieren die Interzellulärsubstanz (Osteoid), die aus Grundsubstanz und kollagenen Fibrillen besteht. Osteoid wird in Form von Osteoidsäumen abgelagert. Das Osteoid ist weich und biegsam; es erhält seine Härte und Festigkeit erst durch die Einlagerung von Mineralsalzen. Diese machen 60–70% der Knochentrockensubstanz aus. Sind die Osteoblasten allseitig von Osteoid umgeben, stellen sie ihre Tätigkeit ein und werden zu Osteozyten.

Der Knochenabbau wird von mehrkernigen Riesenzellen, den Osteoklasten, besorgt.

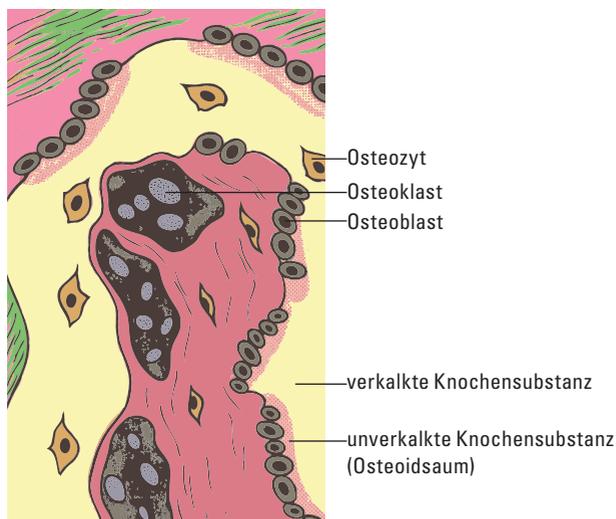


Abbildung 8 – Knochengewebe

## 2.2 Epithelgewebe

Das Epithelgewebe bildet einen geschlossenen Zellverband ohne geformte Interzellulärsubstanz. Man unterscheidet Deck- oder Oberflächenepithelien zur Auskleidung äusserer und innerer Oberflächen, sowie Drüsenepithelien.

Drüsenepithelien gehen während der Entwicklung aus Einsenkungen von Oberflächenepithelien hervor. Sie bilden zusammen mit einem Bindegewebsgerüst verschiedene Organe, die im Prinzip ausschliesslich auf die Produktion von Sekreten spezialisiert sind (Schweissdrüsen, Talgdrüsen, Speicheldrüsen, Tränendrüsen usw); aber auch grössere Organe mit viel komplexerer Funktion, wie die Leber und die Nieren, gehören dazu.

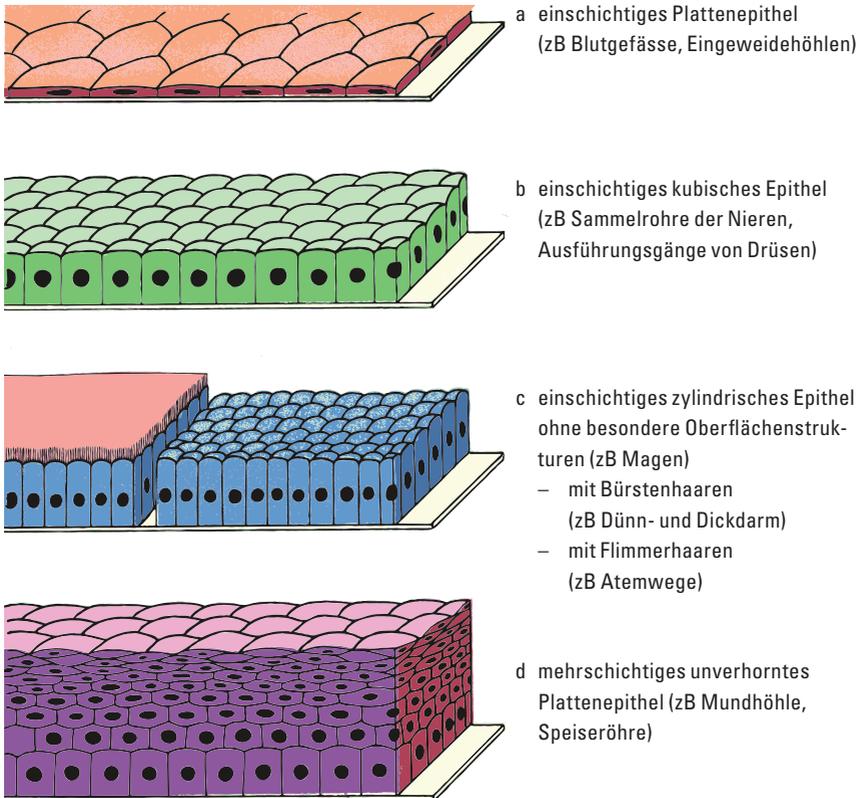


Abbildung 9 – Beispiele verschiedener Epithelien

Oberflächenepithelien können eine oder mehrere Zell-Lagen dick sein. Sie können unterschiedlich in Gestalt sein und verschiedene Oberflächenstrukturen aufweisen, z. B. bewegliche Flimmerhaare (Sekrettransport), unbewegliche Bürstenhaare (Stoffaufnahme), Verhornung (Schutz vor mechanischer Beanspruchung).

Die Epithelien üben sehr verschiedene Funktionen aus:

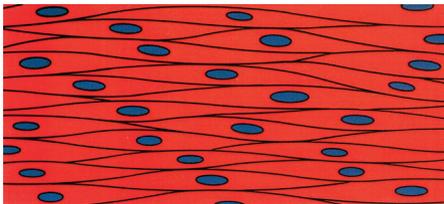
- a) Schutz (Epidermis der Haut);
- b) Resorption (Epithel der Darmzotten);
- c) Sekretion (Drüsenepithel);
- d) Sinnesfunktion (Sinneszellen der Sinnesepithelien).

## 2.3 Muskelgewebe

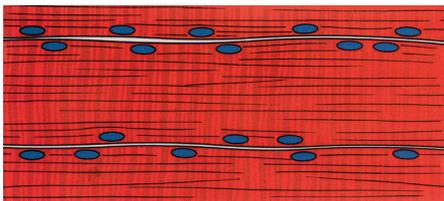
Das Muskelgewebe setzt sich aus Zellen zusammen, die darauf spezialisiert sind, sich in einer bevorzugten Richtung zu verkürzen (Kontraktion).

Man unterscheidet:

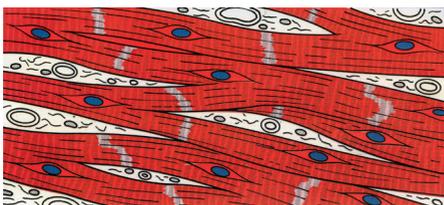
- a) quer gestreifte Muskelfasern: sie finden sich als Skelettmuskeln, arbeiten willkürlich und können sich rasch zusammenziehen. Sie ermüden aber relativ schnell.
- b) glatte Muskelfasern: sie finden sich vorwiegend in den Wänden von dehnbaren Hohlräumen (Darm, Gefäße), arbeiten unwillkürlich und können ihre Spannung (Tonus) aufrechterhalten, ohne zu ermüden.
- c) Herzmuskel (Sonderform): er weist zwar quer gestreifte Fasern auf, arbeitet jedoch unwillkürlich und ermüdet nicht.



a glatte Muskulatur



b quergestreifte Muskulatur



c Herzmuskulatur

Abbildung 10 – Muskelgewebe

## 2.4 Nervengewebe

Das Nervengewebe ist auf die Erregungsbildung und -leitung spezialisiert. Es besteht aus Nervenzellen (Neuronen) und speziellen Hüll- und Stützzellen (Gliazellen). Die Nervenzellen sind so hoch spezialisiert, dass sie sich schon kurz nach der Geburt nicht mehr zu teilen vermögen.

Die Nervenzellen (Neurone) sind die kleinsten funktionellen Elemente des Nervensystems und befinden sich vorwiegend in dessen Zentren (Gehirn, Rückenmark).

In der Regel besitzt ein Neuron einen langen Fortsatz (Neurit oder Axon) und zahlreiche kurze Fortsätze (Dendriten). Über die Dendriten empfängt das Neuron Erregungen und leitet diese über den Neuriten weiter.

Die Nervensignale in den Dendriten und Neuriten sind von schwachen elektrischen Strömen begleitet (Spannungsänderungen bis ca. 100 Millivolt). Die Erregungen werden mit Geschwindigkeiten bis zu maximal 120 m/s fortgeleitet.

Die Neuriten können bis zu 1 m lang werden. Sie sind sehr dünn (Größenordnung 0,001 mm). Sie sind von einer Hülle umgeben (Schwannsche Zelle), welche zur Isolation mehr oder weniger Markssubstanz enthält. Diese Markscheide weist in bestimmten Abständen Einschnürungen auf (Ranviersche Schnürringe), die eine sprunghafte und damit raschere Erregungsleitung ermöglichen.

Die Nervenfasern (Neurit und Hülle) werden durch Bindegewebe zu größeren Strängen zusammengefasst. Zahlreiche solche Stränge sind zu Nerven gebündelt.

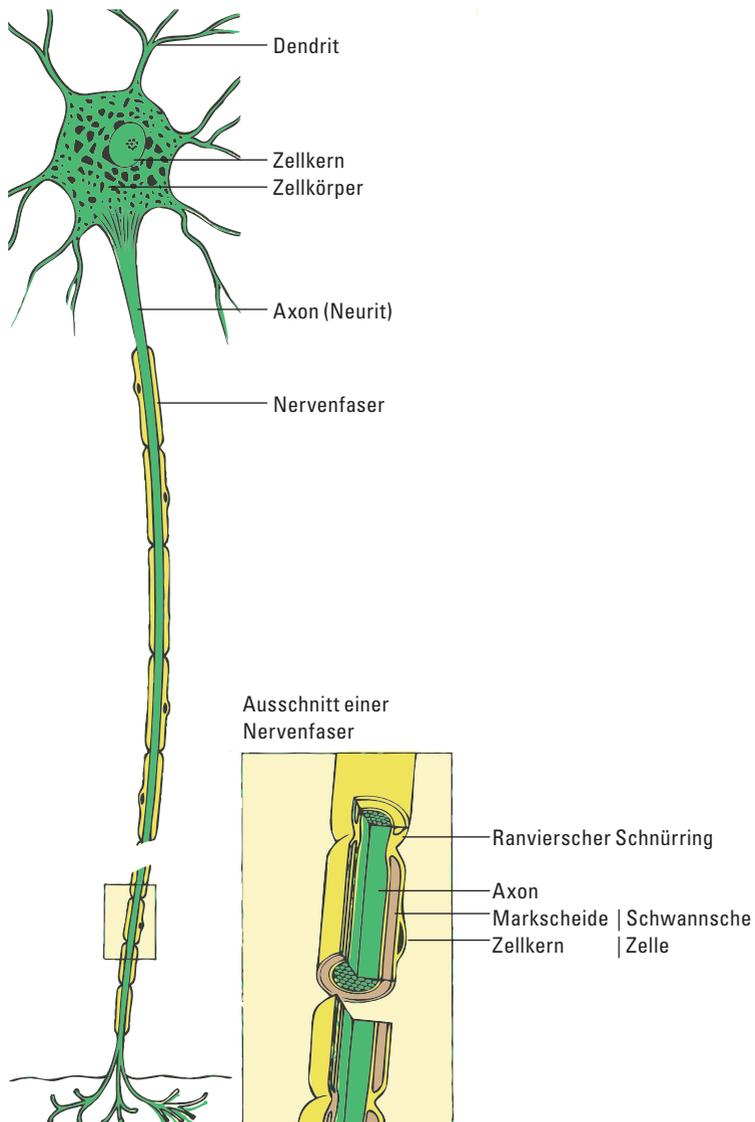


Abbildung 11 – Nervenzelle

### 3 Organe und Organsysteme

Verschiedenartige Gewebe vereinigen sich zu Funktionsgemeinschaften, den sogenannten Organen. Diese erfüllen spezifische Funktionen und sind meist räumlich in sich abgeschlossen, z. B. Leber, Herz, Niere.

Mehrere Organe können sich funktionsmässig zu einem Organsystem zusammenschliessen.

#### Wichtigste Organsysteme

Organsystem	Zusammensetzung	Hauptaufgaben
Haut	Haut und Hautanhangsgebilde wie Haare, Nägel, Drüsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mithilfe Körper temperaturregulation</li> <li>- Schutz vor Ausseneinflüssen</li> <li>- Ausscheidung von Abfallstoffen</li> <li>- Sinnesorgan -&gt; Druck/Temp./Schmerz</li> </ul>
Bewegungsapparat	Knochen, Muskeln, Bänder, Sehnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Körperstütze und Halt</li> <li>- Bewegungsmöglichkeit</li> <li>- Im Knochenmark -&gt; Bildung Blutzellen</li> <li>- Wärmeproduktion</li> <li>- Mineralspeicher</li> </ul>
Nervensystem	Gehirn, Rückenmark, Nerven, Sinnesorgane wie Augen, Ohren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sinnesorgane erfassen die Umwelt</li> <li>- Regulationszentrum aller Körperimpulse und Aktivitäten durch Nervenimpulse</li> </ul>
Atmungssystem	Gesamte Atemwege	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transport von Sauerstoff und Kohlendi-oxyd</li> <li>- Mithilfe bei der Konstanthaltung des Säure-Basen-Gleichgewichtes im Körper</li> </ul>
Herz-Kreislauf-System	Herz, Blut und Gefässe sowie Lymphgefässe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transport von Sauerstoff und Nährstoffen</li> <li>- Abtransport von Stoffwechselprodukten</li> <li>- Körper temperaturregulation</li> <li>- Gerinnungsfunktion</li> </ul>
Hormonsystem z. B. Bauchspeichel-drüse	Drüsen und Gewebe welche Hormone produzieren	Regulation fast aller Aktivitäten des Körpers mit dem Blut als Transportmittel
Immunsystem	Lymphsystem, Leukozyten, Milz, Tonsillen, Thymus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unterstützt Heilungsvorgänge</li> <li>- Erkennt körperfremde Stoffe und schaltet sie aus (Viren, Bakterien)</li> </ul>
Verdauungssystem	Mund, Speiseröhre, Magen, Dünn-Dick-Darm, Leber, Bauchspeicheldrüse	Verdauung und Aufnahme von Nährstoffen und Ausscheidung von Abfallprodukten
Harntrakt	Nieren, harnableitende Wege, Harnblase	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produktion, Sammlung von Urin</li> <li>- Urinausscheidung</li> <li>- Regulation Flüssigkeitshaushalt</li> <li>- Mitwirkung Blutdruck-Regulation</li> <li>- Regulation Säure-Basen-Haushalt</li> </ul>
Fortpflanzungs-system	Geschlechtsorgane	Fortpflanzung und Erhaltung des Menschen

## 4 Haut und Schleimhäute

### 4.1 Haut

#### 4.1.1 Aufgaben

Die Haut bildet die äussere Oberfläche des Körpers.

Sie dient als Schutzorgan:

- Schutz vor mechanischen, chemischen und thermischen Schädigungen;
- Schutz vor Strahlenschädigungen;
- Verhinderung eines zu starken Wasserverlustes des Körpers;
- Schutz vor dem Eindringen von Bakterien.

Sie ist wichtig für die Thermoregulation (Wärmehaushalt) und

- sorgt für den Wärmeaustausch mit der Umwelt;
- trägt zur Konstanthaltung der Körpertemperatur bei (36–37°).

Sie erfüllt Exkretions-(Ausscheidungs-)Aufgaben, indem sie Wasser, Kochsalz und stickstoffhaltige Abbauprodukte des Körpers durch die Schweißdrüsen ausscheidet.

Sie vermittelt folgende Sinnesfunktionen:

- Schmerzempfindung (Nervenfasern);
- Berührungsempfindung (Tastkörperchen);
- Kalt/Warm-Empfindung.

Sie ist ein Speicherorgan, wobei das Fettgewebe in der Unterhaut zugleich als Energiespeicher, Polstermaterial und zur Temperaturisolation dient.

#### 4.1.2 Struktur

Mit einer Fläche von 1,5–2 m<sup>2</sup> und einem Gewicht von 3,5–10 kg ist die Haut das grösste Organ des Menschen. Grob unterteilt besteht die Haut aus drei Schichten.

Man unterscheidet drei Schichten:

- Oberhaut (Epidermis);
- Lederhaut (Corium);
- Unterhaut (Subcutis).

Man unterscheidet zwei verschiedene Hauttypen:

- Leistenhaut: an Handflächen und Fusssohlen, unbehaart; mit typischem Leistenmuster (Papillarlinien);
- Felderhaut: übrige Körperoberfläche, behaart.

#### **4.1.2.1 Oberhaut (Epidermis)**

Die Oberhaut besteht aus einem mehrschichtigen, verhornenden Plattenepithel. Sie ist gefässfrei, enthält aber freie Nervenendigungen.

Zuoberst bilden die Plattenepithelzellen eine Hornschicht, die ständig abgeschilfert wird. Die Hornschicht ist nicht an allen Körperstellen gleich dick. Ihre Dicke variiert je nach dem Grad der mechanischen Beanspruchung. Der Zellnachschub erfolgt aus den untersten Schichten, in welchen sich die Zellen teilen (Keimschicht). Diese Schichten sind unterschiedlich pigmenthaltig.

#### **4.1.2.2 Lederhaut (Corium)**

Die Lederhaut ist der Anteil der Haut, der bei tierischen Häuten nach dem Gerben das Leder liefert; daher der Name. Sie besteht aus dichtem, faserreichem Bindegewebe. Die Lederhaut ist bis zu einem gewissen Grad dehnbar. Im Alter lässt ihre Elastizität nach; es entstehen Hautfalten.

Die Lederhaut ist nerven- und gefässhaltig. In ihr liegen die meisten Hautsinnesorgane.

#### **4.1.2.3 Unterhaut (Subcutis)**

Die Unterhaut besteht aus lockerem Bindegewebe. Sie enthält mehr oder weniger Fettgewebe.

Wo die Haut gegen eine harte, unnachgiebige Unterlage (Knochen) gedrückt wird, können Schleimbeutel vorhanden sein (z. B. Ellbogen, Knie).

### **4.1.3 Anhangsorgane der Haut**

Zu den Anhangsorganen der Haut gehören die Hautdrüsen (Schweiss-, Talgdrüsen) und die Horngebilde (Nägel, Haare). Auch die Milchdrüse ist ein Hautanhangsgebilde.

Die Schweissdrüsen sondern salzhaltigen Schweiss ab, der beim Verdunsten dem Körper Wärme entzieht.

Die Talgdrüsen sondern den fettartigen Hauttalg ab, der Haut und Haare geschmeidig und wasserabstossend macht.

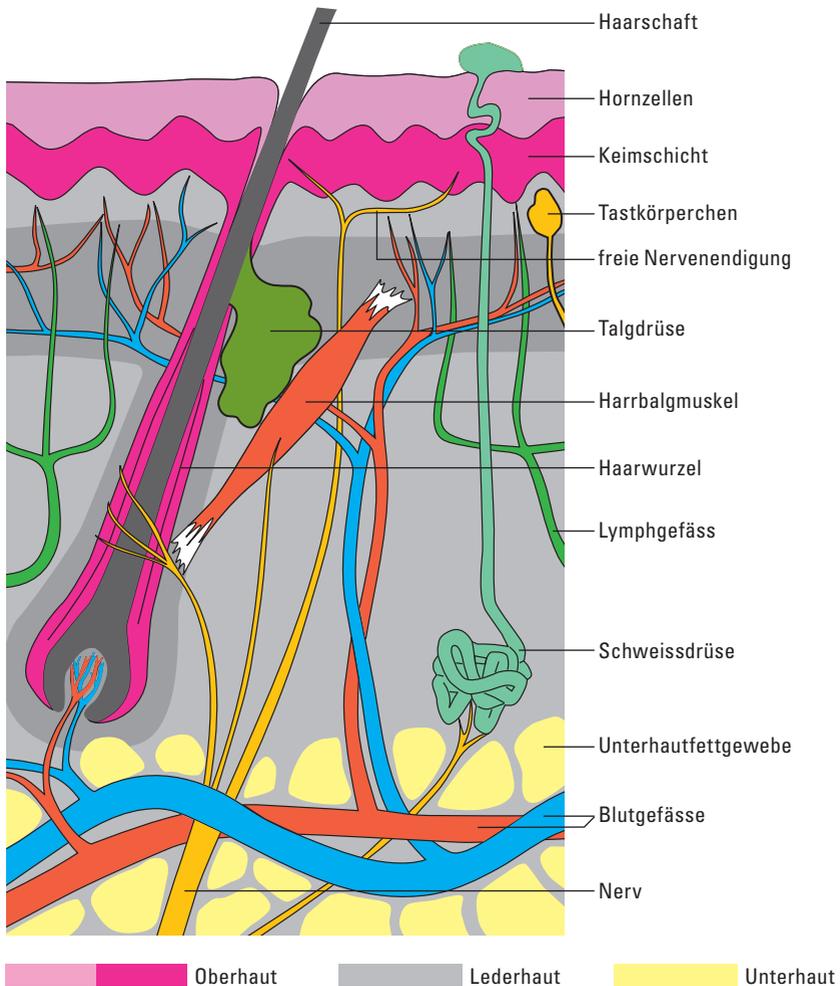


Abbildung 12 – Querschnitt durch die Haut und die Hautanhangsgebilde

Die Nägel sind von der Oberhaut gebildete Hornplatten, die Finger- und Zehenspitzen schützen und deren Greif- und Tastfunktionen verbessern.

Haare sind von den Haarwurzelzellen gebildete Hornfäden, die beim Menschen auch dem Tastsinn dienen (Hebelprinzip). Daneben erfüllen sie auch Schutz- und Schmuckfunktionen.

## **4.2 Schleimhäute**

Die Schleimhäute kleiden die Hohlorgane, Hohlräume und Ausführungsgänge der Drüsen des Organismus aus. Sie bestehen aus einer Bindegewebsschicht und aus einem Deckepithel.

Die Schleimhäute können Drüsen enthalten, deren Sekrete die Schleimhäute feucht und geschmeidig erhalten.

## 5 Bewegungsapparat

Der Bewegungsapparat besteht aus dem Skelett (Knochen und Gelenke) und der daran ansetzenden Muskulatur.

Das Skelett gewährt dem Körper aber nicht nur Stabilität. Es schützt auch innere Organe und dient als wichtiger Mineralspeicher für Calcium und Phosphat.

Im Innern vieler Knochen findet zudem die Produktion der meisten Blutzellen statt.

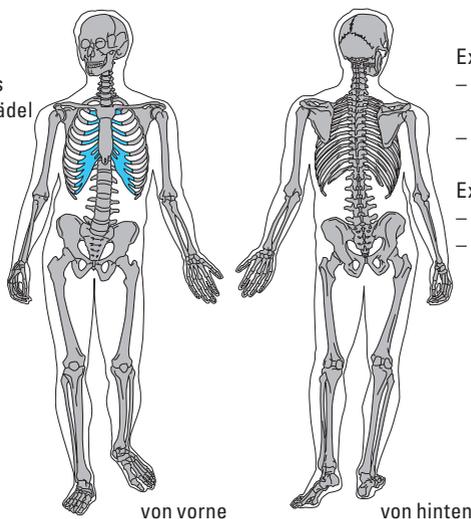
### 5.1 Skelettsystem

Schädel:

- Schädeldach
- Schädelbasis
- Gesichtsschädel

Achsenskelett:

- Wirbelsäule
- Brustbein
- Rippen



Extremitätengürtel:

- Schultergürtel aus Schulterblatt und Schlüsselbein
- Beckengürtel

Extremitäten:

- Armskelett
- Beinskelett

Abbildung 13 – Skelett

### 5.1.1 Aufbau des Knochens

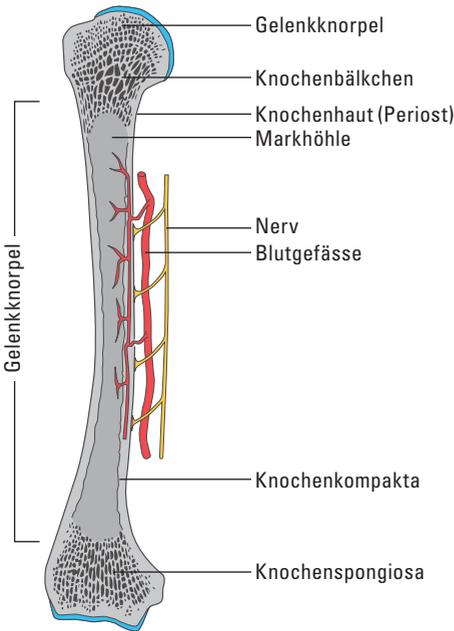


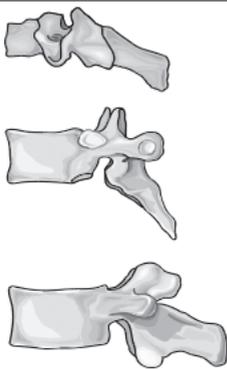
Abbildung 14 – Aufbau des Knochens am Beispiel eines Röhrenknochens

- Knochenhaut:** blutgefäß- und nervenreich, Knochenernährung, Knochenheilung
- Knochenkompakta:** dicht geschichtetes Knochengewebe an der Knochenoberfläche; besonders dick im Schaftbereich der Röhrenknochen
- Knochenpongiosa:** dreidimensionales Gitterwerk von Knochenbälkchen, besonders in den Enden der Röhrenknochen und in den würfelförmigen Knochen (Wirbelkörper, Hand- und Fußwurzel)
- Knochenmark:** in der Markhöhle und zwischen den Knochenbälkchen; man unterscheidet rotes (Blutbildung) und gelbes Knochenmark (Fettmark)
- Gelenkknorpel:** überzieht die Gelenkflächen der Knochen.

### 5.1.2 Entwicklung des Knochens

Im Mutterleib wird der grösste Teil des Skeletts zunächst knorpelig angelegt. Ausgehend von sogenannten Knochenkernen erfolgt die Verknöcherung. Diese ist bei der Geburt des Menschen noch im Gange und setzt sich bis zum Abschluss des Wachstums fort.

### 5.1.3 Knochenformen

Knochenformen			Vorkommen
Röhrenförmig, lang mit Kno- chenschaft			Arme, Beine, Finger, Zehen
Plattenförmig, flach			Schädel, Brust- bein, Rippen, Schulterblatt, Beckenknochen
Kurz, unregel- mässig und würfelförmig			Wirbelkörper, Hand- und Fuss- wurzelknochen

### 5.1.4 Knochenverbindungen (Haften und Gelenke)

Die einzelnen Knochen stehen untereinander in einer mehr oder minder beweglichen Verbindung. Man unterscheidet Haften und Gelenke.

- a) «Haften» sind stabile Knochenverbindungen, die keinen Gelenkspalt aufweisen (Schädelnähte, Symphyse, Zwischenwirbelscheiben).
- b) «Gelenke» sind bewegliche Verbindungen zweier oder mehrerer Knochen.

Bei einem Gelenk lassen sich folgende Einzelheiten unterscheiden:

- a) Gelenkspalt;
- b) knorpelige Gelenkflächen;
- c) Gelenkflüssigkeit;
- d) Gelenkkapsel;
- e) Verstärkungs- und Stabilisierungsbänder.

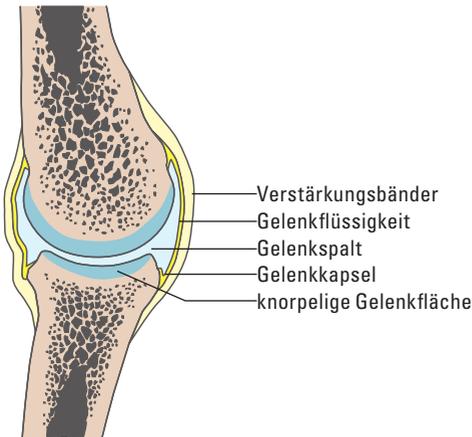


Abbildung 15 – Fingergelenk als Beispiel eines Gelenkes

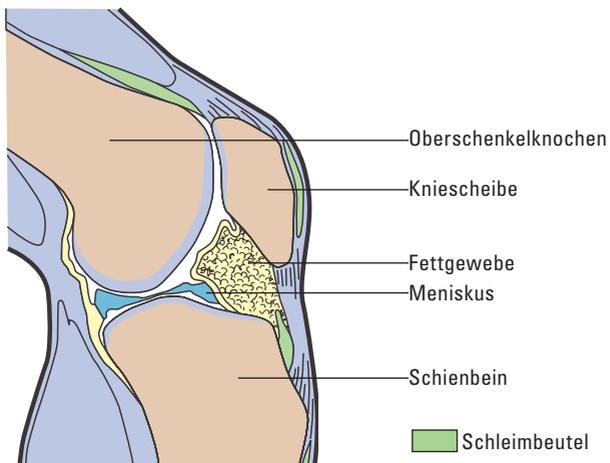
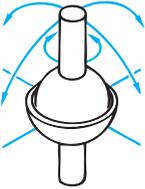
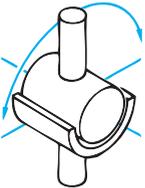


Abbildung 16 – Kniegelenk als Beispiel eines Gelenkes

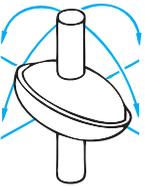
Je nach Art der Belastung und der erforderlichen Beweglichkeit werden verschiedene Gelenkformen angelegt.



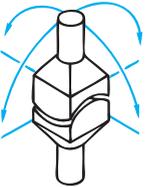
- Kugelgelenk
- Schultergelenk
  - Hüftgelenk



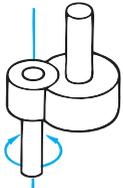
- Scharniergelenk
- Ellbogengelenk
  - Fingergelenk



- Eigelenk
- Gelenk zwischen Hinterhaupt und 1. Halswirbel
  - Gelenk zwischen Speiche und Handwurzel (Handgelenk)



- Sattelgelenk
- Gelenk zwischen Handwurzel und Mittelhandknochen (Daumengrundgelenk)



- Drehgelenk
- Gelenk zwischen 1. und 2. Halswirbel
  - Gelenk zwischen Speiche und Elle (Nebengelenk)

Abbildung 17 – Verschiedene Gelenkformen

### 5.1.5 Schädel

Der Schädel ist aus mehreren Knochen zusammengesetzt. Man unterscheidet:

a) Gesichtsschädel:

1. Unterkiefer;
2. Oberkiefer;
3. Jochbein;
4. Nasenbein.

b) Gehirnschädel:

1. Stirnbein;
2. Scheitelbein;
3. Schläfenbein;
4. Hinterhauptbein;
5. Keilbein.

Der Gehirnschädel umschließt mit Schädelbasis und Schädeldach (Kalotte) das Gehirn.

Zahlreiche Öffnungen dienen dem Durchtritt von Rückenmark, Hirnnerven und Blutgefäßen.

Der Schädel ist mit dem 1. Halswirbel (Atlas) gelenkig verbunden. Dieses Gelenk gestattet keine Drehbewegung, sondern lediglich Kippbewegungen (Kopfnicken). Die Kopfdrehung erfolgt in einem Drehgelenk zwischen 1. und 2. Halswirbel (Atlas und Dreher).

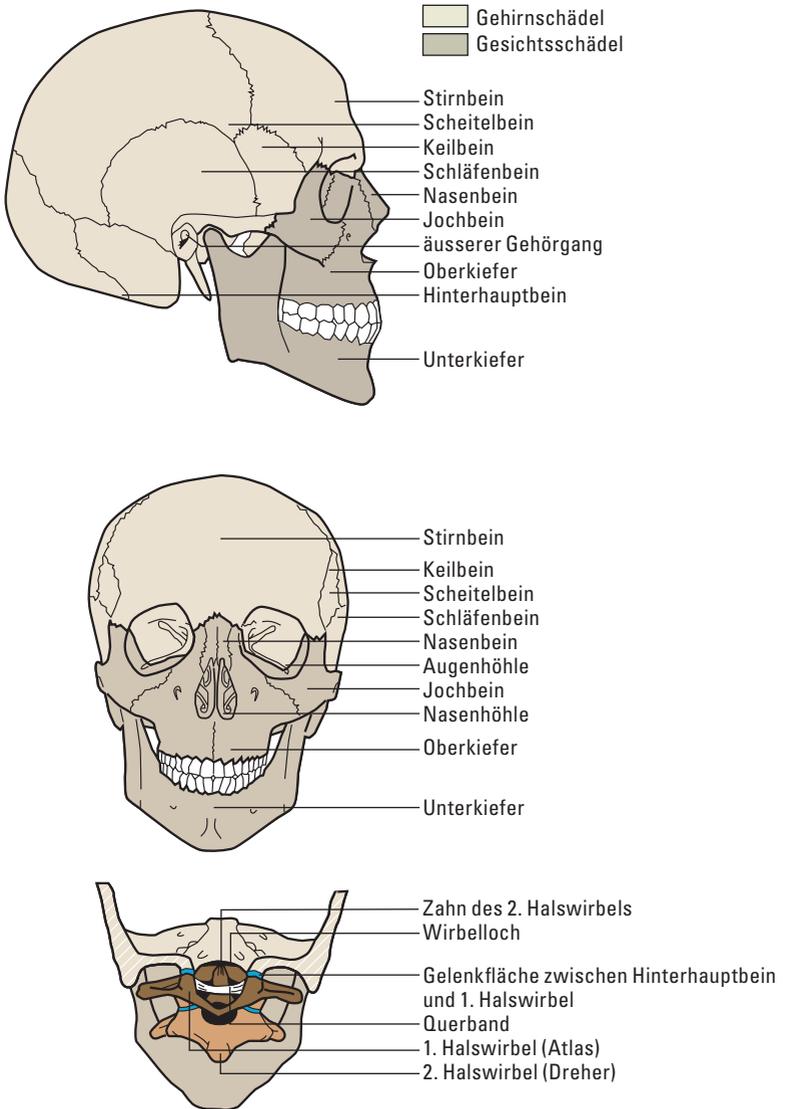


Abbildung 18 – Schädel und oberste Halswirbel

## 5.1.6 Wirbelsäule

Die Wirbelsäule bildet die bewegliche Achse unseres Körpers. Ihre Doppel-S-Form und die Zwischenwirbelscheiben federn axiale Stöße ab.

Die Wirbelsäule umgibt schützend das Rückenmark und trägt frei beweglich den Schädel. Sie stützt Schulter- und Beckengürtel. Ihr Brustteil trägt die Rippen, die den Brustkorb bilden.

Die Wirbel sind die knöchernen Bausteine der Wirbelsäule. Sie liegen nicht direkt aufeinander, sondern sind durch die Bandscheiben (knorpelige Bausteine der Wirbelsäule) elastisch miteinander verbunden.

Die einzelnen Wirbel sind zudem durch Gelenke miteinander verbunden. Zwischen Wirbelbogen und Fortsätzen benachbarter Wirbel sind Bänder angespannt, welche die Wirbelsäule verstreben.

Die übereinanderliegenden Wirbellöcher bilden den Wirbelkanal, in welchem das Rückenmark verläuft.

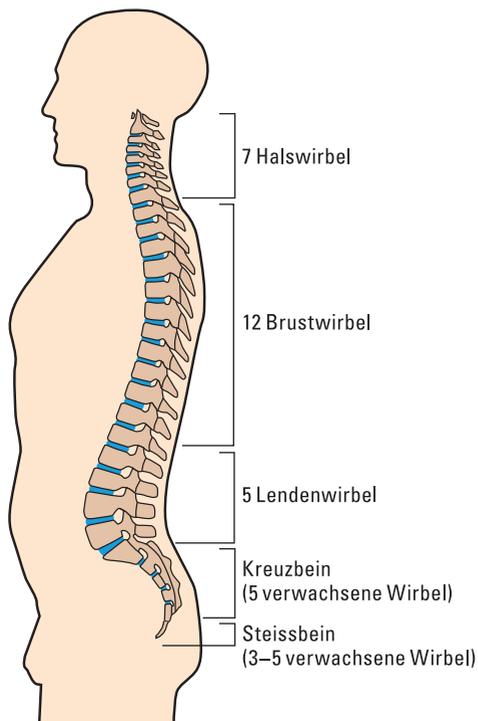


Abbildung 19 – Wirbelsäule (von der Seite)

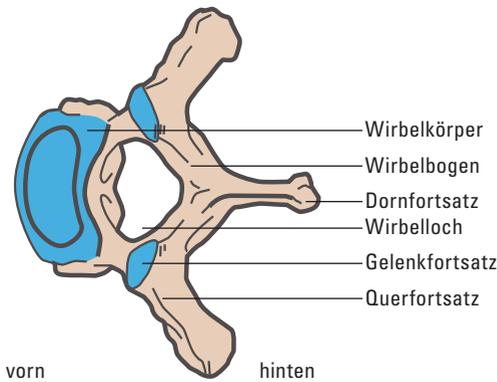


Abbildung 20 – Wirbel von oben

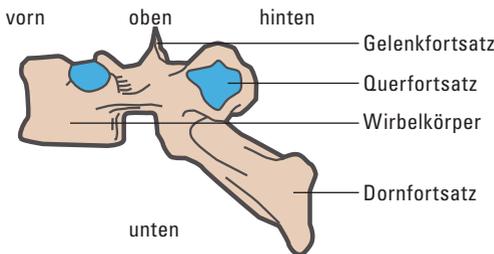


Abbildung 21 – Wirbel von der Seite

### 5.1.7 Thorax (Brustkorb)

Brustwirbelsäule, Brustbein und Rippen bilden den Brustkorb. Dieser schützt Herz und Lungen.

Von den 12 Rippenpaaren erreichen nur 7 mit ihren Knorpeln direkt das Brustbein (wahre Rippen). Die Rippen 8–10 sind über eine gemeinsame Knorpelbrücke mit dem Brustbein verbunden (falsche Rippen). Die beiden letzten Rippen (11. und 12.) endigen frei (freie Rippen).

Das Brustbein verbindet vorne die Rippen der beiden Seiten. Sein rotes Knochenmark ist eine Blutbildungsstätte und eignet sich dank der oberflächlichen Lage gut zur Entnahme zu diagnostischen Zwecken (Sternalpunktion).

Die Rippen sind spangenartig gebogene, abgeflachte Knochen, die mit den Brustwirbeln durch Gelenke verbunden sind und schräg von hinten oben nach vorn unten verlaufen.

Beim Einatmen heben sich die Rippen und vergrößern dadurch den Thorax-Innenraum.

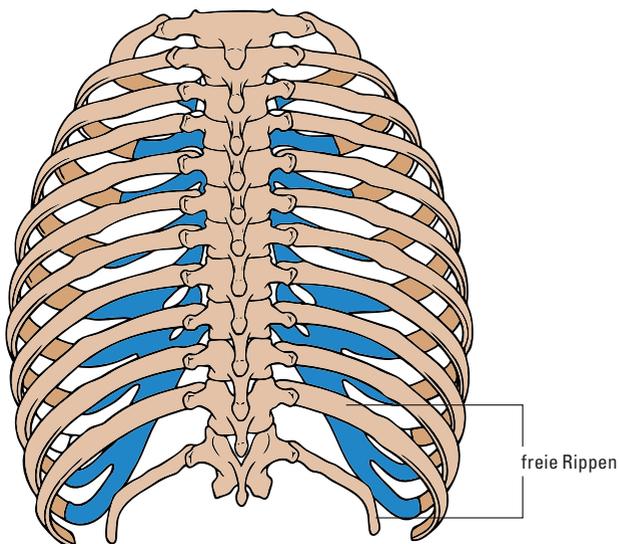
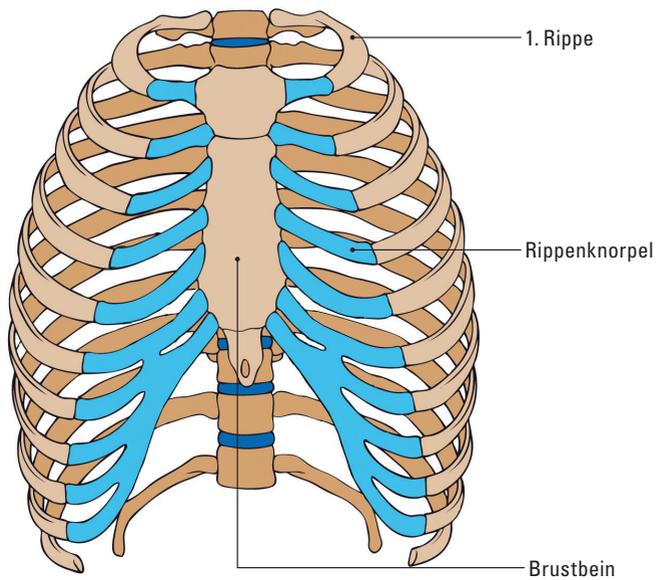


Abbildung 22 – Thorax oder Brustkorb, von vorne (Bild oben) und von hinten (Bild unten)

### 5.1.8 Schultergürtel

In enger räumlicher Beziehung zum Brustkorb steht der Schultergürtel. Sein knöcherner Anteil setzt sich aus den beiden Schlüsselbeinen und den beiden Schulterblättern zusammen, welche eine flache Gelenkpfanne für den Humeruskopf (Gelenkkopf des Oberarmknochens) tragen.

Der Schultergürtel ist nur über die Schlüsselbeine mit dem Brustkorb am Brustbein gelenkig verbunden. Im Übrigen ist er muskulär am Rumpf fixiert. Dies gewährt im Vergleich zum Beckengürtel grosse Beweglichkeit, allerdings unter Einbusse an Stabilität.

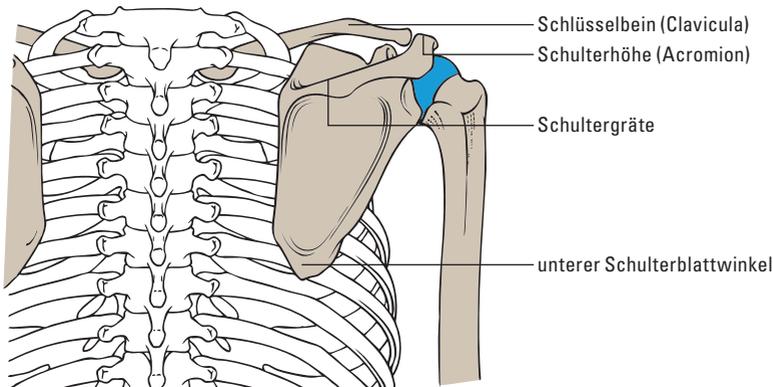
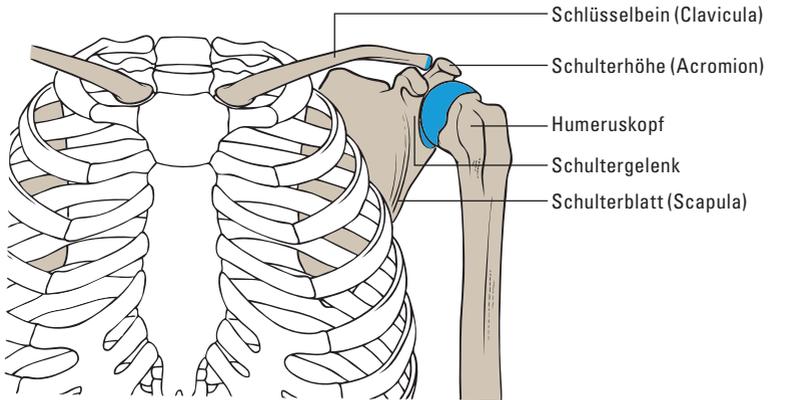


Abbildung 23 – Schultergürtel (oben von vorne; unten von hinten)

### 5.1.9 Becken

Das Becken stellt einen knöchernen Ring dar (Beckengürtel), auf dem einerseits die Wirbelsäule ruht und an dem andererseits die unteren Gliedmassen (Extremitäten) befestigt sind. Das Becken beinhaltet und schützt die Beckenorgane.

Durch den vollständigen knöchernen Ring sowie durch die tiefen Hüftgelenkpfannen zur Aufnahme des Schenkelkopfes ist die Stabilität im Bereiche des Beckengürtels sehr hoch, während die Beweglichkeit eingeschränkt ist.

Bestandteile des Beckens sind das Kreuzbein und die beiden Hüftbeine. Das Hüftbein entsteht aus der Verschmelzung von Darm-, Scham- und Sitzbein.

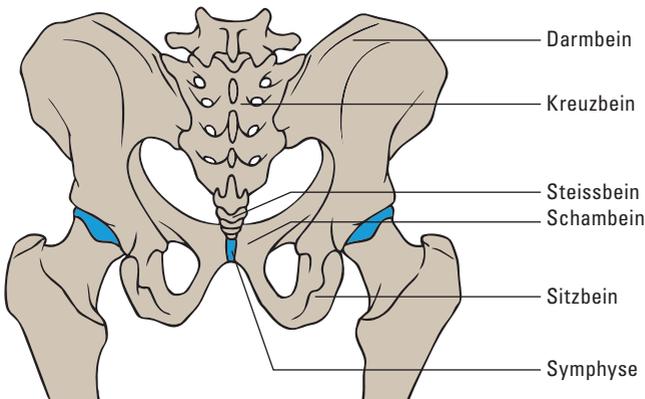
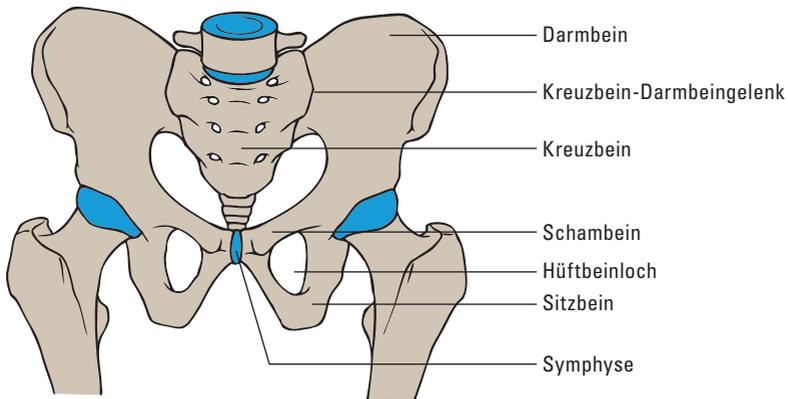


Abbildung 24 – Skelett des Beckens (oben von vorne; unten von hinten)

## **5.1.10 Gliedmassen (Extremitäten)**

Arme und Beine stimmen in ihrem Aufbau in bemerkenswerter Weise überein. Sie sind aber zugleich, ihren verschiedenen Aufgaben entsprechend, abgewandelt.

Die Anzahl der Knochen der Arm- und Beingliedmassen nimmt gegen die Peripherie hin zu. Durch die höhere Anzahl der gelenkigen Verbindungen wird die Beweglichkeit erhöht.

### **5.1.10.1 Die oberen Gliedmassen**

Die oberen Gliedmassen sind sehr beweglich und verhältnismässig wenig stabil.

Der lange Oberarmknochen (Humerus) liegt mit seinem halbkugeligen Kopf in der flachen Pfanne des Schulterblattes und bildet mit diesem das Schultergelenk. Am Ellbogen bildet er mit den beiden Knochen des Vorderarmes, der Speiche (Radius) auf der Daumenseite und der Elle (Ulna) auf der Kleinfingerseite, das zusammengesetzte Ellbogengelenk.

An die Vorderarmknochen schliesst die Handwurzel an, bestehend aus 8 in zwei Reihen liegenden, kleinen, würfelförmigen Handwurzelknochen. Auf diese folgen die 5 Mittelhandknochen und zu äusserst die Fingerknochen.

Der Daumen besitzt nur 2, die übrigen Finger 3 Knochenglieder. Der Daumen kann den übrigen Fingern gegenübergestellt werden; dadurch wird die Hand zum Greifwerkzeug. Der Verlust des Daumens beeinträchtigt demnach die Funktion der Hand sehr viel stärker als der Verlust eines Fingers.

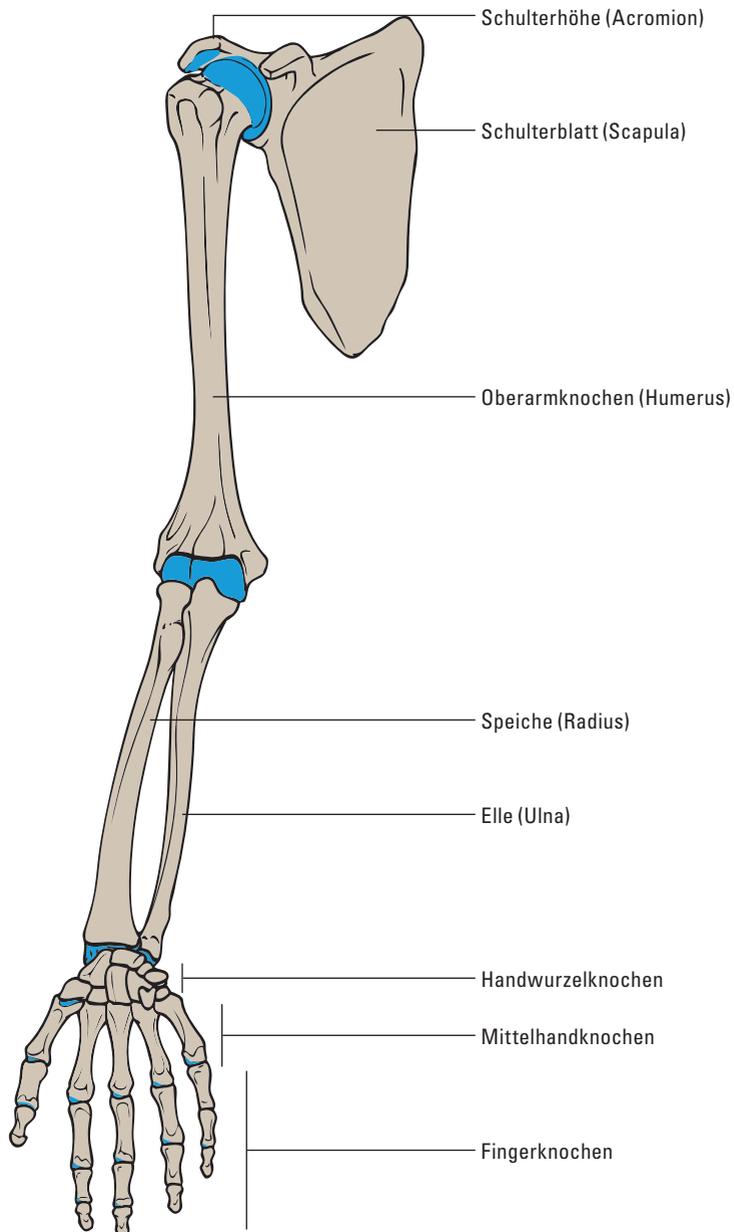


Abbildung 25 – Obere Gliedmasse (Skelett)

### 5.1.10.2 Die unteren Gliedmassen

Die unteren Gliedmassen tragen den Körper und dienen der Fortbewegung. Die knöchernen Bestandteile und ihre Verbindungen (Gelenke) sind deshalb kräftig und stabil gebaut.

Der Oberschenkelknochen (Femur), der längste und stärkste Röhrenknochen des Skeletts, ist mit dem Hüftbein durch ein Kugelgelenk (Hüftgelenk) verbunden. Unten bildet er mit dem Schienbein (Tibia) das Kniegelenk. Zur Verbesserung der Druckverteilung im Kniegelenk sind darin zwei Menisken (henkelförmige Knorpelstücke) eingelagert. Vor dem Kniegelenk, aber höher als dieses, liegt die flache Kniescheibe (Patella), die in der Endsehne des vierköpfigen Oberschenkelmuskels eingelassen ist.

Die knöcherne Grundlage des Unterschenkels bilden das Schienbein und das Wadenbein (Fibula), die unter sich mit einer festen, bindegewebigen Membran verbunden sind. Die unteren Enden dieser Knochen entsprechen den Fussknöcheln. Schienbein und Wadenbein bilden zusammen eine gabelförmige Gelenkpfanne, welche die Sprungbeinrolle aufnimmt (Scharniergelenk).

Von den 7 Fusswurzelknochen ist neben dem Sprungbein auch das Fersenbein, an dem die Achilles-Sehne ansetzt, besonders zu erwähnen. Die übrigen kleineren Fusswurzelknochen stehen mit den Mittelfussknochen in Verbindung und bilden mit diesen das Fussgewölbe.

Die Mittelfussknochen stehen mit den Zehenknochen in Verbindung. Analog zur Hand hat die Grosszehe 2, die übrigen Zehen haben 3 Glieder.

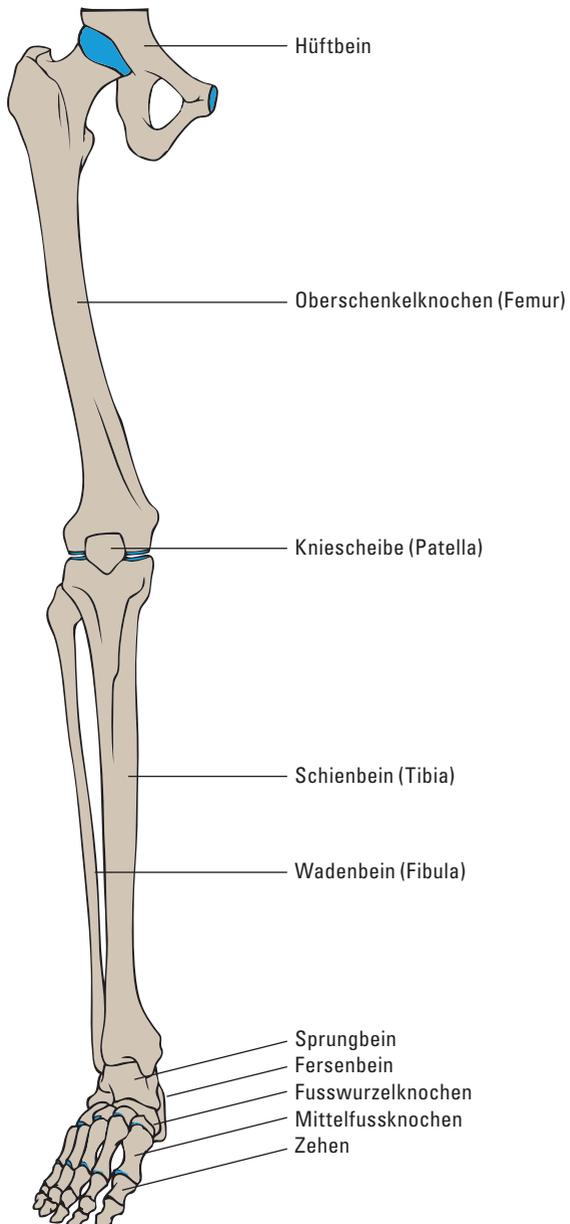


Abbildung 26 – Untere Gliedmasse (Skelett)

## 5.2 Muskulatur

Die Skelettmuskulatur stellt den aktiven Teil des Bewegungsapparates dar. Die Muskeln sind Strukturen, die durch ihre Aktivität in der Lage sind, eine Kraft zu erzeugen oder sich zu verkürzen (oder beides). Durch die Tätigkeit der Muskulatur kann der Organismus Arbeit verrichten. Ohne Muskeln wäre der Mensch völlig unbeweglich.

Der Mensch besitzt drei unterschiedliche Typen von Muskulatur:

Muskeltyp	Muskeltyp
1. Glatte Muskulatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muskelwände</li> <li>- Magen-Darmtrakt</li> <li>- Bronchien</li> <li>- Urogenitaltrakt</li> <li>- Blutgefäße</li> </ul>
2. Quergestreifte Muskulatur	Das gesamte System der Skelettmuskulatur
3. Herzmuskulatur (Sonderform der quergestreiften Muskulatur)	

Die aktive Bewegung des Körpers kommt durch den Wechsel zwischen Zusammenziehen und Erschlaffung der quergestreiften Muskulatur zustande.

### 5.2.1 Bau des Muskels

Der Muskel verjüngt sich in der Regel an den Enden und geht in Endsehnen über, die in den Knochen einstrahlen. Die rumpfnähere Befestigungsstelle pflegt man als Ursprung, die rumpferne als Ansatz zu bezeichnen. Je nach Lage und Funktion können Muskeln und Sehnen auch breitflächige Platten darstellen (Bauchmuskulatur, Zwerchfell).

Der Muskel setzt sich aus einer Vielzahl feinsten Muskelfasern zusammen. Er wird von einer Bindegewebshülle (Faszie) umhüllt. Mehrere Muskelfasern werden durch Bindegewebe zu Faserbündeln zusammengefasst (Fleischfaser).

Zwischen den einzelnen Muskelfasern verlaufen die Haargefäße (Kapillaren). Diese dienen der Versorgung des Muskels mit Sauerstoff und Nährstoffen. Die einzelne Muskelfaser wird von einer Zellmembran umhüllt und besitzt eine grosse Anzahl von Zellkernen. Im Zellplasma liegen die Myofibrillen. Diese Myofibrillen bestehen aus dicken und dünnen Filamenten, die sich bei der Verkürzung ineinander schieben.

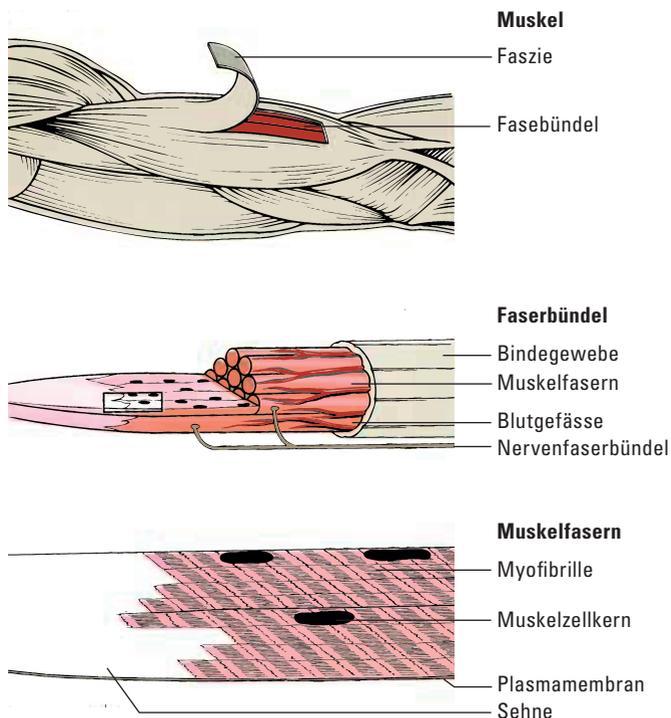


Abbildung 27 – Bau des Muskels

### 5.2.2 Funktion des Muskels

Die Skelettmuskelfasern werden durch Nervenimpulse aus dem Rückenmark gereizt. Durch Zahl und Art dieser Impulse wird die Kontraktion der Muskelfaser gesteuert. Mechanische, chemische oder elektrische Reize können zur unkontrollierten Kontraktion eines Muskels führen.

Jeder Muskel steht auch in Ruhe unter einer gewissen, vom Zentralnervensystem gesteuerten Grundspannung (Tonus).

### 5.2.3 Muskeln und Gelenke

Je nach Lage von Ursprung und Ansatz gibt es ein- oder mehrgelenkige Muskeln.

Für die Beugung und Streckung in den Gelenken sind verschiedene Muskeln (bzw. Muskelgruppen) zuständig. Muskeln, die zusammenarbeiten, nennt man Synergisten, solche, die entgegen gesetzte Funktionen ausüben, Antagonisten.

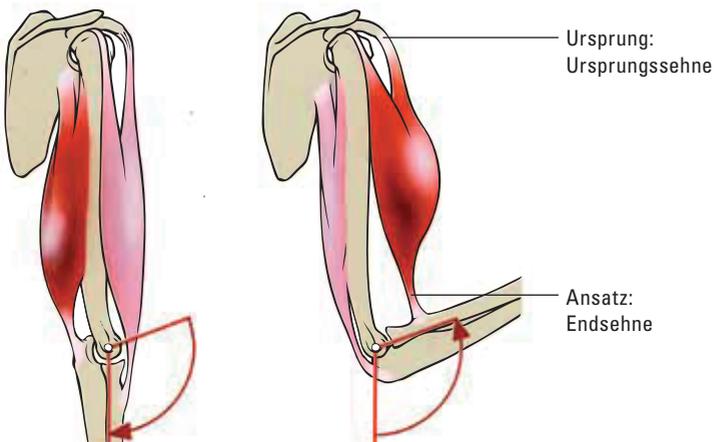


Abbildung 28 – Muskelwirkung

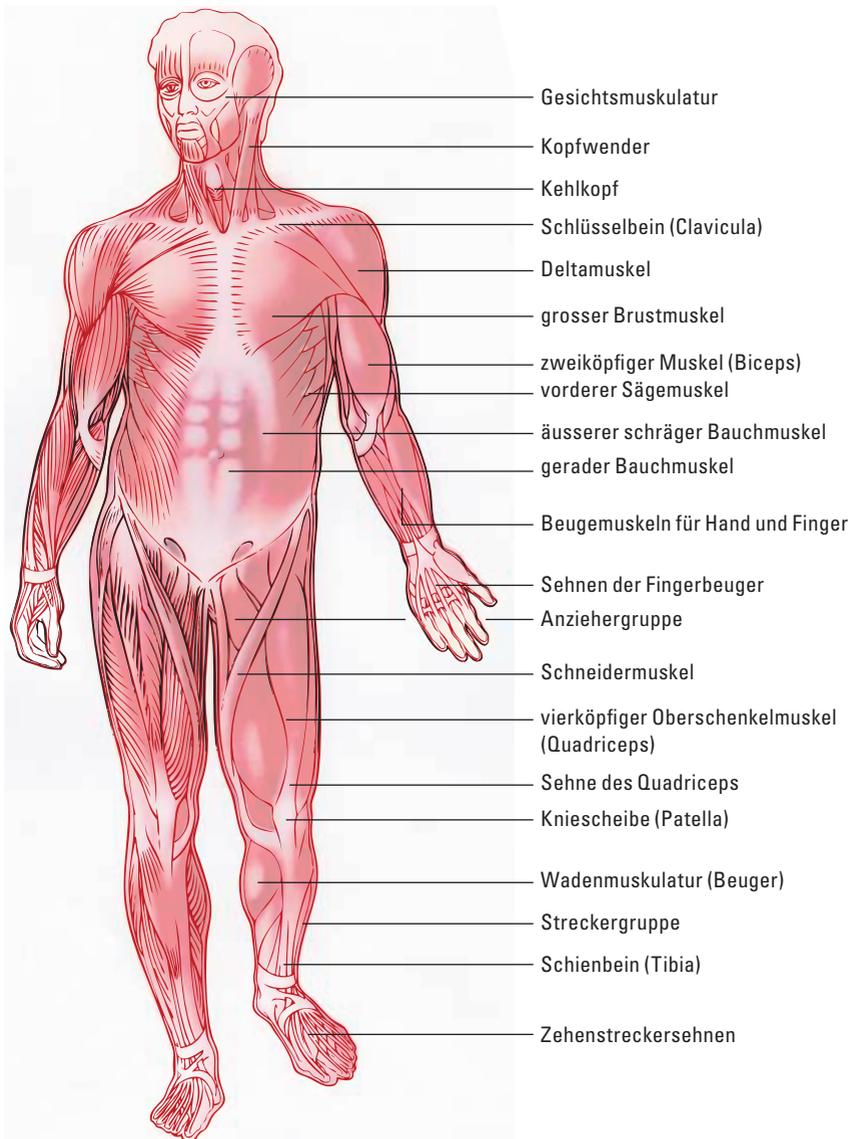


Abbildung 29 – Muskeln und Sehnen (von vorne)

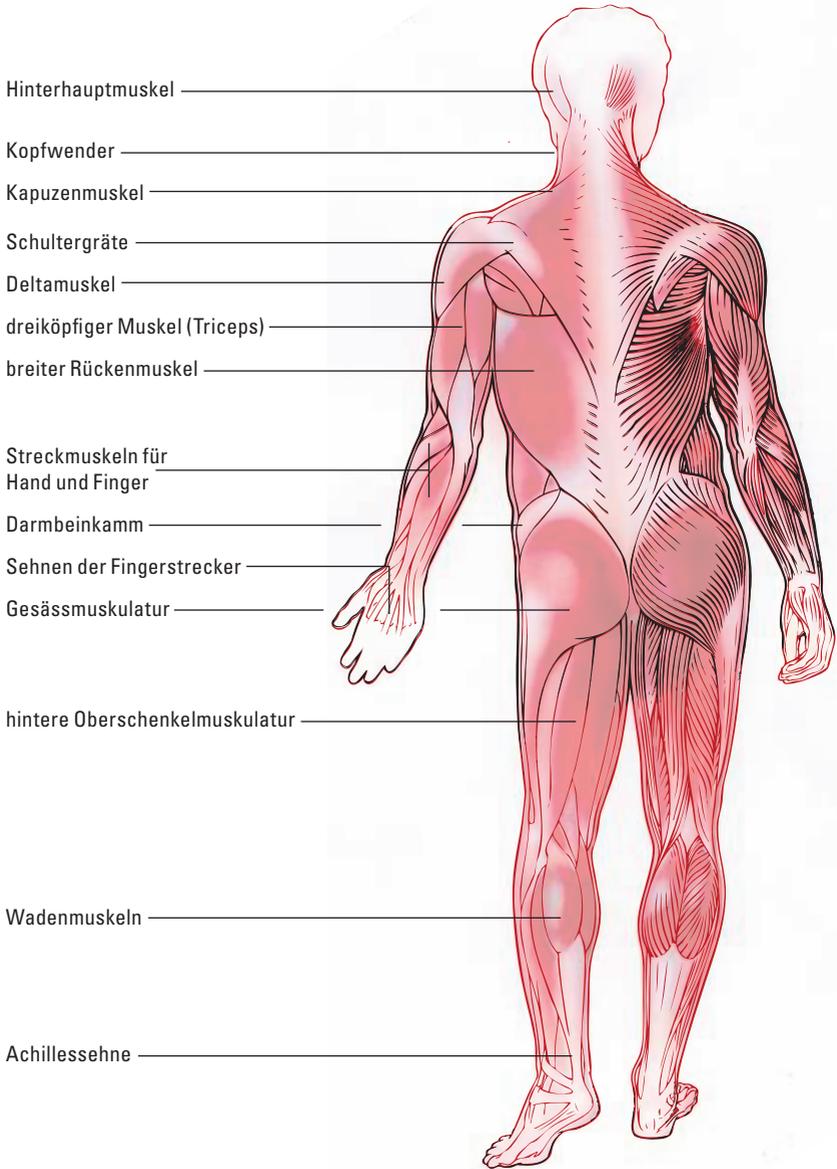


Abbildung 30 – Muskeln und Sehnen (von hinten)

### 5.2.4 Schleimbeutel und Sehnenscheiden

Sehnen, die über Knochen gleiten, sind durch Schleimbeutel unterpolstert (Kniegelenk, Ellbogen).

Sehnenscheiden sind bindegewebige Führungsröhren der langen Sehnen gewisser Extremitätenmuskeln. Sie sind dort vorhanden, wo die Sehnen über längere Strecken ortsgebunden verlaufen müssen.

Die Sehnenscheiden gewährleisten die richtige Führung, vermeiden Reibung und sorgen für die Ernährung der Sehnen.

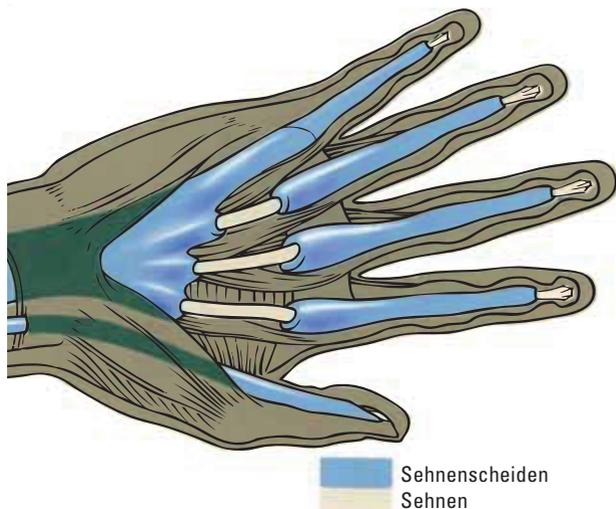


Abbildung 31 – Sehnenscheiden der Handinnenfläche

## 6 Nervensystem

Das Nervensystem ist die Steuerzentrale des menschlichen Körpers. Es ist ein Organsystem mit hoch spezialisierten Zellen, das neben seiner Eigenaktivität in der Lage ist, Reize zu empfangen, zu verarbeiten und zu beantworten.

### 6.1 Gliederung

Das Nervensystem kann man bezüglich Lokalisation und Aufbau in ein zentrales und ein peripheres, funktionell in ein animales und ein vegetatives (autonomes) System einteilen:

- a) zentrales Nervensystem: Gehirn und Rückenmark;
- b) peripheres Nervensystem: Gesamtheit aller Nerven, welche die Erregungen vom oder zum zentralen Nervensystem führen;
- c) animales Nervensystem: umfasst die Nervenzentren und Nervenbahnen, welche die bewusste Wahrnehmung und willentliche Betätigung ermöglichen;
- d) vegetatives Nervensystem: regelt selbständig, unbewusst und unwillkürlich die Tätigkeit der Organsysteme.

### 6.2 Zentrales Nervensystem

Gehirn und Rückenmark sind von drei bindegewebigen Häuten, den Hirnhäuten, umgeben; dies sind von aussen nach innen:

- a) harte Hirnhaut (Dura mater);
- b) Spinnwebenhaut (Arachnoidea);
- c) weiche Hirnhaut (Pia mater).

Zwischen Spinnwebenhaut und weicher Hirnhaut liegt ein Raum von variabler Breite (Subarachnoidalraum), der mit Flüssigkeit (Liquor cerebrospinalis) gefüllt ist. An günstigen Stellen lässt sich Liquor zwecks Untersuchung abpunktieren.

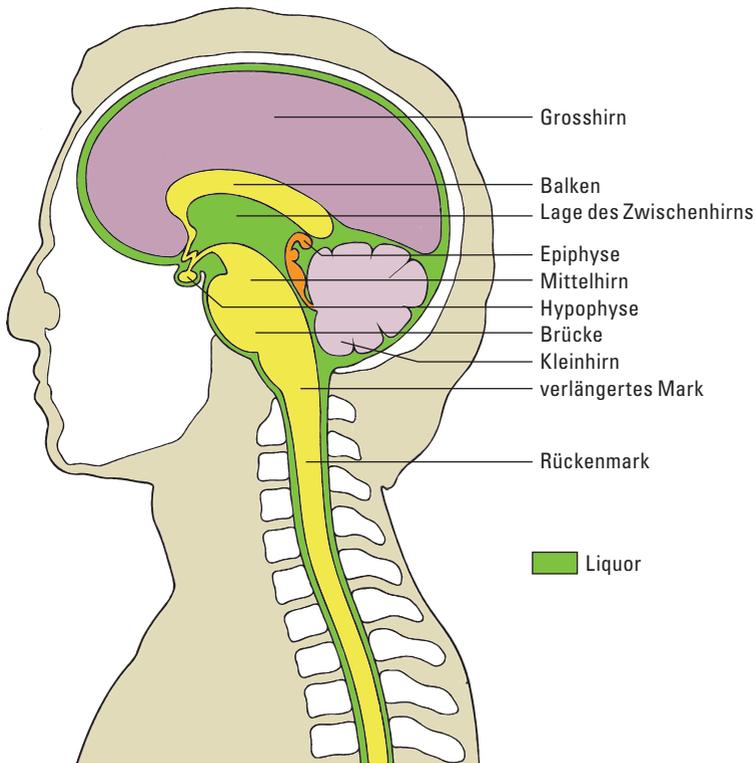


Abbildung 32 – Kopf und Gehirn (Medianschnitt)

### 6.2.1 Gehirn

Das Gehirn liegt in der Schädelhöhle. Es ist durch den knöchernen Hirnschädel und durch einen Flüssigkeitsmantel der Hirn-Rückenmarksflüssigkeit (Liquor) geschützt. Es liegt mit seiner Unterfläche (Hirnbasis) auf dem knöchernen Boden des Schädels (Schädelbasis). Die obere, gewölbte Fläche liegt dem Dach des Schädels an.

Man gliedert das Gehirn in fünf Hauptabschnitte:

- Endhirn mit Grosshirn und Endhirnkernen;
- Zwischenhirn mit Hypophyse und Epiphyse;
- Mittelhirn;
- Hinterhirn mit Kleinhirn und Brücke;
- Nachhirn mit verlängertem Mark.

### 6.2.1.1 Endhirn

Die Hauptmasse des Gehirns besteht aus dem Endhirn mit seinen beiden Grosshirnhälften (Hemisphären), die durch eine tiefe Längsfurche voneinander getrennt sind. In der Tiefe der Längsfurche sind die Hemisphären durch den Balken miteinander verbunden. Dieser enthält die wichtigsten Verbindungsbahnen zwischen linker und rechter Grosshirnhälfte. Im Innern der beiden Hemisphären liegen die Seitenventrikel. Diese stellen grosse innere, mit Liquor gefüllte Hohlräume dar. Die innern (Ventrikelsystem) und die äussern Liquorräume (Subarachnoidalraum) stehen miteinander in Verbindung.

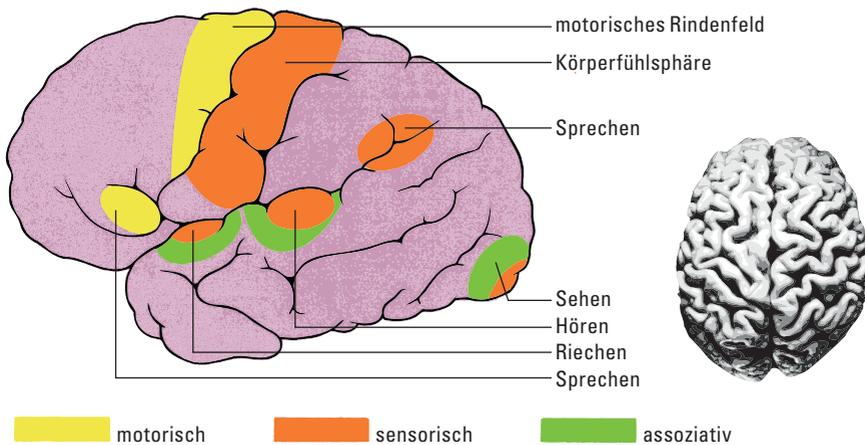


Abbildung 33 – Zentren des menschlichen Grosshirns

Die Oberfläche des Grosshirns zeigt Windungen und Furchen. Die äusseren Schichten des Grosshirns bezeichnet man als Grosshirnrinde. Sie ist aus sechs Zellschichten aufgebaut und lässt sich in über 200 sogenannte Rindenfelder einteilen. Diese Regionen sind an der Hirnoberfläche meist nicht sichtbar voneinander abgegrenzt; es lassen sich ihnen aber bestimmte, mehr oder weniger präzis definierte Funktionen zuordnen.

In der Grosshirnrinde laufen diejenigen nervösen Vorgänge ab, die dem Bewusstsein zugänglich sind. Höhere geistige Funktionen, wie Gedächtnis und Denken, lassen sich nicht an bestimmten Stellen des Gehirns lokalisieren. Sie hängen aber eng mit der Tätigkeit der Grosshirnrinde zusammen.

### **6.2.1.2 Zwischenhirn**

Über das Zwischenhirn läuft die Steuerung der Hypophyse. Es kontrolliert unter anderem den Stoffwechsel, den Appetit, den Durst sowie die Triebe. Es dient als grosse Schalt- und Kontrollstation für viele Erregungen, die für die Körperfühlsphäre, das Seh- und Hörzentrum bestimmt sind, und ist auch in die unwillkürliche Motorik eingeschaltet.

### **6.2.1.3 Mittelhirn und Brücke**

Mittelhirn und Brücke enthalten Leitungen und Umschaltstationen für die verschiedensten zentralnervösen Funktionssysteme.

### **6.2.1.4 Kleinhirn**

Das Kleinhirn ist die Koordinationsstelle der willkürlichen und unwillkürlichen Motorik. Das komplexe Zusammenwirken der Muskeln wird hier aufeinander abgestimmt.

### **6.2.1.5 Verlängertes Mark**

Es ist der an das Rückenmark anschliessende Hirnabschnitt. Es beinhaltet die Leitungsbahnen, welche Gehirn und Rückenmark verbinden und hier grösstenteils auf die Gegenseite kreuzen.

Wichtigste Zentren vegetativer Funktionen sind hier untergebracht, wie das Kreislauf- und das Atemzentrum. Beim sogenannten «Tod durch Genickbruch» kommt es zur direkten Zerstörung dieser Zentren durch die gewaltsame und plötzliche Verlagerung der oberen Halswirbel.

### **6.2.1.6 Hirnnerven**

Vom Gehirn gehen 12 Nervenpaare ab, die sogenannten Hirnnerven, welche an der Unterseite des Gehirns sichtbar sind. Dazu gehören: der Riechnerv, der Sehnerv, der Gleichgewichts- und Hörnerv, der Geschmacksnerv sowie verschiedene sensible und/oder motorische Nerven zu Zunge, Gesicht und Hals. Besonders zu erwähnen ist der Vagusnerv, der sich bis in den Bauchraum hinunterzieht und Brust- und Bauchorgane mit vegetativen Fasern versorgt.

## 6.2.2 Rückenmark

Das Rückenmark stellt ein untergeordnetes Zentrum des Nervensystems dar. Es liegt im Wirbelkanal und ist wie das Gehirn von den Hirnhäuten und Liquor umgeben.

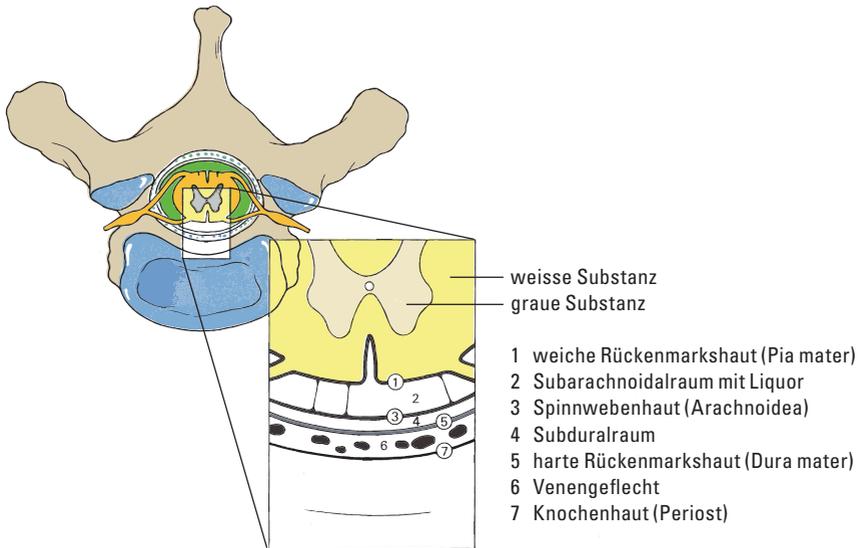


Abbildung 34 – Häute des Rückenmarks

Im Zentrum des Rückenmarks liegt die graue Substanz, die aussen von weisser Substanz umgeben ist. Die graue Substanz zeigt eine Schmetterlings- oder H-Form. Man unterscheidet dabei Vorder-, Hinter- und Seitenhorn.

Die Abgänge der Rückenmarksnervenpaare (Spinalnerven) gliedern das Rückenmark in Segmente. Jedes Segment hat seine vorderen motorischen und seine hinteren sensiblen Wurzeln, die zu den Spinalnerven zusammenlaufen. Nach seinem Austritt aus dem Wirbelkanal teilt sich jeder Spinalnerv in mehrere grössere Äste. Die peripheren Nerven setzen sich im Allgemeinen aus Spinalnervenanteilen verschiedener Segmente zusammen.

Einfache Reflexe laufen über das Rückenmark ab, ohne Beteiligung übergeordneter Zentren, z. B. der Patellarsehnenreflex.

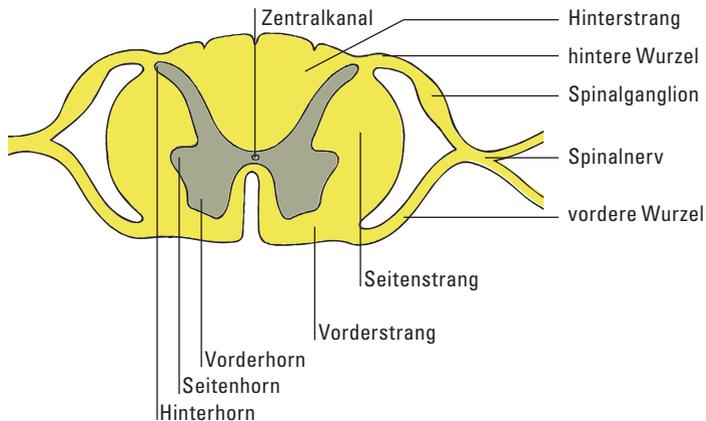


Abbildung 35 – Querschnitt durch das Rückenmark

### 6.2.2.1 Graue Substanz

In der grauen Substanz sind die Nervenzellen eingebettet. Sie sind umgeben von besonderen Hüllzellen (Gliazellen), welche den Stoffaustausch zwischen den Nervenzellen und den Kapillaren vermitteln.

Vorkommen:

- Grosshirnrinde;
- Kleinhirnrinde;
- Kernareale des Gehirns und des Kleinhirns;
- Kern des Rückenmarks (Schmetterlingsfigur).

### 6.2.2.2 Weisse Substanz

Die weisse Substanz beinhaltet die langen Fortsätze der Nervenzellen, die von spezialisierten Zellen (Schwannsche Zellen) umhüllt werden. Diese Hülle hat Isolations- und Stützfunktionen und verleiht der Masse der Leitungsbahnen die weisse Farbe.

Vorkommen:

- Bahnen des Gross- und Kleinhirns;
- Mantel des Rückenmarks.

### 6.2.2.3 Leitungsbahnen

Je nach Funktion spricht man von motorischen oder sensiblen bzw. sensorischen Leitungen:

- motorisch: Leitung von Nervenimpulsen vom Zentralnervensystem zur Peripherie (z. B. zu den Muskeln);
- sensibel: Leitung von Nervenimpulsen von der Peripherie zum Zentralnervensystem (z. B. aus der Haut);
- sensorisch: Leitung von Nervenimpulsen von den Sinnesorganen zum Gehirn (z. B. vom Auge her).

## 6.3 Peripheres Nervensystem

Das periphere Nervensystem besteht aus den Leitungssträngen (Nerven), die nervöse Erregungen von und zum Zentralnervensystem führen. Sie verlaufen meistens zusammen mit Blutgefäßen (Gefäß-Nervenstränge) und sind von einer gemeinsamen bindegewebigen Scheide umschlossen.

In einem Nerv verlaufen meistens motorische, sensible und allenfalls sensorische Fasern gemeinsam. Die Durchtrennung eines Nervs führt somit meistens sowohl zu einer Lähmung wie auch zu einem Sensibilitätsausfall.

## 6.4 Vegetatives (autonomes) Nervensystem

Es regelt selbständig die vegetativen Lebensfunktionen, wie z. B. Atmung, Verdauung, Stoffwechsel, Sekretion. Es ist weitgehend von einer willentlichen Beeinflussung unabhängig.

### 6.4.1 Funktion der Nervensysteme

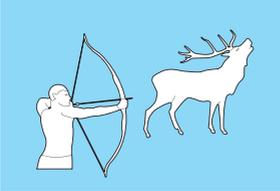
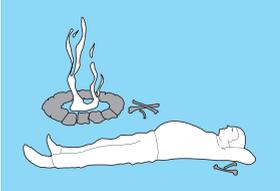
Somatisches Nervensystem	Vegetatives Nervensystem
Regelt alle willkürlichen Funktionen des Körpers: – Gehen – Greifen – Springen usw.	Regelt die unwillkürlichen Funktionen des Körpers: – Verdauung – Kreislauf – Atmung – Körpertemperatur – Blutdruck usw.
	
⇒ Es wird durch den Willen beeinflusst	⇒ Es ist durch den Willen nicht zu beeinflussen

### 6.4.2 Aufbau des vegetativen Nervensystems

Das vegetative Nervensystem besteht aus den zwei Teilsystemen:

- a) Sympathikus;
- b) Parasympathikus.

Sie haben gegensinnige Wirkungen (Gegenspieler). Der Sympathikus wird vor allem bei solchen Aktivitäten des Körpers erregt, die nach aussen gerichtet sind, wie z. B. körperliche Arbeit oder Reaktion auf Stressreize. Der Parasympathikus dominiert dagegen bei nach innen gerichteten Körperfunktionen, wie z. B. Essen, Verdauen.

Sympathikus	Parasympathikus
Anspannung, Stress, Arbeit, Sport	Essen, Verdauen, Ausscheiden und Entspannung
	
Auswirkungen auf Körperfunktionen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herzkraft und Frequenz erhöht</li> <li>- Weitstellung der Bronchien</li> <li>- Muskeln gut durchblutet</li> <li>- Schwitzen</li> <li>- Engstellen der Hautgefäße</li> <li>- Stilllegung des Darmtraktes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Speichelsekretion erhöht</li> <li>- Herzfrequenz tief</li> <li>- Bronchien eng</li> <li>- Darm aktiv</li> </ul>

Für eine harmonische Funktion der Organsysteme müssen sie zusammenwirken.

#### 6.4.2.1 Parasympathikus:

Seine Wirkung ist ausgerichtet auf die Schaffung und Erhaltung von Reserven.

#### 6.4.2.2 Sympathikus:

Er stellt den Organismus ein auf die aktive Entfaltung von Energie.

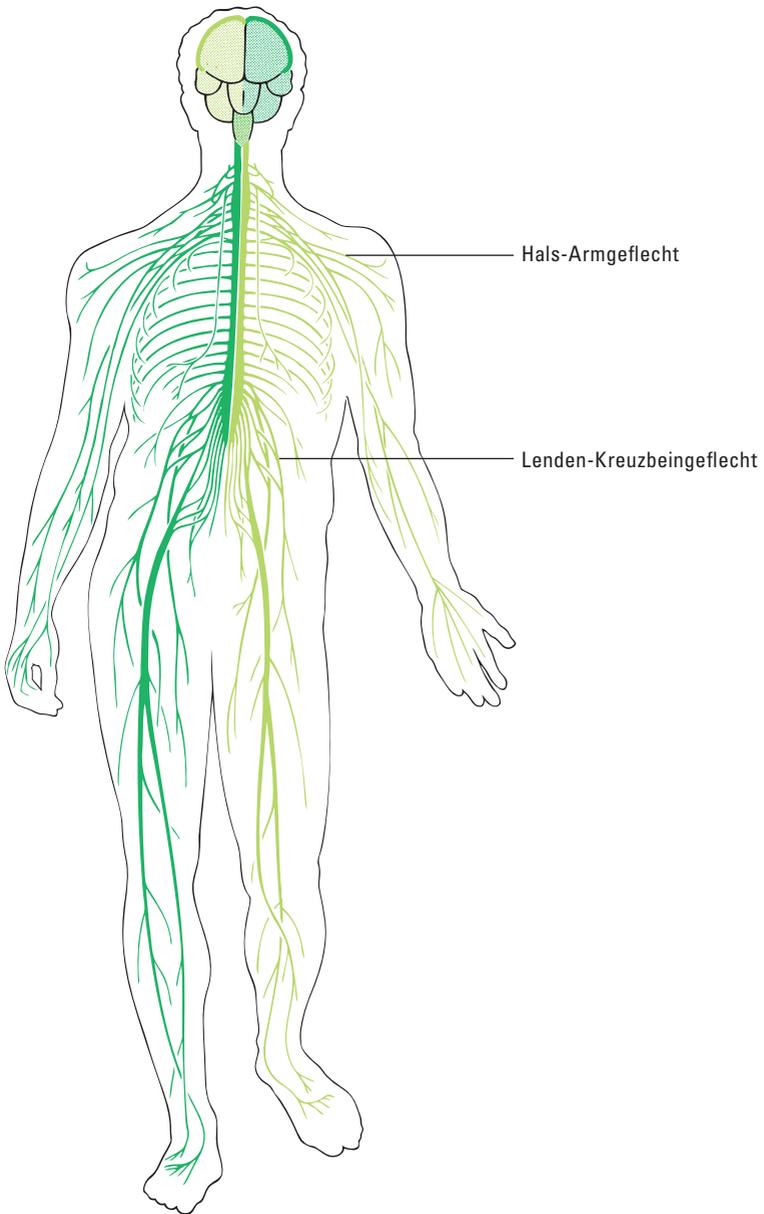


Abbildung 36 – Nervensystem

### 6.4.3 Wirkungen des vegetativen Nervensystems

Organ	Sympathikus	Parasympathikus
Herz	Beschleunigung des Herzschlages, Erweiterung der Kranzgefäße	Verlangsamung des Herzschlages, Verengung der Kranzgefäße
Blutgefäße	Verengung (Ausnahme: Muskulatur)	Erweiterung (besonders Verdauungsorgane)
Atmung	Aktivierung, Beschleunigung	Verlangsamung
Bronchialläste	Erweiterung	Verengung
Magen/Darm	Hemmung der Peristaltik, Hemmung der Drüsentätigkeit	Anregung der Peristaltik, Aktivierung der Drüsentätigkeit
Blase/Rektum	Hemmung	Erweiterung (Entleerung)
Genitalien	Gefäßverengung	Gefässerweiterung
Pupillen	Erweiterung	Verengung
Speicheldrüsen	spärlicher, zähflüssiger Speichel (trockener Mund)	reichlicher, dünnflüssiger Speichel
Schweissdrüsen	spärlicher, klebriger Schweiß (Angst- und Todesschweiß)	reichlicher, dünner Schweiß

## 6.5 Psychosomatik

Unter Psychosomatik versteht man das eng ineinandergreifende Wechselspiel von Seelischem (Psyche) und Körperlichem (Soma) im Lebensablauf.

Das vegetative Nervensystem ist der wichtigste Mittler zwischen Körper und Seele. Gedanken und Gefühle können einen deutlichen Einfluss auf Körperfunktionen ausüben. Beispiele:

- a) aus Furcht zittern;
- b) vor Schreck nicht sprechen oder atmen können;
- c) Ausbruch von Angstschweiß;
- d) vor Scham erröten;
- e) aus Trauer weinen.

Alle Organe des Körpers werden durch das psychische Geschehen beeinflusst. Der Körper seinerseits beeinflusst aber auch die Psyche.

Manche Krankheiten sind besonders stark von psychischen Einflüssen abhängig, ja können unter Umständen sogar von ihnen hervorgerufen werden, wie z. B.:

- a) Geschwüre des Magens und des Zwölffingerdarms;
- b) Bronchialasthma;
- c) Krankheiten des Dickdarms und des Herzens;
- d) Kopfschmerzen.

## 7 Regelkreise der Vitalfunktionen

### 7.1 Normale Funktionen

Die Vitalfunktionen Atmung und Kreislauf sind zwei hintereinander geschaltete Transportsysteme für die Zufuhr von Sauerstoff ( $O_2$ ) und den Abtransport von Kohlendioxid ( $CO_2$ ) mit dem Blut als Transportmittel.

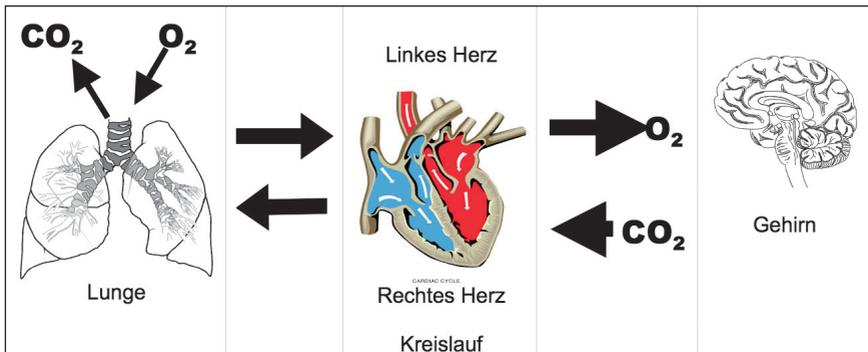
Das Gehirn benötigt neben der Sauerstoffversorgung ein ungestörtes Zusammenwirken verschiedener Bereiche des Hirnstamms und der Grosshirnrinde. Dabei laufen sehr komplizierte Regel- und Steuervorgänge ab.

Weitere Bedingungen für einen Normalbetrieb dieser Funktionskreise und damit der Vitalfunktionen sind:

- ein intaktes Bewusstsein;
- ein normaler Wärmehaushalt;
- ein normaler Wasser und Elektrolythaushalt;
- ein normaler Stoffwechsel;
- ein normaler Säure/Basehaushalt.

### 7.2 Schema der Vitalfunktionen

Atmung–Kreislauf–Bewusstsein



# 8 Atmungssystem

## 8.1 Atmung

Die Atmung dient der Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft und der Abgabe von Kohlensäure aus dem Körper. Sie ist damit eine Grundlage für die Lebensfunktionen des menschlichen Körpers (Stoffwechsel der Zelle). Die Ausatemungsluft dient ferner der Stimmbildung.

Bei der Atmung wird ca. 1/5 des eingeatmeten Sauerstoffs ausgewertet.

Einatemungsluft	Gas	Ausatemungsluft
20%	Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	16%
Spuren	Kohlensäure (CO <sub>2</sub> )	4%
80%	Stickstoff (N <sub>2</sub> )	80%

## 8.2 Atemwege

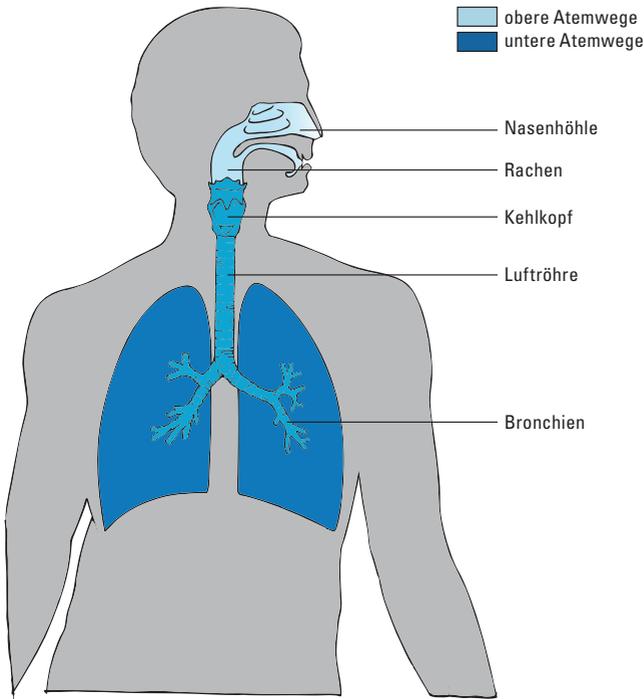


Abbildung 37 – Atemwege

## 8.2.1 Nasenhöhlen

Die Nasenhöhlen haben teils knöcherne und teils knorpelige Wände. Sie beinhalten die Nasengänge, die von den Nasenmuscheln begrenzt werden. Die Nasenlöcher bilden den Abschluss der Nasenhöhlen nach aussen.

Der gesamte Raum der Nasenhöhlen ist mit Schleimhaut ausgekleidet, die zum Teil Flimmerhaare trägt. Die bindegewebige Schicht der Schleimhaut ist reich an Blutgefäßen. Zahlreiche Drüsen sondern die Nasenflüssigkeit ab, die zur Befeuchtung der Atemluft dient.

Im Bereiche des Nasenhöhlendaches liegt das Riechorgan.

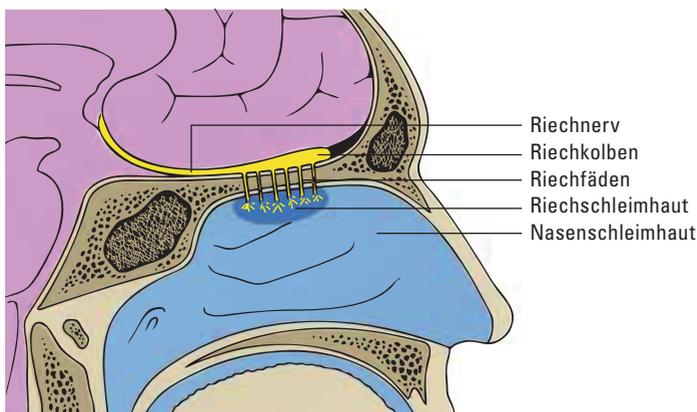


Abbildung 38 – Geruchsinn

Aufgaben:

- Riechfunktion;
- Erwärmung der Atemluft;
- Anfeuchten der Atemluft;
- Säuberung der Atemluft;
- Resonanzorgan (Beeinflussung der Klangfarbe der Stimme).

### 8.2.2 Rachen (Schlund)

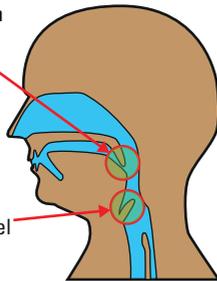
Der Rachen ist das Verbindungsstück zwischen Nasenhöhle, Mundraum und dem Eintrittsbereich in die Speise- und Luftwege. Die obere Etage des Rachens gehört zum Atemweg, die untere zum Speiseweg.

Atem- und Speiseweg kreuzen sich in der mittleren Etage. Dort wird mittels Gaumensegel, Zungengrund und Kehldeckel der Atemweg beim Schlucken verschlossen.

#### Atmungsfunktion

Offenes Gaumensegel

Offener Kehldeckel



#### Schluckfunktion

Das Gaumensegel verhindert, dass beim Schlucken Nahrung in die Nase gelangt

Der Kehldeckel verhindert die Aspiration in die Lunge

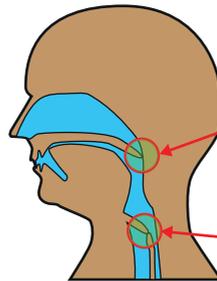


Abbildung 39 – Atmungs-/Schluckfunktion

In die obere Rachenetage münden die Ohrtrompeten, die beim Schlucken durch kurzes Öffnen den Druckausgleich mit dem Mittelohr erlauben. Dadurch werden die für das Mittelohr notwendigen Funktionsbedingungen gewährleistet.

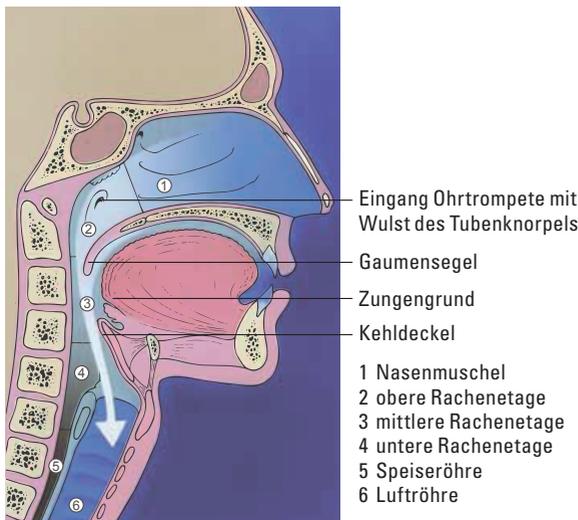


Abbildung 40 – Mund- und Rachenraum

### 8.2.3 Kehlkopf

Der Kehlkopf ist das stimmbildende Organ. Er besteht aus einem knorpeligen Skelett sowie Bändern und Muskeln. Er schützt durch den Hustenreflex die unteren Luftwege und die Lunge vor Fremdkörpern.

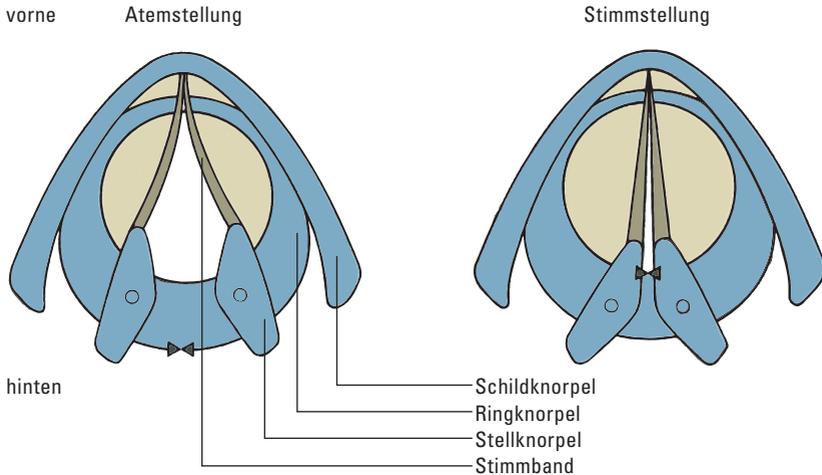


Abbildung 41 – Stimmbänder (Bau und Funktion)

### 8.2.4 Luftröhre und Bronchien

Die Luftröhre ist der erste Abschnitt der unteren Luftwege. U-förmige Knorpelspannen versteifen ihre Wand. Das Innere der Luftröhre ist mit einer mit Flimmerhärchen besetzten Schleimhaut ausgekleidet. Die Flimmerhaare erzeugen eine nach aussen gerichtete Flüssigkeitsströmung an der Schleimoberfläche, wodurch in die Luftwege eingedrungene Teilchen in den Rachen zurückbefördert werden.

Die Luftröhre gabelt sich und geht in die beiden Stammbronchien über. Nach ihrem Eintritt in die Lungen verzweigen sich diese auf jeder Seite weiter in immer feinere Bronchialäste.

Der ganze Bronchialbaum hat die Aufgabe, die Luft gleichmässig den Lungenbläschen zuzuführen, in denen dann der Gasaustausch stattfindet.

## 8.3 Lungen

### 8.3.1 Lage und Aufbau

Die Lungen füllen den Brustkorb aus. Sie sind paarig angelegt. Man spricht von einem rechten und einem linken Lungenflügel. Jeder Lungenflügel ist in einzelne Lappen gegliedert.

Die Oberfläche der Lungen sowie die Innenseite des Brustkorbes und des Zwerchfells sind von einem dünnen Häutchen (Pleura) überzogen (Lungen- bzw. Rippenfell). Zwischen den beiden Häutchen liegt ein kapillärer Spaltraum, der die Verschieblichkeit der Lungen gegenüber der Brustwand gestattet. Lungen- und Rippenfell zusammen werden als Brustfell bezeichnet.

Zusammen mit den Stammbronchien verlaufen die Lungengefäße (Arterien und Venen). Ihre Eintrittsstelle in die Lungenflügel bezeichnet man als Hilus.

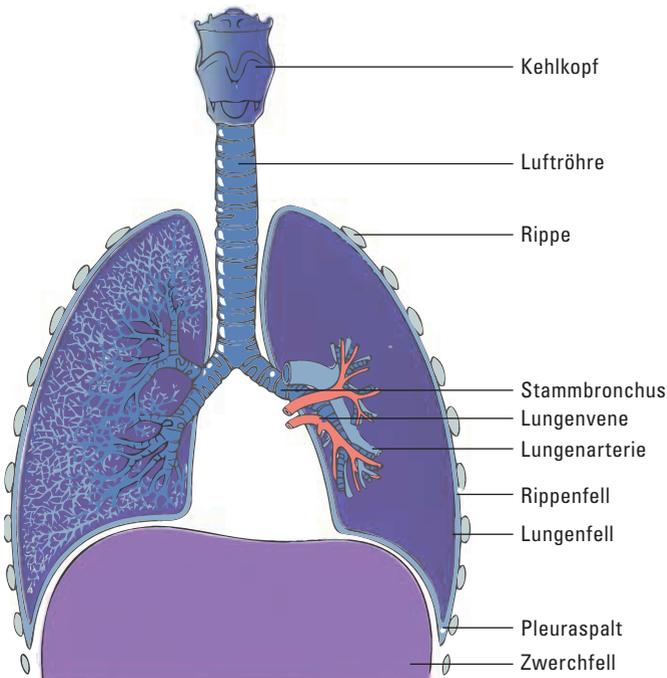


Abbildung 42 – Atmungsorgane

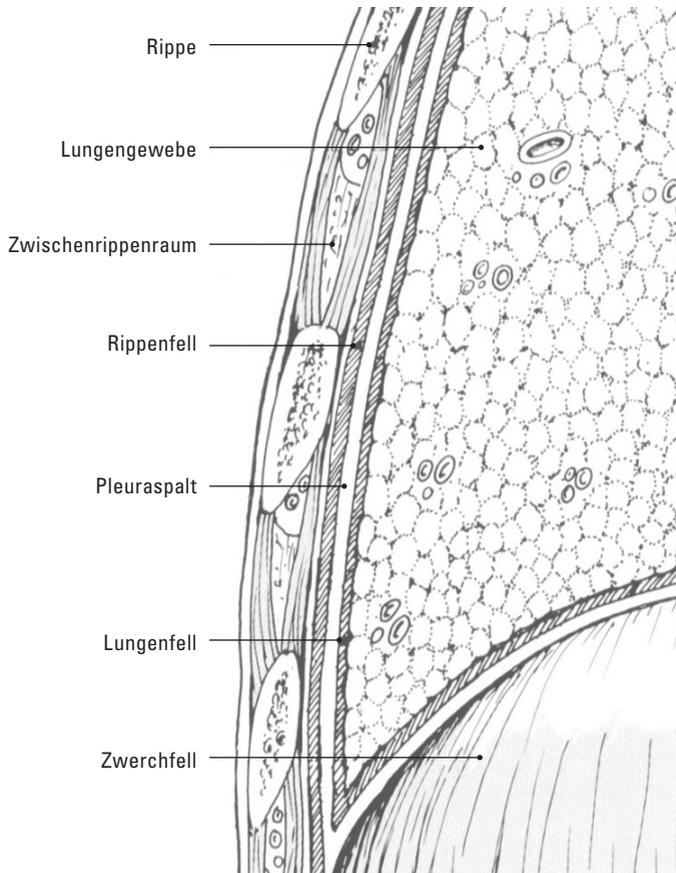


Abbildung 43 – Lunge

### 8.3.2 Gasaustauschregion

Lungenbläschen (Alveolen) sind die Gasaustausch-Einheiten, in deren Wandung die Blutkapillaren dicht gelagert liegen. Die Luft-Blut-Schranke ist ausserordentlich dünn ( $1/2-1/5$  Mikrometer, d.h. ca. 50-mal dünner als Luftpostpapier) und besteht aus einem dünnen Epithelzell-Ausläufer, einer Verbindungsschicht (Basalmembran) und der Kapillarwand. In den Trennwänden zwischen den Lungenbläschen finden wir elastische und kollagene Faserzüge.

Durch den bläschenartigen Aufbau erhält die Lunge eine gewaltige Oberfläche von zirka 100 m<sup>2</sup>.

Das eigentlich atmende Lungengewebe liegt in den Alveolen. Diese liegen traubenförmig und dicht gepackt um die Alveolargänge:

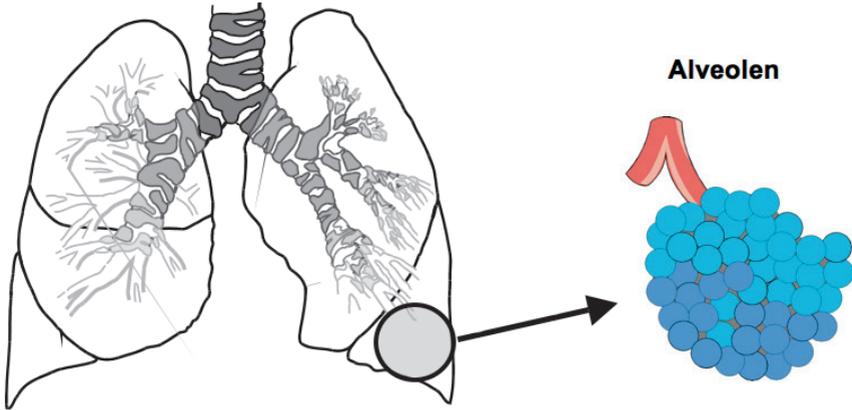


Abbildung 44 – Alveolen

Je kleiner die Bronchien werden, desto einfacher und dünnwandiger wird ihr innerer Aufbau.

Die Alveolen werden aussen von netzförmigen, kleinsten Blutgefäßen umspinnen, den Kapillaren des Lungenkreislaufes.



Abbildung 45 – Kapillaren des Lungenkreislaufes

### 8.3.3 Funktionsweise des Gasaustausches

Der Gasaustausch findet in den Alveolen (Lungenbläschen) folgendermaßen statt:

Die Atemluft durchtritt in der Alveole ein für Gase durchlässiges, dünnwandiges Epithel und bekommt dann Kontakt mit dem roten Blutfarbstoff (Hämoglobin) der roten Blutkörperchen (Erythrozyten).

Die Kontaktzeit für den Gasaustausch beträgt dabei unter normalen Verhältnissen nur gerade 0,2–0,3 Sekunden.

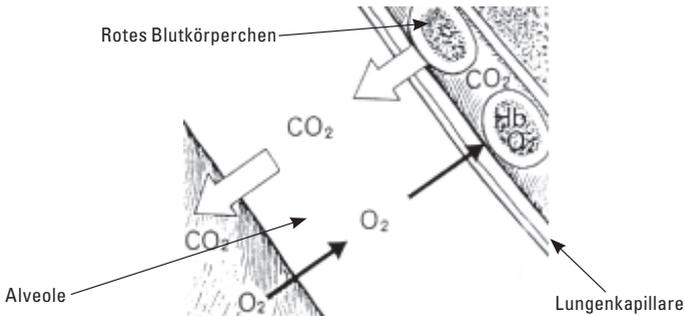


Abbildung 46 – Gasaustausch

### 8.3.4 Regulation der normalen Atmung

Das Volumen und die Frequenz der Atemzüge wird normalerweise durch Impulse aus dem Atemzentrum im verlängerten Rückenmark (medulla oblongata) gesteuert.

Diese Impulse sind wiederum von verschiedenen (Chemo-) Rezeptoren im Körper abhängig und werden durch den Kohlendioxydgehalt  $CO_2$  gesteuert.

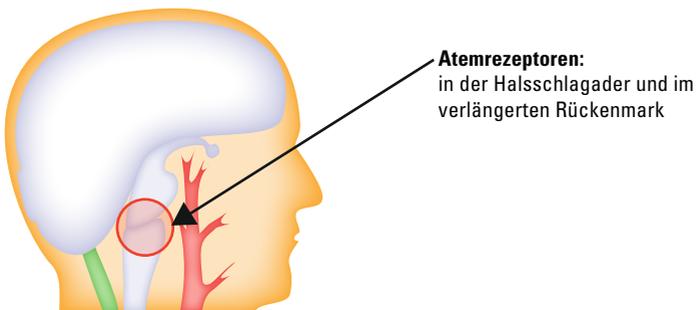


Abbildung 47 – Atemrezeptoren

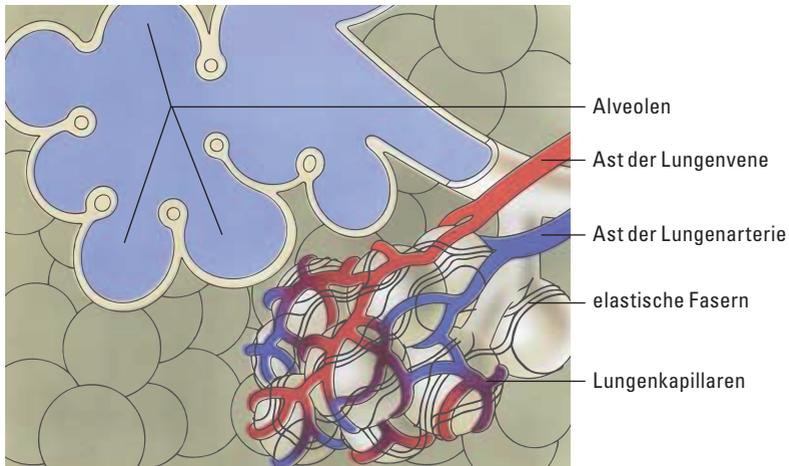


Abbildung 48 – Lungengewebe (stark vergrößert)

Als Atmung bezeichnet man den Austausch (Diffusion) der Atemgase Sauerstoff und Kohlendioxyd zwischen den Zellen und der äusseren Atmosphäre. Der Atemgasaustausch ist von vier Teilfunktionen abhängig:

- a) der Zusammensetzung der Einatemluft;
- b) dem Gasaustausch in der Lunge -> Alveole;
- c) dem Atemgastransport im Blut;
- d) der Atemgasdiffusion im Gewebe.

### 8.3.5 Voraussetzungen für Atemgasaustausch

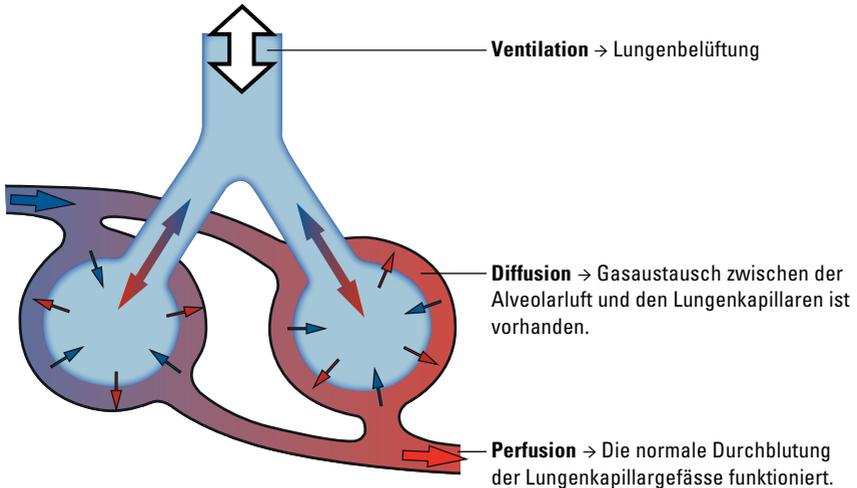


Abbildung 49 – Atemgasaustausch in den Alveolen

## 8.4 Atemmechanismus

Ein- und Ausatmung (bzw. Füllen und Entleeren der Lunge) geschehen durch die Tätigkeit der Atemmuskeln, die das Volumen des Brustraumes verändern. Zur Atemmuskulatur gehören das Zwerchfell und die Zwischenrippenmuskulatur.

Die Zwischenrippenmuskulatur besteht aus einer den Brustkorb erweiternden (inspiratorischen) und einer den Brustkorb verkleinernden (expiratorischen) Muskelgruppe.

### 8.4.1 Einatmung (Inspiration)

Die Inspiration ist eine aktive Bewegung. Das Zwerchfell bewegt sich nach unten und flacht ab.

Die Zwischenrippenmuskeln heben den Brustkorb an und erweitern ihn dadurch. Die Luft wird eingesogen.

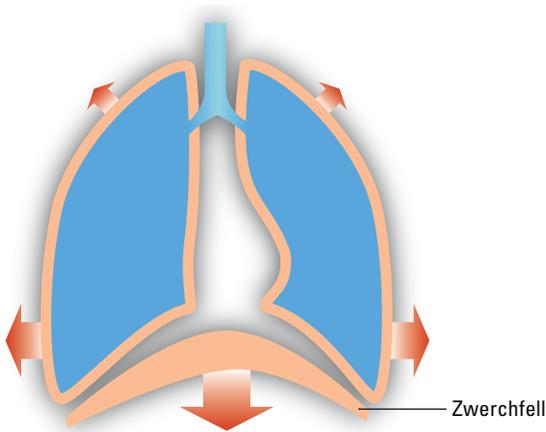


Abbildung 50 – Einatmung (Inspiration)

#### 8.4.2 Ausatmung (Expiration)

Beim Ausatmen erschlafft das Zwerchfell, und die expiratorischen Zwischenrippenmuskeln kontrahieren sich. Die wichtigste Rolle beim Ausatmen spielt aber die Eigenretraktionskraft der Lunge (Elastizität und Oberflächenspannungskräfte).

Die normale Expiration ist eine passive Bewegung. Die Luft wird durch die Elastizität von Lungen und Brustkorb, wenn diese nach der Inspiration wieder ihre ursprüngliche Form annehmen, aus den Lungen getrieben.

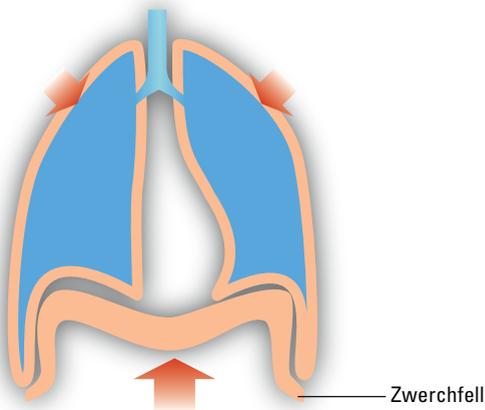


Abbildung 51 – Ausatmung (Expiration)

### 8.4.3 Zusammensetzung der Atemgase

Die Atemgase setzen sich je nach Atemphase (Inspiration oder Expiration unterschiedlich zusammen.

Gas	Inspiration	Expiration
Stickstoff	78%	78%
Sauerstoff	ca. 21%	ca. 17%
Kohlendioxid	0,03%	4%
Edelgase	1%	1%

### 8.4.4 Der Atemrhythmus

Die normale Atmung beinhaltet ein synchrones Heben (Einatmung) und Senken (Ausatmung) von Brustkorb und Bauchdecke. Der Atemrhythmus ist willentlich beeinflussbar und beträgt beim Erwachsenen 10–20 Atemzüge pro Minute (in der Ruhe).

Der Mensch zeigt dabei folgende normale Zeichen:

- a) Hautfarbe: rosige Haut und Schleimhäute;
- b) Rhythmus: in Ruhe gleichmässig tiefe, regelmässig aufeinander folgende Atemzüge.

Frequenz in Ruhe:

Alter	Atemfrequenz
Neugeborene	40–50/min
Kleinkinder	30–40/min
Kinder	20–30/min
Jugendliche	16–20/min
Erwachsene	12–18/min

### 8.4.5 Das Atemvolumen

Bei der normalen Atmung ist der Luftwechsel nicht vollständig. Die Lungen werden weder ganz entleert noch ganz gefüllt. In Ruhe wird bei jedem Atemzug 0,5 Liter Luft ein- beziehungsweise ausgeatmet.

### 8.4.6 Das Atemzugvolumen

Das Atemzugvolumen wird durch das eingeatmete Luftvolumen definiert und unterscheidet sich je nach Lebensalter. Im Normalfall beträgt das mit einem Atemzug eingeatmete Luftvolumen (AZV, Atem-Zug-Volumen) je nach Lebensalter abgestuft:

Alter	Atemzugvolumen (AZV)
Neugeborene	20– 25 ml
Kleinkinder	150– 200 ml
Kinder	300– 400 ml
Jugendliche	300– 500 ml
Erwachsene	500–1000 ml

### 8.4.7 Das Atemminutenvolumen

Das Atemminutenvolumen (AMV, Atem-Minuten-Volumen) bezeichnet das Volumen des Gasaustausches über die Lunge pro Minute. Bei einem Gasaustausch von 0,5 Liter Luft pro Atemzug und einer Atemfrequenz von 10–20 Atemzügen pro Minute ergibt sich ein Atemminutenvolumen von 5–10 l/min (10–20 Atemzüge mal 0,5 Liter = 5–10 l/min). Demzufolge variiert das Atemminutenvolumen je nach Atemzugvolumen und Atemfrequenz. Letztlich bestimmt der unterschiedliche Sauerstoffbedarf bei unterschiedlichen Leistungen des Organismus die Atemtätigkeit und damit das erforderliche Atemminutenvolumen:

Atemzugvolumen AZV		Atemfrequenz	Atemminutenvolumen (AMV)
in Ruhe 350 ml		12	4,2 Liter
beim Sitzen 500 ml		16	8,0 Liter
unter Höchstleistung 2000 ml		25	50 Liter

### **8.4.8 Die Energiegewinnung**

Die Verbrennung von Glukose ist der wichtigste Energieliefernde Vorgang des Stoffwechsels. Dabei wird der in der Glukose enthaltene Kohlenstoff und Wasserstoff mit Hilfe des eingeatmeten Sauerstoffes stufenweise verbrannt.

Bei dieser sogenannten Oxydation entsteht Energie und als «Abfallprodukt» das Kohlendioxyd .

## 9 Herz-Kreislaufsystem

Das Herz-Kreislaufsystem gewährleistet die Versorgung der Zellen des Organismus mit Sauerstoff und Nährstoffen und besorgt den Abtransport der Kohlendioxid und der Schlackenstoffe.

Es besteht aus dem Herzen als Pumpe, den Arterien, Kapillaren und Venen als fein verzweigtes Röhrensystem und dem Blut als Transportmittel.

### 9.1 Herz

Das Herz besitzt etwa die Grösse einer Faust und sieht aus wie ein Kegel. Es ist ein mehrkammeriger Hohlmuskel, der durch sein Zusammenziehen (Kontraktion) das Blut aus den Herzkammern auswirft.

#### 9.1.1 Lage

Das Herz liegt zwischen den beiden Lungenflügeln hinter dem unteren Teil des Brustbeines, deutlich links überragend. Zwei Drittel befinden sich in der linken, ein Drittel in der rechten Brustkorbhälfte. Die Herzspitze befindet sich auf der Höhe des linken 5. Zwischenrippenraumes. Mit seiner Unterseite ruht das Herz auf dem sehnigen Teil des Zwerchfells.

Hinten grenzt das Herz an Speiseröhre und Aorta. Vorne reicht es bis an die Hinterfläche des Brustbeins.

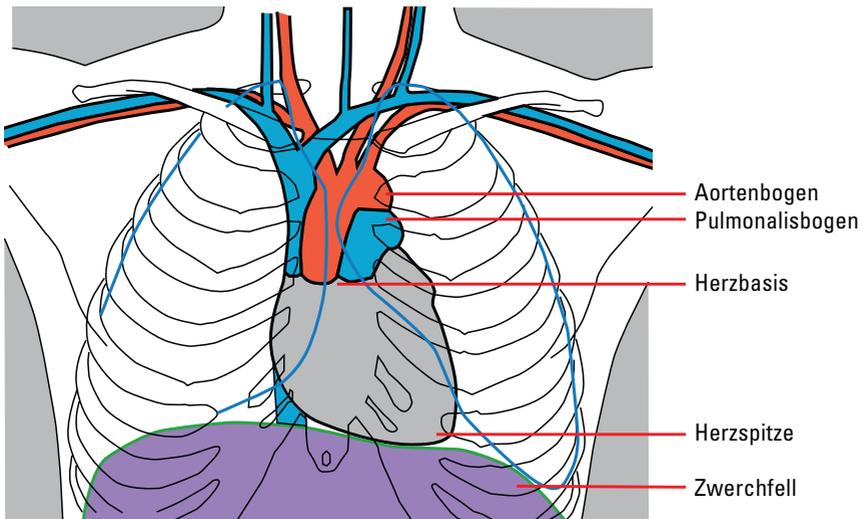
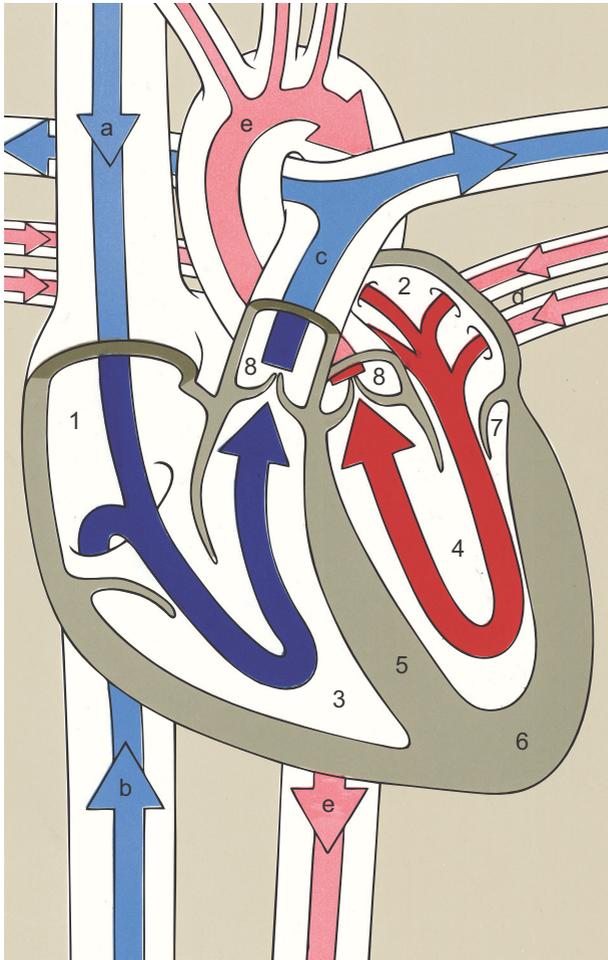


Abbildung 52 – Äussere Konturen des Herzens

## 9.1.2 Aufbau

Das Herz wird durch die Herzscheidewand in zwei Hälften getrennt. Jede Hälfte gliedert sich in einen Vorhof und eine Herzkammer. Zwischen Vorhöfen und Kammern liegen sogenannte Segelklappen, am Ausgang der Kammern die Taschenklappen. Die Herzklappen wirken als Einwegventile und zwingen dem Blutstrom eine bestimmte Strömungsrichtung auf.



- a obere Hohlvene
- b untere Hohlvene
- c Lungenarterienstamm
- d Lungenvenen
- e Aorta

- 1 rechter Vorhof
- 2 linker Vorhof
- 3 rechte Herzkammer
- 4 linke Herzkammer
- 5 Herzscheidewand
- 6 Herzspitze
- 7 Segelklappen
- 8 Taschenklappen

Abbildung 53 – Innerer Bau des Herzens

## 9.1.3 Herzs Schlag

### 9.1.3.1 Systole (Anspannungs-Auswurfphase)

Durch Kontraktion der Herzkammern (Systole) wird das Blut in die grossen Schlagadern (Aorta, Lungenarterien) ausgestossen. Die Segelklappen sind dabei geschlossen, ein Rückfluss des Blutes in die Vorhöfe ist damit verunmöglicht. Während der Kammersystole erweitern sich die Vorhöfe und saugen dadurch Blut aus Lungen- bzw. Hohlvenen an.

- a) Kammermuskulatur kontrahiert, hierdurch entsteht ein hoher Druck in den Kammern.
- b) Weil der Druck in den Kammern jetzt grösser ist als in den Vorhöfen und den grossen Arterien, schliessen sich die Segelklappen und öffnen sich die Taschenklappen.
- c) Das Blut wird nun in den kleinen und grossen Kreislauf gepresst.

### 9.1.3.2 Diastole (Entspannungs-Füllphase)

Bei der Erschlaffung der Herzkammern (Diastole) erweitern sich diese, Blut fliesst nun aus den Vorhöfen in die Kammern. Ein Rückfluss aus den grossen Arterien wird durch die geschlossenen Taschenklappen verhindert. Die Vorhöfe kontrahieren sich. Jeder Kontraktion des Herzens entspricht einem Herzschlag. Normalerweise zählt man 60–80 Herzschläge pro Minute (Puls).

- a) Kammermuskulatur erschlafft, hierdurch herrscht in den Kammern ein niedriger Druck.
- b) Weil der Druck nun in den Vorhöfen und in den grossen Arterien grösser ist als in den Kammern, schliessen sich die Taschenklappen und die Segel-Klappen öffnen sich.
- c) Dadurch strömt nun das Blut aus den Vorhöfen in die erschlafften Kammern.

## 9.1.4 Herztöne

Bei jedem Herzschlag entstehen zwei Töne. Die beginnende Herzkammersystole erzeugt den ersten, dumpferen Herzton (Anspannungston). Wenn sich die Klappen der Aorta und des Lungenarterienstammes schliessen, ist ein zweiter, kürzerer und hellerer Ton (Klappenton) hörbar.

## 9.1.5 Blutkreislauf

Der Blutkreislauf wird in zwei unterschiedliche Kreisläufe unterteilt, den Körper- und den Lungenkreislauf.

### 9.1.5.1 Körperkreislauf

Aus der linken Herzkammer wird das Blut in die Aorta, dann in die einzelnen Körperarterien getrieben. Von dort gelangt es über die Kapillaren in die Venen und fließt zum rechten Vorhof zurück. Der Stoffaustausch zwischen Blut und Zellen findet auf der Ebene der Kapillaren statt.

### 9.1.5.2 Lungenkreislauf

Von der rechten Herzkammer wird das Blut durch die Lungenarterien zur Lunge gepumpt (venöses Blut), wo es die Kohlensäure abgibt, den Sauerstoff aufnimmt und darauf durch die Lungenvenen wieder zum Herzen zurückfließt (arterielles Blut).

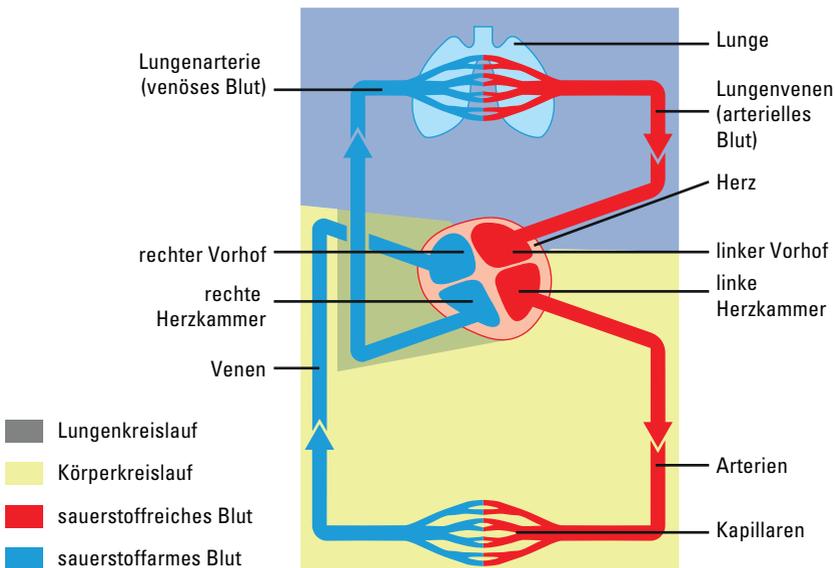


Abbildung 54 – Blutkreislauf

## 9.2 Blutgefäße

Man unterscheidet drei Gruppen von Blutgefäßen:

- Arterien: (Schlagadern) leiten das Blut vom Herzen weg zu den Organen;
- Kapillaren: (Haargefäße) Ort des Stoffaustausches, verbinden arterielle und venöse Gefäße miteinander;
- Venen: (Blutadern) führen das Blut aus den Organen zurück zum Herzen.

## 9.2.1 Bau der Blutgefäße

Es gibt ein allgemeingültiges Bauprinzip der Blutgefäße. Die Gefäßwand besteht aus drei Schichten:

- a) innere Schicht (Intima): besteht aus einer einschichtigen Zellschicht (Endothel), welche die Gefäßlichtung begrenzt, und dem darunterliegenden Bindegewebslager;
- b) mittlere Schicht (Media): enthält glatte Muskulatur und Bindegewebe; sie verleiht dem Gefäß die mechanische Stabilität und die Fähigkeit, die Weite der Gefäßlichtung zu verändern;
- c) äussere Schicht (Adventitia): bindegewebige Hüll- und Einbauschicht der Gefäße, führt Nerven und feine Gefäße.

Je nach Lage im Körper, Druckbeanspruchung und Funktion sind die drei Schichten verschieden stark ausgebildet.

## 9.2.2 Arterien

Der im arteriellen Schenkel herrschende Blutdruck bedingt einen kräftigen Wandbau. Man unterscheidet:

- a) elastische Arterien: herznah; enthalten neben glatter Muskulatur viele elastische Bindegewebslamellen in der mittleren Schicht. Aufgabe: Glätten der Pulswelle, Aufrechterhaltung des Blutdruckes in der Diastole, Strömungsausgleich (Windkessel-Funktion);
- b) muskuläre Arterien: peripher; enthalten viel glatte Muskulatur in der mittleren Schicht. Aufgabe: Verteilung des Blutes zu den Organen.

Kleinste Arterien (Arteriolen) sind hauptsächlich für die Blutdruckregulation verantwortlich und regeln die Durchblutung des nachgeschalteten Kapillarnetzes.

Wo die Arterien nahe an die Körperoberfläche treten, können wir den Puls wahrnehmen:

- a) Handgelenk;
- b) Schläfe;
- c) Unterkiefer;
- d) Leistengegend;

- e) Oberarm;
- f) Fussrücken;
- g) Hals.

Die Pulszählung wird üblicherweise am Handgelenk vorgenommen.

### 9.2.3 Venen

In den Venen ist der Druck geringer als in den Arterien. Die Wandschichten sind deshalb dünner und lockerer gebaut.

Die grossen Venen verlaufen meist parallel zu den grossen Arterien. Die kleinen Venen begleiten oft zu zweit eine Arterie.

Im Unterschied zu den Arterien weisen die Venen Klappen auf, die den Rückfluss des Blutes verhindern. Bei Funktionsstörungen der Klappen kommt es zur Ausbildung von Krampfadern (Varizen).

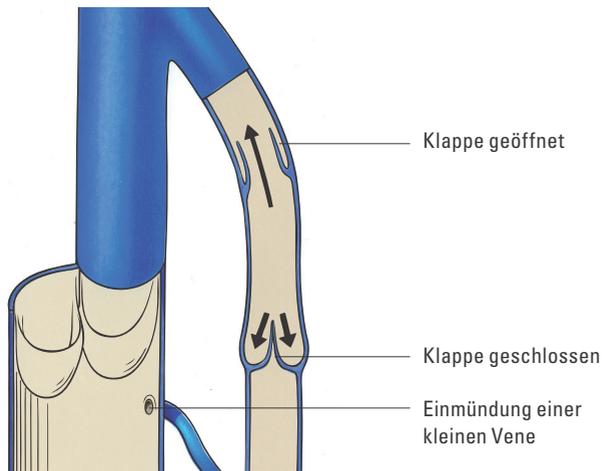


Abbildung 55 – Periphere Venen mit Venenklappen

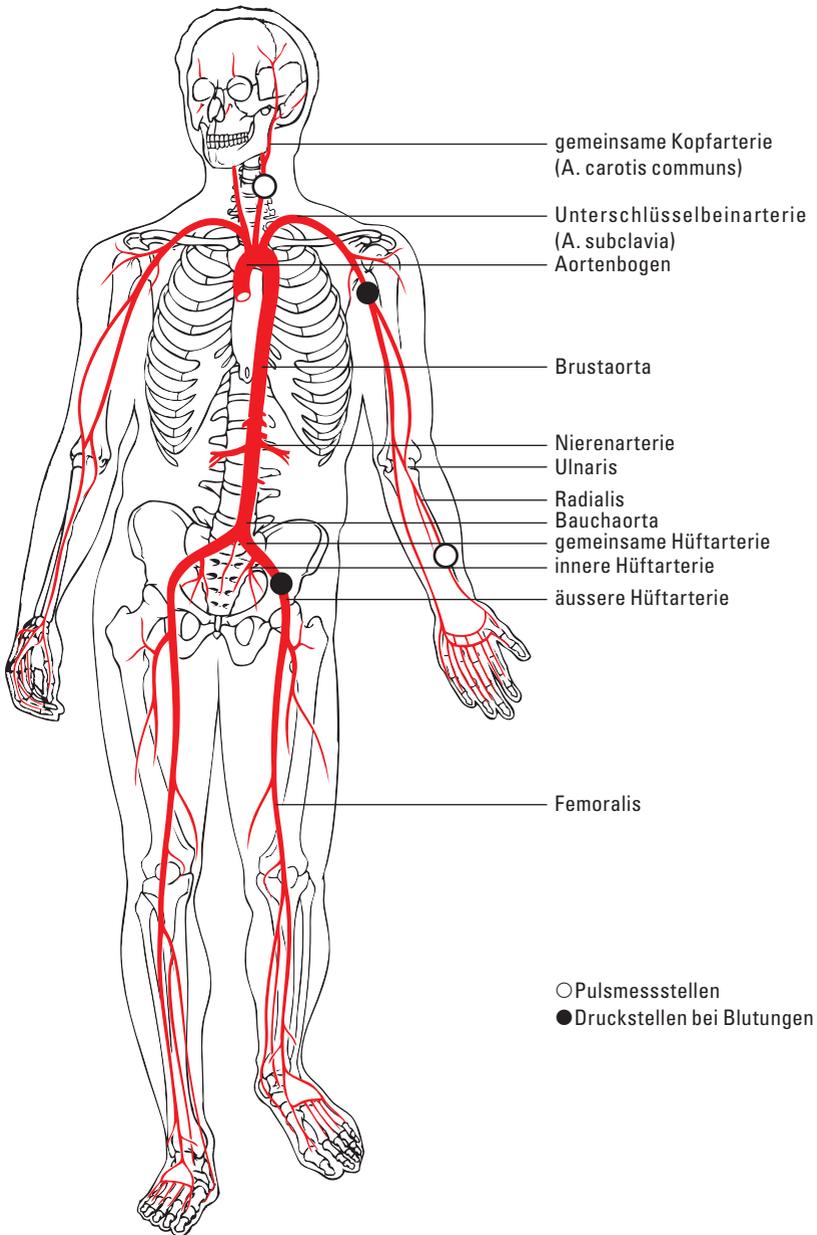


Abbildung 56 – Arterien des menschlichen Körpers

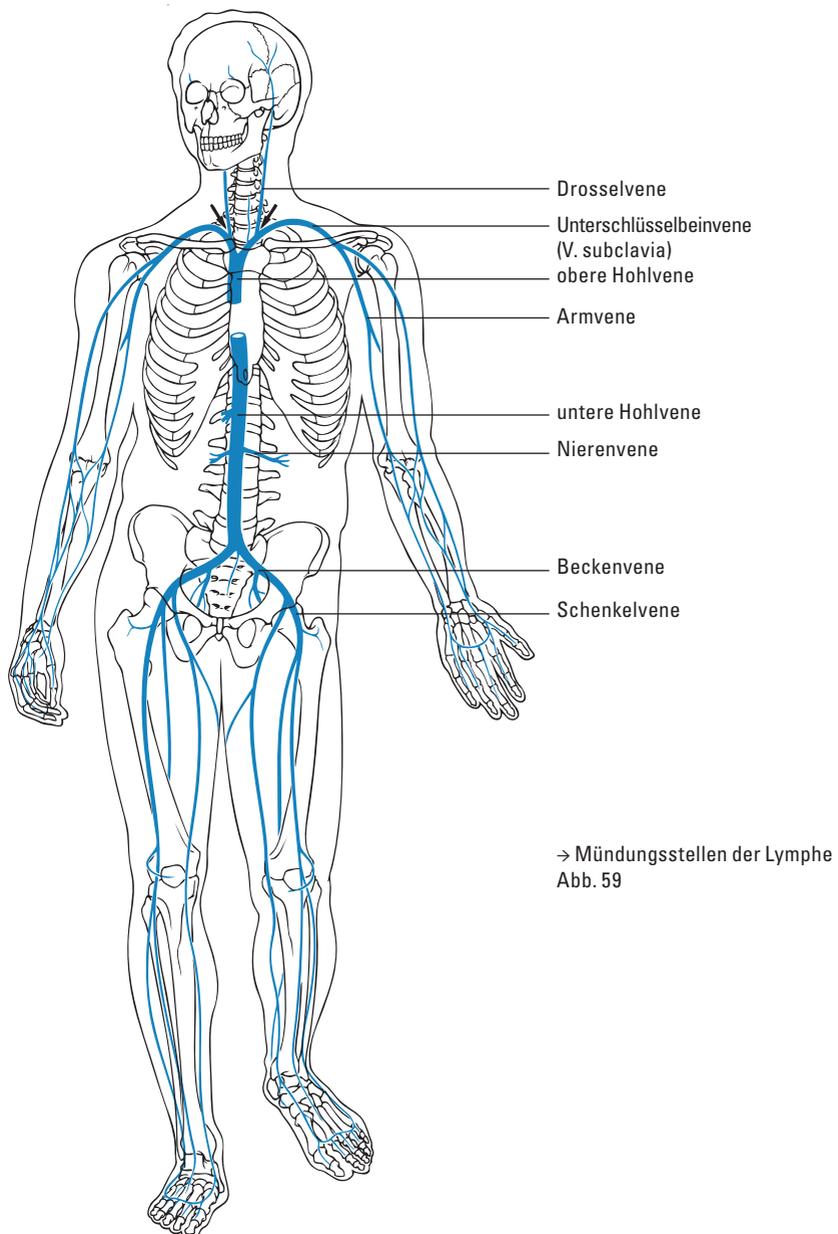


Abbildung 57 – Venen des menschlichen Körpers

### 9.2.4 Pfortader

Die Venen des Magen-Darmkanals und der Milz werden nicht unmittelbar der unteren Hohlvene zugeleitet. Das Blut dieser Abschnitte wird von der Pfortader gesammelt und der Leber zugeführt. Es ist mit Nährstoffen (aus der Verdauung) beladen. Aus der Leber gelangt das Blut über die kurzen Lebervenen in die untere Hohlvene.

### 9.2.5 Kapillaren

Die Kapillaren sind sehr fein. Ihre Wand ist sehr dünn und besteht nur noch aus dem Endothel. Sie gestatten den Stoffaustausch zwischen Blut und Gewebe.

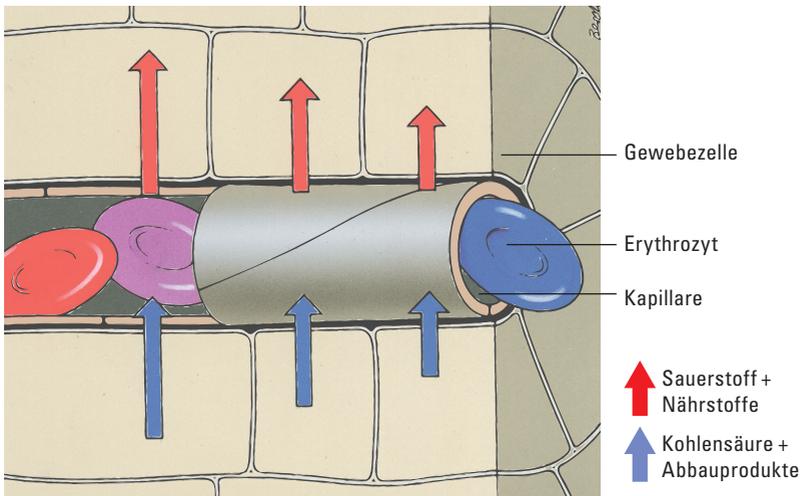


Abbildung 58 – Stoffaustausch in den Blutkapillaren

### 9.3 Lymphsystem

Neben dem Blutgefäßssystem durchzieht das System der Lymphgefäße den ganzen Körper. Die Lymphgefäße enthalten eine dem Blutplasma ähnliche Flüssigkeit, die Lymphe. Im Gegensatz zum Blut ist die Lymphe frei von roten Blutzellen und weist einen wechselnden Gehalt an weissen Blutkörperchen auf.

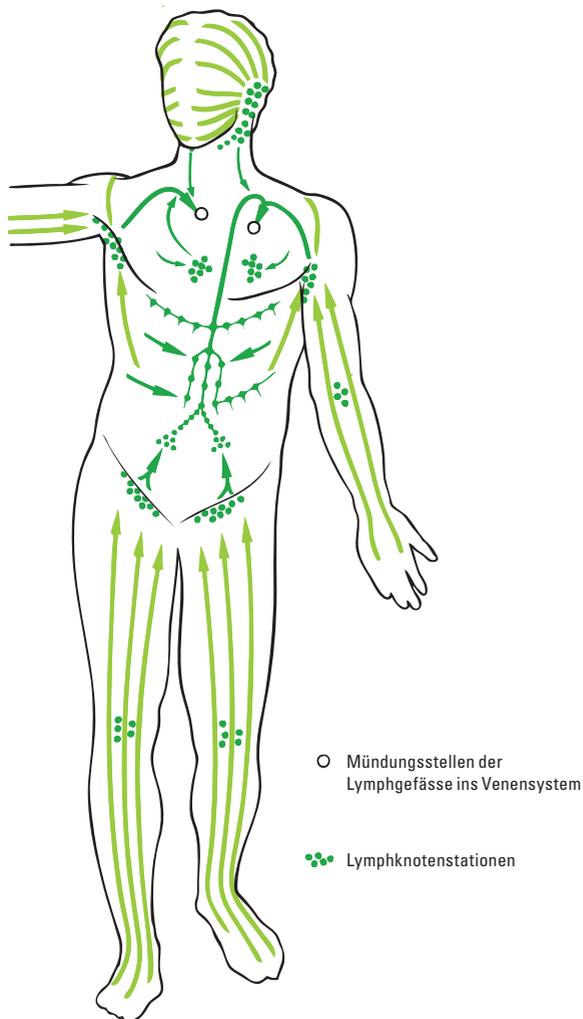


Abbildung 59 – Lymphsystem

### 9.3.1 Lymphgefässe

Der Stoffaustausch zwischen Kapillaren und Gewebe bedingt einen Flüssigkeitsstrom von den Kapillaren ins Gewebe und zurück, wobei ein Überschuss an Flüssigkeit über die Lymphkapillaren abfließt.

Der Ursprung der Lymphe liegt demnach in den Gewebsspalten zwischen den einzelnen Zellen.

Die Lymphkapillaren vereinigen sich zu Lymphgefässen wachsender Grösse. Die Lymphgefässe sind dünnwandig und enthalten zahlreiche Klappen. Eine grössere Anzahl von Lymphgefässen mündet jeweils in einen Lymphknoten. Hier wird die Lymphe filtriert. Aus dem Lymphknoten führt ein Lymphgefäss entweder zu einem weiteren übergeordneten Lymphknoten oder in einen grösseren Lymphgefäss-Stamm.

Die grösseren Lymphgefässe sammeln sich zu Lymphstämmen, die schliesslich die Lymphe in den Blutkreislauf (Venensystem) zurückführen. Die Mündungsstelle liegt im sogenannten Venenwinkel, zwischen V. jugularis und V. subclavia, wobei der Hauptlymphstamm auf der linken Seite mündet.

### 9.3.2 Lymphknoten

In den Lymphknoten kommt die Lymphe in engen Kontakt mit den Zellen der Abwehr. In den Körper eingedrungene spezifische Reizstoffe (Antigene) lösen eine Reihe von Abwehrmassnahmen aus, wovon die Produktion von Antikörpern die wichtigste darstellt.

Bei Infektionen schwellen die Lymphknoten an, sind überwärmt und druckempfindlich.

## 9.4 Milz

Die Milz gehört zu den Abwehrorganen; sie ist in den Blutkreislauf eingeschaltet und filtriert das Blut.

Aufgaben:

- Abbau von alten roten Blutkörperchen;
- Speicherung von Eisen aus dem Abbau des Hämoglobins;
- Bildung von Lymphozyten;
- wichtige Antikörperbildungsstätte.

Man kann ohne Milz leben, weil ihre Funktionen von andern Organen, wie Leber und Knochenmark, übernommen werden können.

## 10 Hormonale Drüsen

Die Hormondrüsen (auch endokrine Drüsen genannt) geben ihre Wirkstoffe an das Blut ab. Sie steuern, ähnlich dem Nervensystem, lebenswichtige Funktionen, indem sie auf dem Blutweg direkt auf die einzelnen Zellen der Organe einwirken.

### 10.1 Epiphyse (Zirbeldrüse)

Obschon den hormonalen Drüsen zugeteilt, ist die Funktion der Epiphyse wenig bekannt.

### 10.2 Hypophyse (Hirnanhangsdrüse)

Die Hypophyse ist das zentrale Steuerorgan des Hormonhaushaltes. Sie steht sowohl anatomisch wie funktionell in enger Beziehung zum Gehirn. Die Tätigkeit der Hypophyse wird durch bestimmte Hirnbezirke geregelt.

Die Hormone des Hypophysenvorderlappens steuern die Tätigkeit der meisten hormonalen Drüsen (Regelkreise), wie z. B. Schilddrüse, Nebennierenrinde, Keimdrüsen.

Die Hormone des Hypophysenhinterlappens wirken direkt auf die Wasserausscheidung in der Niere und auf die glatte Muskulatur der Gebärmutter.

### 10.3 Schilddrüse

Sie beeinflusst die Intensität der Stoffwechselforgänge und wirkt somit z. B. indirekt auf das Wachstum.

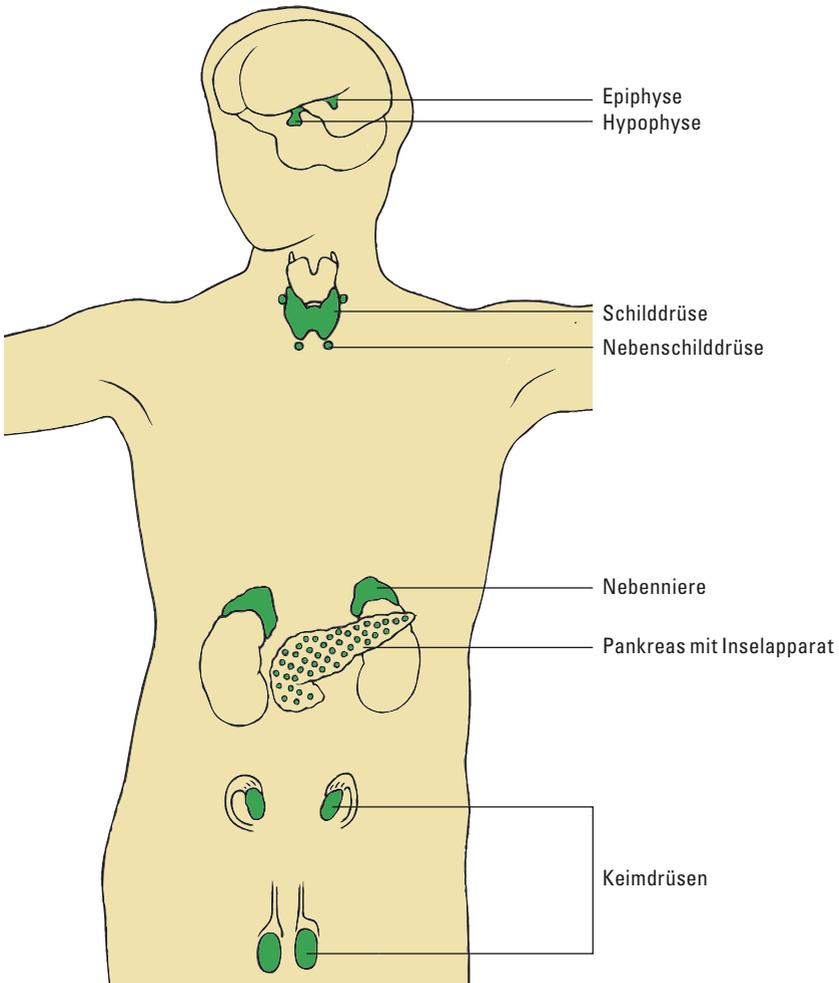


Abbildung 60 – Hormonale Drüsen (endokrines System)

## 10.4 Nebenschilddrüsen

Sie steuern den Kalziumgehalt des Blutes durch Regelung der Kalziumaufnahme (zusammen mit dem Vitamin D) im Darm, durch die Steuerung der Kalziumausscheidung in der Niere, sowie durch die Kontrolle des Knochenumbaus. Der Gegenspieler des Nebenschilddrüsenhormons wird von besonderen Zellen der Schilddrüse produziert.

## 10.5 Nebennieren (NN)

Sie bestehen aus zwei gänzlich verschiedenen Anteilen, nämlich dem NN-Mark und der NN-Rinde.

Die Markhormone, Adrenalin und Noradrenalin, wirken auf das Herz-Kreislaufsystem (Stresshormone) sowie auf den Blutzuckerspiegel.

In der NN-Rinde werden Hormone mit drei verschiedenen Wirkungsbereichen gebildet:

- a) Mineralokortikoide wirken auf den Salz- und Flüssigkeitshaushalt des Körpers;
- b) Glukokortikoide steuern den Kohlenhydratstoffwechsel und beeinflussen die Abwehrfunktionen des Körpers;
- c) Geschlechtshormone greifen neben ihrer Wirkung auf die Geschlechtsfunktionen auch in den Eiweissstoffwechsel ein.

## 10.6 Inselapparat der Bauchspeicheldrüse

Die Hormon produzierenden Zellen der Bauchspeicheldrüse (Pankreas) sind zu Inseln zusammengelagert. Sie sind hauptsächlich (neben den NN-Hormonen) für die Steuerung des Blutzuckerspiegels verantwortlich.

Die Insulin produzierenden Zellen der Pankreasinseln senken den Blutzuckerspiegel; die Glukagon produzierenden Zellen heben diesen an.

## 10.7 Keimdrüsen

Die Keimdrüsen (Ovarien bzw. Hoden) produzieren die geschlechtsspezifischen Sexualhormone.

# 11 Blut und Abwehrsystem

## 11.1 Blut

### 11.1.1 Funktionen des Blutes

#### 11.1.1.1 Transportfunktion

Das Blut befördert Sauerstoff und Nährstoffe zu den Zellen und führt gleichzeitig Kohlendioxyd und Stoffwechselabfallprodukte wieder ab. Ausserdem führt es Hormone und ggf. auch Medikamentenwirkstoffe zu ihren Zielzellen.

#### 11.1.1.2 Abwehrfunktion

Ein Teil der Blutkörperchen sind Abwehrzellen. Sie bekämpfen körperfremde Partikel und Krankheitserreger und erkennen entartete oder infizierte körpereigene Zellen.

#### 11.1.1.3 Wärmeregulation

Durch die ständige Blutzirkulation erhält sich der Körper eine gleichbleibende Temperatur von etwa 36,5 °C.

#### 11.1.1.4 Abdichtung

«Reparatur» von Gefässwanddefekten durch die Fähigkeit der Gerinnung.

#### 11.1.1.5 Pufferfunktion

Durch die im Blut enthaltenen Puffersysteme werden Schwankungen des pH-Wertes (Säure-Basen-Haushalt) ausgeglichen.

### 11.1.2 Blutmengen und -Verluste

Die Blutmenge beträgt 5–6 Liter, d. h. 1/13–1/15 des Körpergewichtes.

Blutverluste von: 10 % sind gut erträglich;  
30 % sind gefährlich;  
50 % sind tödlich.

### 11.1.3 Blutfarbe

Das Hämoglobin (Blutfarbstoff) ist eine eisenhaltige chemische Verbindung, welche den Sauerstoff reversibel zu binden vermag. Es ist in den roten Blutkörperchen enthalten und verleiht dem Blut die rote Farbe.

### 11.1.4 Zusammensetzung des Blutes

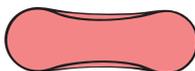
Das Blut setzt sich folgendermassen zusammen (in % des Volumens):

- 45 % Blutzellen:
- rote Blutkörperchen (Erythrozyten);
  - weisse (farblose) Blutkörperchen (Leukozyten);
  - Blutplättchen (Thrombozyten).
- 55 % Blutflüssigkeit (Plasma):
- H<sub>2</sub>O
  - Bluteiweisse;
  - Gerinnungsstoffe;
  - gelöste Substanzen (Hormone, Mineralsalze usw).

### 11.1.5 Rote Blutkörperchen (Erythrozyten)

Sie transportieren den Sauerstoff und das Kohlendioxyd und stellen mit 99% den grössten Volumenanteil der Blutkörperchen dar. Sie sind Träger des Hämoglobins (roter Blutfarbstoff) das ihnen die typische rote Farbe verleiht. Das Hämoglobin ist ein Eiweissmolekül dessen eisenhaltige Farbkomponente für die Sauerstoffanlagerung in der Lunge und die Abgabe im Gewebe verantwortlich ist.

Erythrozyt (Seitenansicht)



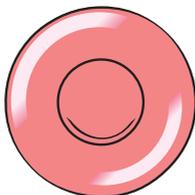
Gestalt:

kernlos, elastisch, biegsam

Durchmesser 7 µm

bikonkave (beidseits eingedellte) Scheibe

Erythrozyt (Ansicht von oben)



Farbe der einzelnen Zelle: gelbgrünlich

Abbildung 61 – Rote Blutkörperchen (Erythrozyten)

Merkmal	Menge / Beschreibung
Anzahl:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Frau: 4,5 Mio pro mm<sup>3</sup> Blut;</li> <li>– Mann: 5 Mio pro mm<sup>3</sup> Blut.</li> </ul> Bei Aufenthalt in grosser Höhe steigt die Anzahl.
Gestalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– kernlos, elastisch, biegsam;</li> <li>– Durchmesser 7 µm;</li> <li>– bikonkave (beidseits eingedellte) Scheibe.</li> </ul>
Aufgabe:	Aufnahme, Transport und Abgabe von Sauerstoff dank Hämoglobin.
Bildung:	im roten Knochenmark (Wirbelkörper, Brustbein und anderen platten Knochen).
Lebensdauer:	120 Tage.
Abbau:	in der Milz, in der Leber und im Knochenmark.

### 11.1.6 Weisse Blutkörperchen (Leukozyten)

Sie dienen der Abwehr von Krankheitserregern und sonstigen körperfremden Stoffen.

Merkmal	Menge / Beschreibung
Anzahl:	6000–9000 Zellen pro mm <sup>3</sup> Blut.
Gestalt:	Es gibt verschiedene Typen von Leukozyten; alle sind kernhaltig und können im Gewebe herumkriechen (amöboide Beweglichkeit).
Aufgaben:	Wie aus der nachfolgenden Beschreibung der einzelnen Zellen hervorgeht, müssen für eine erfolgreiche Abwehr alle weissen Blutzellen auf komplizierte Art und Weise zusammenarbeiten. Abwehrreaktionen können ausgelöst werden durch biologische, chemische und physikalische Einwirkungen.
Bildung:	Teilweise im Knochenmark (Granulozyten), teilweise in der Milz und in den Lymphknoten (Lymphozyten).

### 11.1.6.1 Typen

Verschiedene Typen werden unterschieden (Angabe in % der weissen Blutzellen):

Typ	Beschreibung
Granulozyten (70%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) neutrophiler Granulozyt (65%), Hauptzelle der Abwehr, enthält Enzyme für den Abbau von Bakterien;</li> <li>b) eosinophiler Granulozyt (4%), wichtige Zelle im Rahmen der Immunantwort;</li> <li>c) basophiler Granulozyt (1%), ermöglicht die Entzündungsreaktion durch Abgabe von gefässerweiternden Substanzen; ist eng verwandt mit der Mastzelle (siehe 11.2.3).</li> </ul>
Monozyten (5%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– können phagozytieren, d. h. Zellbestandteile und Bakterien ins Zellplasma aufnehmen («fressen») und abbauen;</li> <li>– können aus den Kapillaren austreten und zu Gewebefresszellen (Makrophagen oder Histiozyten, siehe 11.2.3) werden.</li> </ul>
Lymphozyten (25%)	<p>spielen die Hauptrolle bei der gezielten Immunantwort. Man unterscheidet zwei Arten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Thymus-Lymphozyten (T-Lymphozyten) sind für die zellgebundene Immunität verantwortlich (siehe Thymus, 11.2.4);</li> <li>b) B-Lymphozyten entwickeln sich im Rahmen der Immunantwort zu Plasmazellen, die spezifische Abwehrstoffe (Antikörper) herstellen. Die Produktion von Antikörpern wird ausgelöst durch einen Reizstoff (Antigen), der in den Körper eingedrungen ist. Der Antikörper bindet das Antigen und macht es dadurch für den Abbau bereit (z. B. durch Makrophagen).</li> </ul>

Granulozyten:  
neutrophil



eosinophil



basophil



Monozyt



Lymphozyten

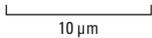
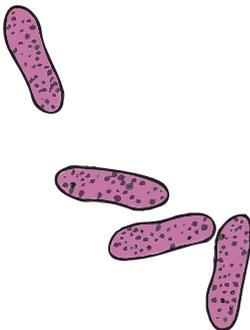


Abbildung 62 – Weisse Blutkörperchen (Leukozyten)

### 11.1.7 Blutplättchen (Thrombozyten)

Blutplättchen sind Scheibchen, die im Knochenmark gebildet werden. Sie leben ein bis zwei Wochen und werden dann in der Leber und Milz wieder abgebaut. Bei einer Verletzung sind die Thrombozyten für die Blutstillung verantwortlich.

Thrombozyten



Gestalt:  
kleine, scheibenförmige,  
kernlose Zellfragmente

Abbildung 63 – Blutplättchen (Thrombozyten)

Merkmal	Menge / Beschreibung
Anzahl:	250 000–300 000 Plättchen pro mm <sup>3</sup> Blut.
Gestalt:	– kleine Zellfragmente, kernlos, scheibenförmig – Durchmesser: 1–4 µm.
Aufgabe:	wichtige Rolle bei der Blutgerinnung.
Bildung:	im Knochenmark, durch Abspaltung aus dem Zelleib von Riesenzellen.
Lebensdauer:	ca. 1 Woche.

### 11.1.8 Blutplasma

Werden vom Blut die Blutzellen abgeschieden, erhält man das Blutplasma. Das Blutplasma besteht aus dem Serum und den Gerinnungseiwissen (Fibrinogen). Im Serum gelöst finden wir Salze, Eiweisskörper und Kohlenhydrate. Fette kommen in Form feinsten Tröpfchen im Blutplasma vor.

### 11.1.9 Blutgerinnung

Ausserhalb der Blutgefässe gerinnt das Blut, indem die gelösten Gerinnungseiwisse in die feste Form übergehen. Es bildet sich eine Blutkruste, welche die Wunde verschliesst. Zum definitiven Wundverschluss (Vernarbung) wachsen Bindegewebszellen in die Kruste ein.

Bei Beschädigung der Gefäss-Innenwand (Endothel) kann es auch in der Blutbahn zur Gerinnung kommen. Es bildet sich ein Pfropfen (Thrombus). Dieser kann durch das zirkulierende Blut weitergetragen werden und arterielle Gefässe verstopfen (Lungen-, Hirnembolie).

### 11.1.10 Blutgruppen

Die roten Blutkörperchen unterscheiden sich von Mensch zu Mensch durch Substanzen, die an ihrer Zelloberfläche liegen.

Es werden vier Hauptblutgruppen unterschieden: 0 (Null), A, B, AB.

Die Blutgruppenzugehörigkeit ist wichtig für die Verträglichkeit von Bluttransfusionen. Spender und Empfänger müssen der gleichen Blutgruppe angehören.

Dasselbe gilt für den sogenannten Rhesusfaktor, der bei ca. 15% der Menschen nicht vorhanden ist (Rhesus-negativ).

## 11.2 Abwehrsystem

### 11.2.1 Immunsystem

Als Immunsystem (vom lateinischen immunis für «frei», «verschont», «unberührt») wird das Abwehrsystem von Lebewesen bezeichnet, das Gefahren für den Körper abwenden soll. Es neutralisiert körperfremde Proteine (Antigene) und vernichtet Zellen, die es als fehlerhaft erkennt. Das Immunsystem als Begriff bezeichnet das Zusammenspiel eines komplexen Netzwerkes, an dem mehrere Organe, Zelltypen und chemische Moleküle beteiligt sind.

Das Immunsystem hat eine grosse Bedeutung für die körperliche Unversehrtheit von Lebewesen, denn praktisch alle Organismen sind ständig den Einflüssen der belebten Umwelt ausgesetzt; manche dieser Einflüsse stellen eine Bedrohung dar: Wenn schädliche Mikroorganismen in den Körper eindringen, so kann dies zu Funktionsstörungen und Krankheiten führen. Typische Krankheitserreger sind: Bakterien, Viren und Pilze, sowie einzellige (z. B. Protozoen wie Plasmodien) beziehungsweise mehrzellige Parasiten (z. B. Bandwürmer).

Auch Veränderungen im Inneren des Körpers können die Existenz eines Lebewesens bedrohen: Wenn normale Körperzellen im Laufe der Zeit ihre gesunde Funktion verlieren, so sterben sie meist ab (Apoptose) und müssen abgebaut werden. In seltenen Fällen können sie auch krankhaft entarten und zur Entstehung von Krebs führen.

#### 11.2.1.1 Bestandteile des Immunsystems

Die Bestandteile des Immunsystems sind:

- a) mechanische Barrieren, die ein Eindringen der Schädlinge verhindern sollen;
- b) Zellen, wie zum Beispiel Granulozyten, natürliche Killerzellen (NK-Zellen) oder T-Lymphozyten;
- c) Eiweisse, die als Botenstoffe oder zur Abwehr von Krankheitserregern dienen;
- d) psychische Immunfaktoren.

Die Zellen des Immunsystems zirkulieren in den Blutgefässen und Lymphbahnen des Körpers. Dringt ein Krankheitserreger in den Körper ein, so können die Abwehrzellen diese Bahnen verlassen und in das Gewebe wandern, um dort den Krankheitserreger zu bekämpfen. Neutrophile Granulozyten, Monozyten/Makrophagen und dendritische Zellen können beispielsweise durch Aufnahme und Verdauung (Phagozytose) den Erreger selbst vernichten oder durch die Produktion von Immunmodulatoren und Zytokinen die

Immunreaktion des Organismus steuern und andere Abwehrzellen zum Ort der Entzündung locken.

### **11.2.2 Humorale Bestandteile**

Die humoralen Bestandteile des Immunsystems (von lat. humor = Flüssigkeit) bezeichnen verschiedene Plasmaproteine, die passiv im Blut, bzw. der Lymph- und Gewebsflüssigkeit zirkulieren. Sie sind im Gegensatz zu den Abwehrzellen nicht in der Lage, aktiv an den Ort einer Infektion zu wandern.

### **11.2.3 Zellen der Abwehr**

Neben den weissen Blutzellen gehören die Retikulumzellen, die Histozyten, die Plasmazellen und die Mastzellen zu den Zellen der Abwehr. Mit Ausnahme der Retikulumzellen kommen sie alle als freie Zellen des Bindegewebes vor.

Retikulumzellen sind fixe Bindegewebszellen. Sie bilden unter anderem das Grundgerüst des Knochenmarks und des lymphatischen Gewebes. Sie haben die Fähigkeit der Phagozytose.

Histozyten sind die Fresszellen des Gewebes (Phagozyten). Sie können kleinere oder grössere Partikel in ihr Zellplasma aufnehmen und abbauen. Sie stammen von Blutmonozyten ab, die das Gefäss-System verlassen haben.

Plasmazellen entstehen vor allem in Lymphknoten aus den B-Lymphozyten. Sie produzieren Antikörper gegen eingedrungene Antigene.

Mastzellen sind die basophilen Granulozyten des Gewebes. Sie können gefässerweiternde und gerinnungshemmende Substanzen an die Umgebung abgeben.

### **11.2.4 Thymus**

Der Thymus ist für die Ausbildung des Immunsystems ein wichtiges Organ. Er ist verantwortlich für die Prägung einer Klasse von weissen Blutkörperchen (siehe 11.1.6), die körperfremde von körpereigenen Zellen unterscheiden können (T-Lymphozyten). Diese Lymphozyten können sich an fremde Zellen anlagern und diese töten (zellgebundene Abwehr, z. B. Organabstossung nach Transplantation).

Die Thymus-Lymphozyten verlassen den Thymus und besiedeln bestimmte Abschnitte der Lymphknoten, der Milz und anderer lymphatischer Organe. Nach Erfüllung seiner Aufgabe bildet sich der Thymus im Erwachsenenalter zurück und wird weitgehend durch Fettgewebe ersetzt.

## 12 Verdauungssystem

### 12.1 Ernährung und Stoffwechsel

Der menschliche Organismus bedarf einer dauernden Energiezufuhr zur Aufrechterhaltung aller Lebensfunktionen. Diese Energie verschafft er sich durch Verbrennen von Nährstoffen (Kohlenstoffverbindungen). Der Verbrennungsvorgang benötigt Sauerstoff; es entstehen dabei Wasser und Kohlendioxid. Die Verbrennungsvorgänge laufen in den einzelnen Zellen ab. Die Mitochondrien spielen dabei die Hauptrolle.

Die Mitochondrien können die Verbrennungsenergie auf eine chemische Substanz übertragen (Adenosintriphosphat = ATP), die ihrerseits im gesamten Organismus als universeller Energieträger verwendet wird (Muskelkontraktion, Eiweißproduktion, Potentialbildung für elektrische Erregungen). Bei allen Energie umsetzenden Prozessen entsteht zusätzlich Wärme.

Die für die Energiegewinnung verwendeten Nährstoffe können tierischer oder pflanzlicher Herkunft sein. Sie werden durch den Verdauungsprozess aus den zugeführten Nahrungsmitteln gewonnen.

### 12.2 Verdauungstrakt

Der Verdauungstrakt dient der Gewinnung der Nährstoffe aus den zugeführten Nahrungsmitteln. Er besteht aus einem langen, von Schleimhaut ausgekleideten, muskulösen Rohr mit angehängten Verdauungsdrüsen.

Der Nahrungsbrei wird im gesamten Verdauungstrakt durch koordiniertes Erschlaffen und Zusammenziehen der Ring- und Längsmuskulatur vorwärts bewegt (Peristaltik).

Zum Verdauungstrakt rechnet man:

- a) Mundhöhle;
- b) mittlere und untere Rachenetage;
- c) Speiseröhre;
- d) Magen;
- e) Dünndarm;
- f) Dickdarm;
- g) Enddarm (auch Mastdarm oder Rektum genannt);
- h) Analkanal.

Dem Verdauungskanal sind Drüsen zugeordnet:

- a) Speicheldrüsen;
- b) Drüsen der Magenschleimhaut und des Darmes;
- c) Bauchspeicheldrüse (Pankreas);
- d) Leber.

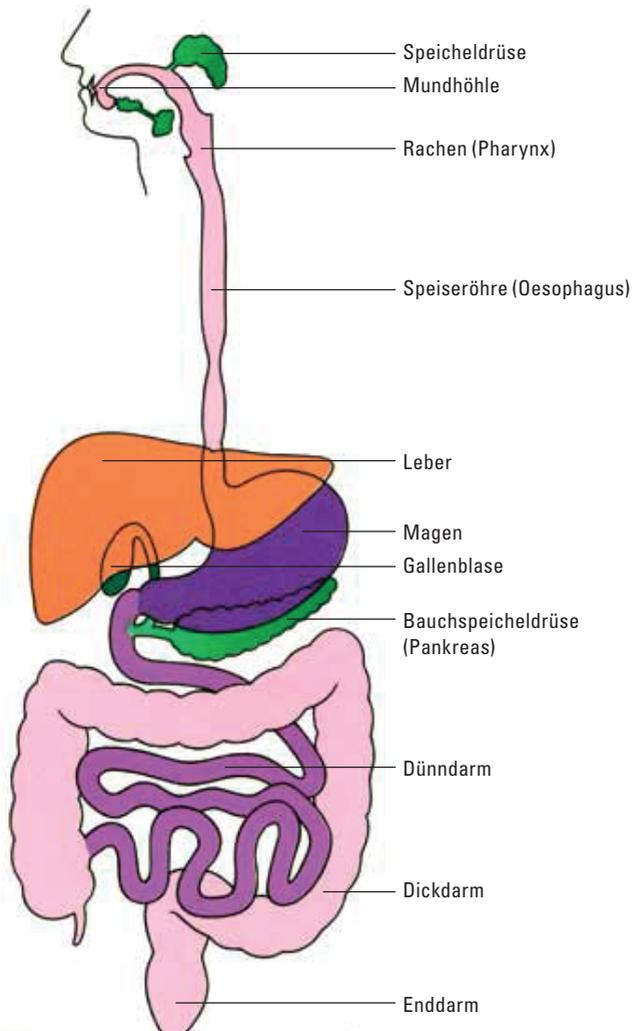


Abbildung 64 – Verdauungstrakt

## 12.2.1 Mundhöhle

In der Mundhöhle werden die Speisen für die Verdauung vorbereitet.

Daran sind beteiligt:

1. Zunge;
2. Zähne;
3. Speicheldrüsen.

### 12.2.1.1 Zunge

Die Zunge ist ein muskulöses Organ, das von Schleimhaut bedeckt ist. Ihre Aufgaben sind:

- a) Mithilfe beim Kauen, Schlucken, Saugen;
- b) Träger des Geschmacksorgans;
- c) Tastorgan der Mundhöhle;
- d) Mithilfe bei der Sprachbildung.

Die Schleimhaut des Zungenrückens trägt zahlreiche feinere und gröbere Erhebungen, die Papillen. Diese haben entweder eine mechanische Funktion oder sind Träger der Geschmacksknospen. Zwischen einzelnen Papillen münden die Ausführungsgänge der Zungenspeicheldrüsen.

### 12.2.1.2 Zähne

Die Ausbildung der Zähne läuft in zwei sich überschneidenden Phasen ab: das Milchgebiss des Kindes wird durch den Zahnwechsel vom Dauergebiss des Erwachsenen abgelöst.

Das Milchgebiss des Kindes ist mit ca. 2 Jahren vollständig entwickelt. Es enthält 20 Zähne. Mit ca. 6 Jahren kommt der erste definitive Zahn.

Das definitive Gebiss ist im Allgemeinen mit 20 Jahren voll ausgebildet. Das vollständige Gebiss des Erwachsenen umfasst 32 Zähne, nämlich:

- a) 8 Schneidezähne;
- b) 4 Eckzähne;
- c) 8 Vorbacken- oder Vormahlzähne (Prämolaren);
- d) 12 Backen- oder Mahlzähne (Molaren).

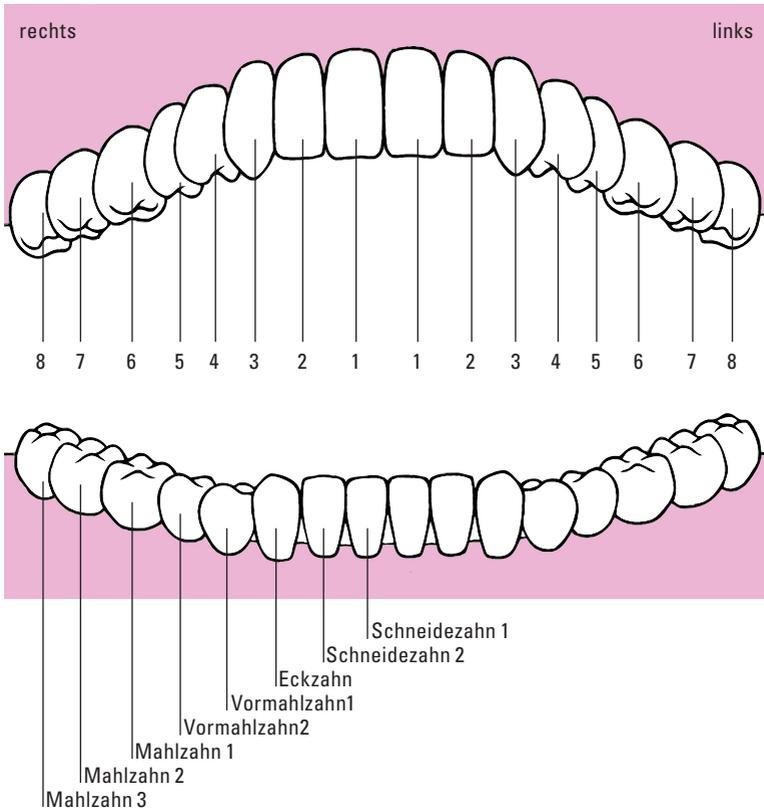


Abbildung 65 – Definitives Gebiss des Erwachsenen

### 12.2.1.3 Bau der Zähne

Der Zahn befindet sich in einer Grube des Kieferknochens (Zahnfach), in welcher er durch zahlreiche kollagene Fasern fest verankert ist. Die Hauptmasse des Zahnes wird vom Zahnbein (Dentin), einer besonders harten, knochenähnlichen Substanz, gebildet.

Die Zahnwurzel ist vom Zahnzement, einer Art Knochen, die Zahnkrone vom Zahnschmelz, einem glasartigen, ausserordentlich harten Stoff, überzogen.

Das Zahnbein umgibt einen Hohlraum, die Pulpahöhle, welche das Zahnmark (Pulpa) enthält und nach der Zahnwurzel hin einen Wurzelkanal besitzt. Hier treten Blutgefässe und Nerven in den Zahn ein.

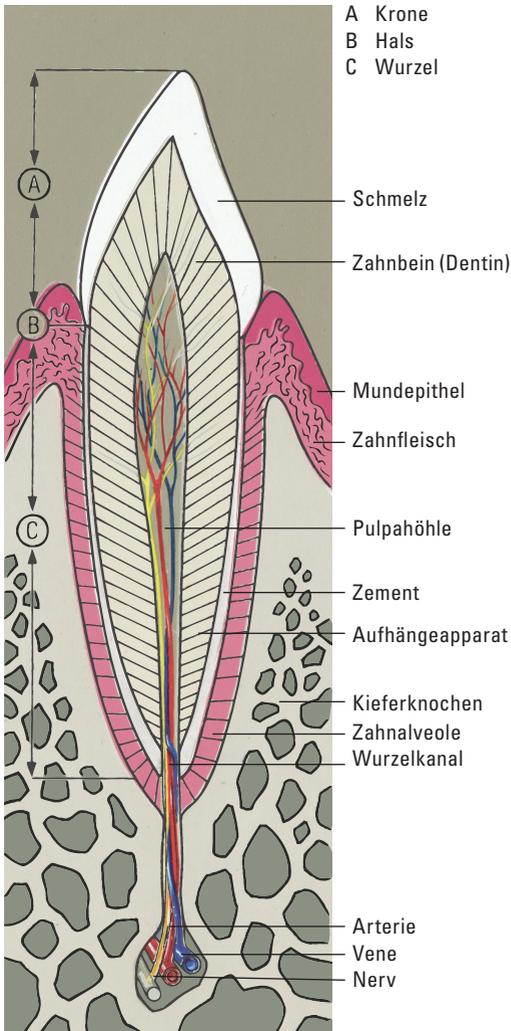


Abbildung 66 – Schnitt durch eine Schneidezahn

#### 12.2.1.4 Speicheldrüsen

In der Mundhöhle erfolgt neben der mechanischen Zerkleinerung der Speisen auch deren erste chemische Veränderung durch die Fermente des Speichels.

## 12.2.2 Speiseröhre

Die Speiseröhre (Oesophagus) leitet den Speisebrei vom Rachen in den Magen. Sie liegt hinter der Luftröhre und vor der Wirbelsäule (siehe Abbildung 64).

## 12.2.3 Magen

Der Magen liegt unterhalb des Zwerchfells zwischen Milz und Leber. Sein unterer Abschnitt überdeckt die Bauchspeicheldrüse.

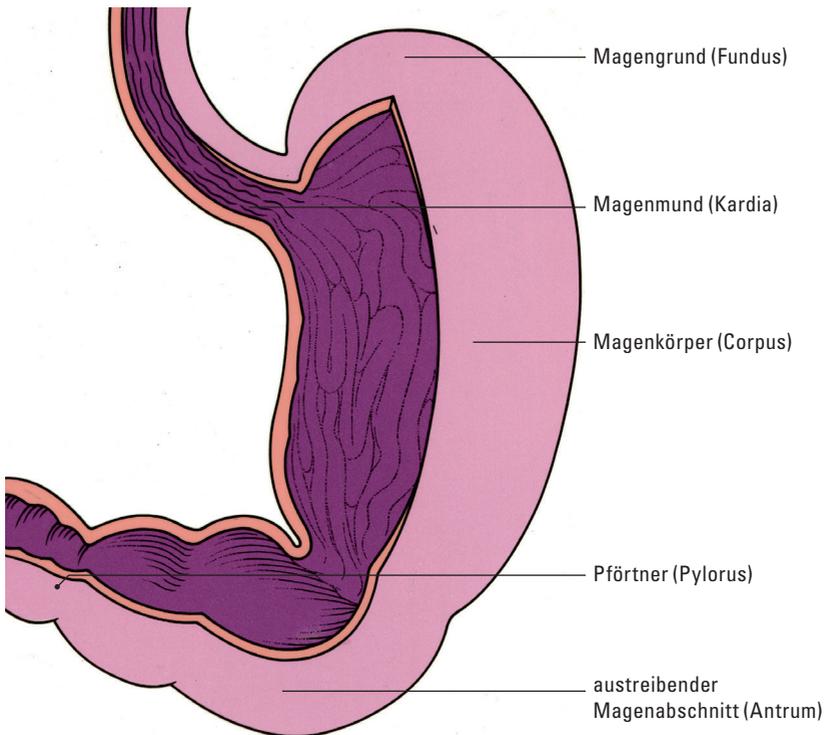


Abbildung 67 – Magen

Der Magen ist ein muskulöses, sackförmiges Hohlorgan, in dem ein wesentlicher Teil der chemischen Verdauung vollzogen wird. Er ist überaus kontraktionsfähig. Er gliedert sich in einen verdauenden und einen austreibenden Magenabschnitt.

Im Magen verweilen die Speisen 1–5 Stunden. Kohlenhydratreiche Nahrung verlässt den Magen rascher als eiweiss- oder fettreiche Nahrung.

Die Schleimhaut des Magengrundes und des Magenkörpers enthält die Magendrüsen, die den Magensaft absondern. Dieser besteht aus Wasser, Schleim, Salzen, Salzsäure und Fermenten.

Der Pförtner, ein verstärkter Ringmuskel, bildet den Abschluss gegen den Zwölffingerdarm hin.

### **12.2.4 Bauchspeicheldrüse (Pankreas)**

Die Bauchspeicheldrüse liegt hinter dem Magen. Sie reicht vom Zwölffingerdarm bis zur Milz. Sie gibt täglich 1/2–1 Liter Bauchspeichelsaft ab, welcher direkt in den Zwölffingerdarm gelangt. Dieser Saft enthält Fermente, die Eiweisse, Stärke und Fette zerlegen, so dass diese Stoffe in den folgenden Darmabschnitten von der Darmwand aufgenommen werden können.

In der Bauchspeicheldrüse gibt es spezialisierte Zellen (Inselzellen), die zwei wichtige Stoffwechselformone produzieren: das Insulin und das Glukagon.

### **12.2.5 Darm**

#### **12.2.5.1 Gliederung des Darmkanals**

Der Darmkanal gliedert sich in Dünn-, Dick- und Enddarm.

### 12.2.5.2 Dünndarm

Der Dünndarm ist ein wichtiger Abschnitt des Verdauungstraktes. Er ist der Ort des endgültigen Nahrungsabbaus und der Nährstoffaufnahme (Resorption) durch die sogenannten Darmzotten. Diese führen feine Blut- und Lymphgefäße. Mit dem Blut gelangen die resorbierten Nährstoffe über die Pfortader zur Leber.

Der Dünndarm ist in drei Abschnitte gegliedert: Zwölffingerdarm (Duodenum), Leerdarm (Jejunum) und Krummdarm (Ileum). Jejunum und Ileum bilden die stark beweglichen, gesamthaft ca. 5 m langen Dünndarmschlingen.

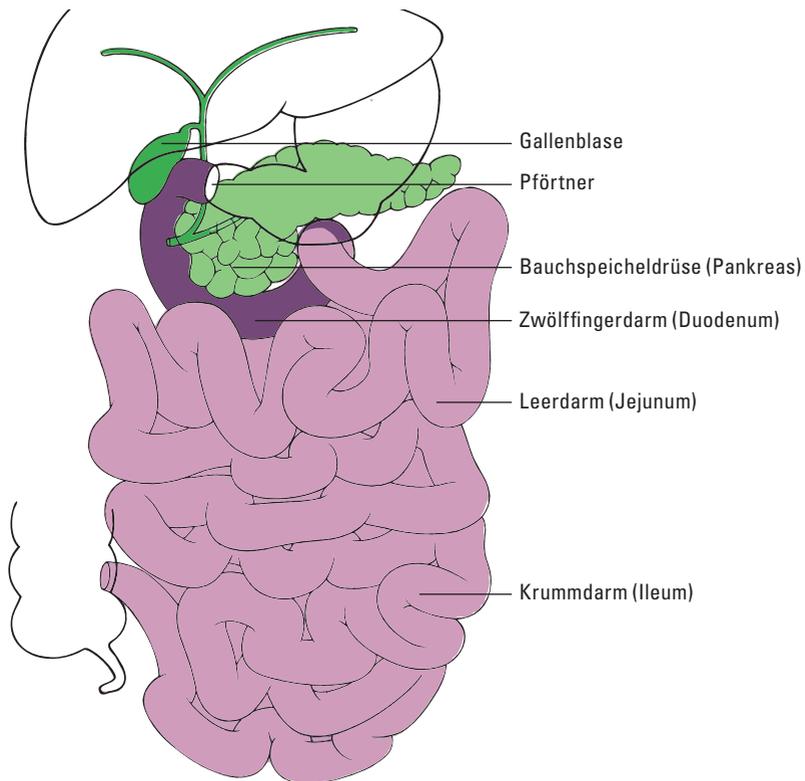


Abbildung 68 – Bauchspeicheldrüse, Dünndarm

### 12.2.5.3 Dickdarm

Die Aufgaben des Dickdarms umfassen vor allem die Wasserresorption und Vorbereitung des Darminhaltes für die Ausscheidung. Die unverdauten Reste der Nahrung bilden den Kot.

Der Dickdarm umrandet den Dünndarm wie ein Rahmen. Er umfasst folgende Abschnitte:

- a) Blinddarm mit Wurmfortsatz (Appendix)
  - b) aufsteigenden Dickdarm
  - c) quer verlaufenden Dickdarm
  - d) absteigenden Dickdarm
  - e) Sigmaschleife (S-Schleife oder Sigmoid) des Dickdarms
- } Colon (Grimmdarm)

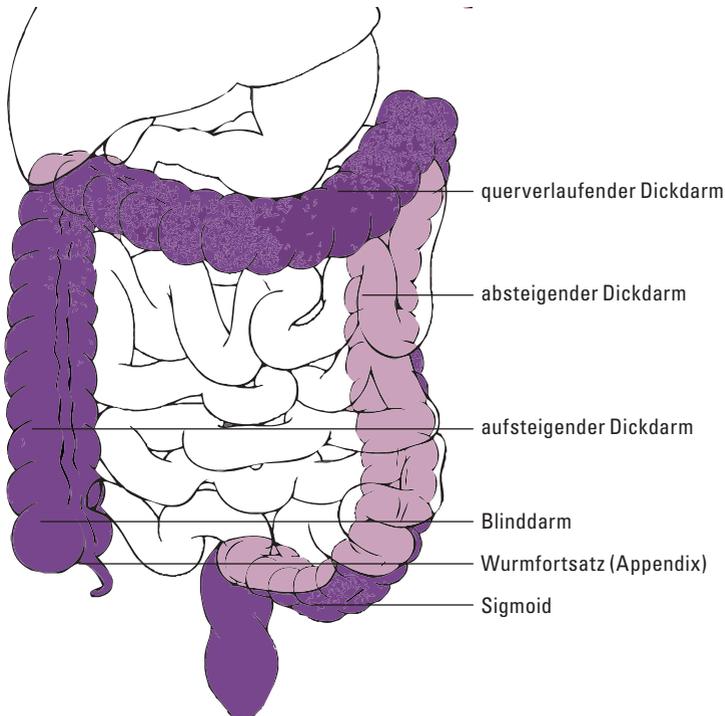


Abbildung 69 – Dickdarm

#### 12.2.5.4 Enddarm (Mastdarm oder Rektum) und Analkanal

Die Ampulle des Enddarms, vor dem Kreuzbein gelegen, ist das eigentliche Kotreservoir. Sie geht in den Analkanal über. Ein doppelter Schliessmuskel sichert den Analkanal am After (Anus).

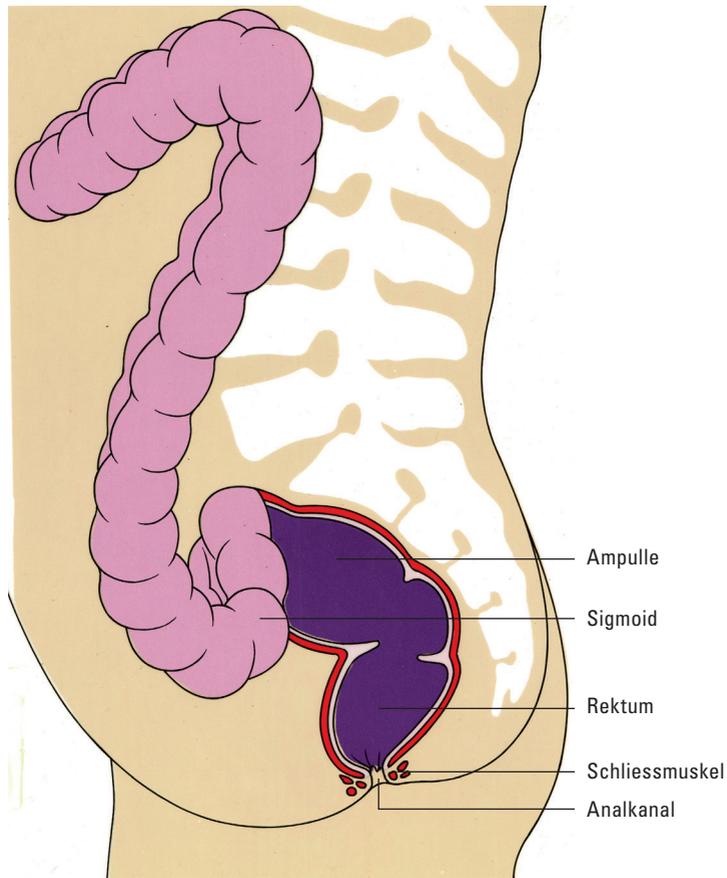


Abbildung 70 – Dickdarm, Enddarm und Analkanal (von links)

## 12.2.6 Leber und Gallenblase

Die Leber kann als eine Anhangsdrüse des Darms betrachtet werden. Sie ist als wichtigstes Stoffwechselorgan des Organismus zwischen Darm und übrigen Körper eingeschaltet.

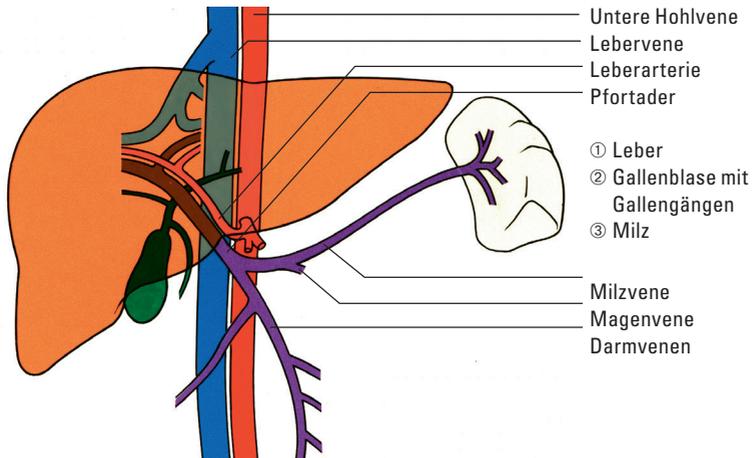


Abbildung 71 – Lebergefäße und Gallengänge

Alle vom Darm kommenden Blutgefäße sammeln sich zur Pfortader. Diese mündet in die Leber, wo sie sich in ein Kapillarnetz verzweigt. In diese Kapillaren ergießt sich auch Blut aus der Leberarterie, welche damit die Leberzellen mit Sauerstoff versorgt. Die Lebervenen sammeln das Blut und führen es in die untere Hohlvene.

### 12.2.6.1 Drüsenfunktion der Leber

Die Leber erzeugt Galle, die nach Eindickung in der Gallenblase in den Zwölffingerdarm geleitet wird (ca.1 Liter pro Tag). Die Galle kann Fette emulgieren und enthält Abbauprodukte des Blutfarbstoffes Hämoglobin.

### 12.2.6.2 Stoffwechselfunktion der Leber

Die Leber hat zentrale Funktionen im Stoffwechsel der Kohlenhydrate und der Eiweisse. In der Leber erfolgt die Bildung des Harnstoffs, der auf dem Blutweg den Nieren zugeführt und dort ausgeschieden wird. Viele Hormone und Medikamente werden in der Leber umgewandelt, inaktiviert und harnfähig gemacht. Teilweise erfolgt deren Ausscheidung über die Galle. Daneben baut die Leber überalterte rote Blutkörperchen ab und speichert Eisen aus dem abgebauten Hämoglobin. Sie übt auch im Rahmen der Blutgerinnung eine wichtige Funktion aus.

## 13 Harnorgane

Zu den Harnorganen werden die Nieren und die ableitenden Harnwege, bestehend aus den beiden Harnleitern, der Harnblase und der Harnröhre, gerechnet.

Der Harnapparat erfüllt die Aufgabe der Ausscheidung (Exkretion) von Harnstoff, Harnsäure und anderen Endprodukten des Stoffwechsels. Daneben besorgt er die Regulation des Salz- und Wasserhaushaltes des Körpers.

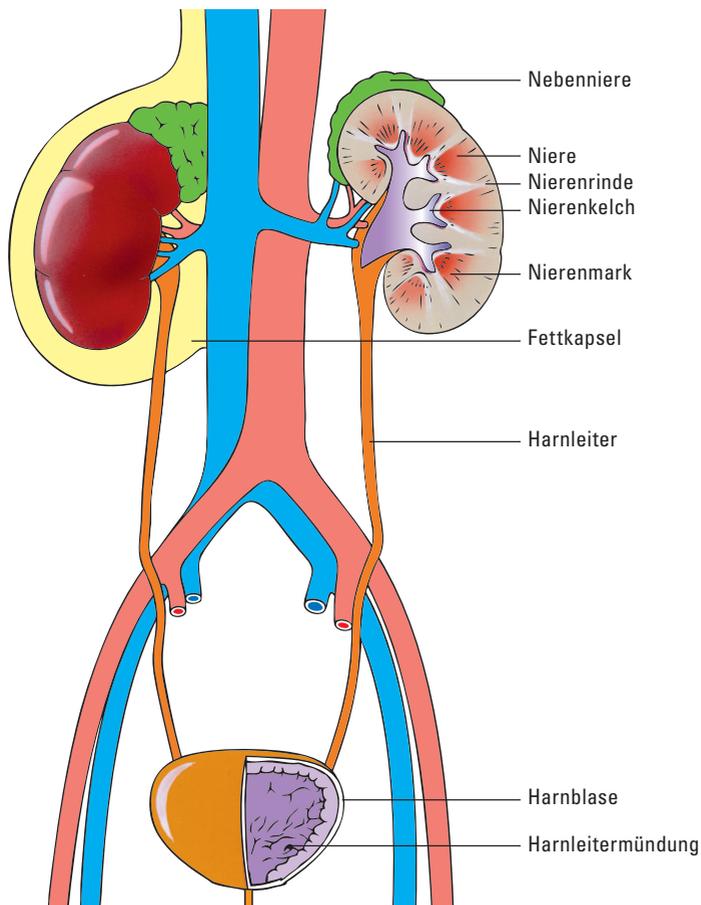


Abbildung 72 – Harnorgane

## **13.1 Nieren**

Die Nieren liegen dicht unter dem Zwerchfell beidseits der Wirbelsäule in der Lendengegend. Sie sind von einer bindegewebigen Kapsel überzogen und von Fettgewebe umgeben. Das Organ lässt sich in Rinde und Mark gliedern.

## **13.2 Ableitende Harnwege**

Der Harn (auch Urin genannt), welcher in der Nierenrinde gebildet und im Nierenmark konzentriert wird, gelangt über die Nierenkelche in das Nierenbecken und sogleich weiter in den Harnleiter. Durch peristaltische Bewegungen (rhythmische Kontraktionswellen der glatten Muskulatur) des Harnleiters gelangt der Harn zur Blase.

Die Harnblase, ein von Schleimhaut ausgekleideter muskulöser Sack, dient als Reservoir (ca. 5 dl) für den Urin. Der Abfluss des Harns aus der Harnblase erfolgt durch die Harnröhre.

Beim Mann befindet sich die Mündung der Harnröhre am Ende des männlichen Gliedes. Der erste Teil der Harnröhre durchquert die Vorsteherdrüse (Prostata). Bei der Frau ist die Harnröhre wesentlich kürzer als beim Mann. Sie mündet in den Scheidenvorhof.

## 14 Geschlechtsorgane

Durch die Ausbildung der Geschlechtsmerkmale wird der Mensch weiblich oder männlich geprägt. Man unterscheidet primäre und sekundäre Geschlechtsmerkmale.

Die primären Geschlechtsmerkmale sind die Geschlechtsdrüsen:

- a) beim Mann die Hoden;
- b) bei der Frau die Eierstöcke.

Die Geschlechtsdrüsen bleiben bis zur Pubertät (10.–12. Jahr) weitgehend inaktiv. Dann wachsen sie unter dem Einfluss der Hormone der Hypophyse (siehe 10.2) zur vollen Erwachsenengrösse und beginnen sowohl Geschlechtshormone zu produzieren, wie auch Samen- bzw. Eizellen für die Befruchtung bereitzustellen.

Die sekundären Geschlechtsmerkmale entwickeln sich oder erreichen ihre endgültige Gestaltung unter dem Einfluss der Geschlechtsorgane in der Pubertät.

- a) Beim Knaben: Behaarung (allgemeine Körperbehaarung, Achseln und Schamgegend), Bartwuchs, Kehlkopf (Stimmbruch), Glied (Penis), Hodensack.
- b) Beim Mädchen: Brüste, Behaarung (Achseln und Schamgegend), Gebärmutter, Scheide, Schamlippen.

Neben den körperlichen Reifungsvorgängen ist auch die Entfaltung der eigenen Persönlichkeit für das «Erwachsenwerden» wichtig (seelische Pubertät).

### 14.1 Männliche Geschlechtsorgane

Zu den männlichen Geschlechtsorganen gehören:

- a) die paarigen Keimdrüsen (Hoden);
- b) die ableitenden Geschlechtswege (Nebenhoden, Samenleiter, Harn-Samenröhre);
- c) die akzessorischen Geschlechtsdrüsen (Samenblasen, Prostata);
- d) die äusseren Geschlechtsorgane (Hodensack, Penis).

Die Hoden sind zwei pflaumengrosse Drüsen, die in besonderen Hüllen im Hodensack untergebracht sind. Sie produzieren Samenzellen (Spermien) sowie den grössten Teil der männlichen Geschlechtshormone.

Die Samenzellen sind geschwänzte, bewegliche Zellen, die aus einem Kopf und einem beweglichen Schwanz aufgebaut sind. Der Kopf enthält das väterliche Erbmateriale.

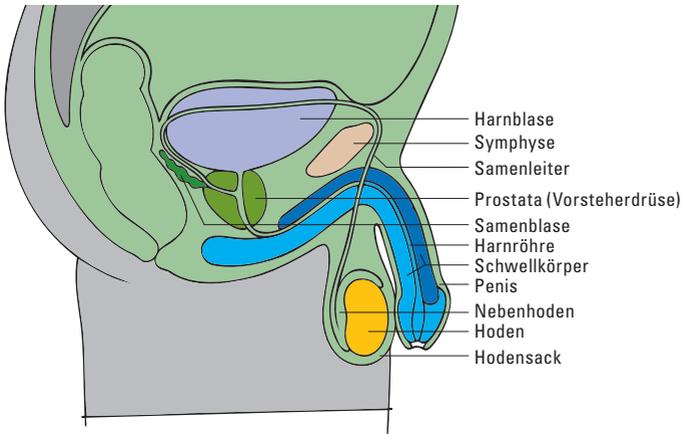


Abbildung 73 – Becken des Mannes (Medianschnitt)

### 14.1.1 Erektion und Ejakulation

Für den Geschlechtsakt wird das männliche Glied durch Füllung der Schwellkörper mit Blut versteift (Erektion). Beim Orgasmus kommt es zum ruckweisen Ausstossen von Samenflüssigkeit aus den ableitenden Geschlechtswegen (Ejakulation).

Die Samenflüssigkeit besteht neben den Spermien aus den Sekreten verschiedener Drüsen, besonders der Samenblasen und der Prostata. Pro Ejakulation werden ca. 200–400 Mio Spermien abgegeben.

## 14.2 Weibliche Geschlechtsorgane

Zu den weiblichen Geschlechtsorganen gehören:

- die paarigen Keimdrüsen (Eierstöcke oder Ovarien);
- die ableitenden Geschlechtswege (Eileiter, Gebärmutter, Scheide);
- die akzessorischen Geschlechtsdrüsen (Gebärmutterdrüsen, Vorhofdrüsen);
- die äusseren Geschlechtsorgane (Klitoris, kleine und grosse Schamlippen).

Die Eierstöcke (Ovarien) messen etwa 4x2x1 cm. Sie bringen in den Eibläschen (Follikel) jeweils eine Eizelle zur Reifung und produzieren die Follikelhormone und Gelbkörperhormone.

In beiden Eierstöcken befinden sich zu Beginn der Pubertät etwa 400000 Follikel. Von der Geschlechtsreife an bis zur Menopause reift während jedes

Monatszyklus einer dieser Follikel heran. Im Leben einer Frau werden demnach nur etwa 400 Follikel zur Reifung kommen, die übrigen sterben ab.

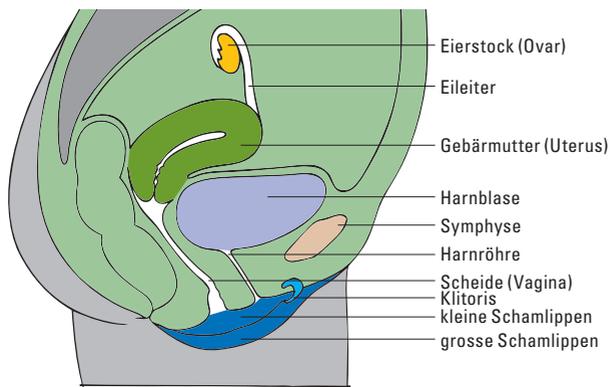


Abbildung 74 – Becken der Frau (Medianschnitt)

### 14.2.1 Zyklus der Frau

Der Zyklus der Frau beträgt normalerweise 28–32 Tage. Jeden Monat reift ein Bläschenfollikel heran und rückt langsam an die Oberfläche des Eierstockgewebes. Der Flüssigkeitsdruck und Eiweiss verdauende Fermente führen zum Platzen des Bläschenfollikels (Follikel- oder Eisprung). Die ausströmende Follikelflüssigkeit schwemmt die Eizelle in den Eileiter. Die Eizelle ist dort nur kurze Zeit lebensfähig. Somit ist nur in dieser Zeit eine Befruchtung möglich.

Nach dem Follikelsprung wandelt sich der Follikel in einen Gelbkörper um, welcher das Gelbkörperhormon produziert. Das Gelbkörperhormon bereitet die Gebärmutter Schleimhaut für die Aufnahme des befruchteten Eies vor und wirkt im Fall einer Befruchtung schwangerschaftserhaltend.

Dem ovariellen (Eierstock-)Zyklus entspricht der uterine (Gebärmutter-) Zyklus mit Aufbau, drüsigem Umbau und Abbau der Gebärmutter Schleimhaut und Blutung (Menstruations- oder Regelblutung, Dauer 3–7 Tage).

Wird das Ei befruchtet, bleibt es am Leben, wird in die Gebärmutter transportiert und bettet sich in die vorbereitete Gebärmutter Schleimhaut ein (Implantation). Es produziert mit Hilfe mütterlichen Gewebes den Mutterkuchen (Plazenta) und entwickelt sich zum Kind.

Eine normale Schwangerschaft dauert vom Zeitpunkt der Befruchtung (Konzeption) bis zur Geburt durchschnittlich 38 Wochen).

## 15 Sinnesorgane

Die Sinnesorgane sind auf bestimmte Reize der Aussenwelt spezialisiert. Sie nehmen diese auf und wandeln sie in nervöse Erregungen um, die dann dem Nervensystem zugeleitet werden.

### 15.1 Gesichtssinn

Mit Hilfe des Gesichtssinnes orientieren wir uns über Form, Grösse, Farbe, Oberflächenbeschaffenheit und Abstand der Dinge.

Der Gesichtssinn umfasst die beiden Augen, die zugehörigen Leitungsbahnen und die Zentren im Gehirn.

#### 15.1.1 Auge

Der Augapfel ist im Fettgewebe der Augenhöhle eingebettet. Er lässt sich durch die Augenmuskeln bewegen.

Die Wand des Augapfels besteht aus drei Häuten, nämlich:

- a) Lederhaut (Sklera);
- b) Aderhaut;
- c) Netzhaut (Retina).

##### 15.1.1.1 Lederhaut

Sie ist von sehnigem Bau. Sie fängt den Binnendruck des Auges auf und schützt den Augapfel vor mechanischen Schäden.

Im vorderen Abschnitt geht die Lederhaut in die völlig durchsichtige Hornhaut (Cornea) über. Diese ist verantwortlich für den grössten Teil der Brechkraft des optischen Apparates des Auges.

##### 15.1.1.2 Aderhaut

Sie ist reich an Blutgefässen, welche auch die anliegenden Schichten der Netzhaut ernähren. Die innerste Schicht enthält Pigmentzellen, welche die durch die Pupillen einfallenden Lichtstrahlen absorbieren.

Vorne geht die Aderhaut in die Regenbogenhaut (Iris) über. Die Farbe der Iris ist durch den Gehalt und die Verteilung der Pigmente bedingt.

In der Mitte der Iris findet sich eine kreisrunde Öffnung von variablem Durchmesser, die Pupille. Die glatte Muskulatur der Regenbogenhaut regelt die Pupillenweite je nach Intensität des Lichteinfalls (automatische Blende).

Hinter der Iris sitzt die Linse, die durch Veränderung ihrer Wölbung die Brechung der Lichtstrahlen massgeblich beeinflusst. Kranzförmig um die Linse

herum ist ein Muskelband gelagert, der Ziliarkörper. Dieser ermöglicht die Akkommodation (Nah- und Ferneinstellung) des Auges.

Der Ziliarkörper hat eine reiche Gefäßversorgung. Er scheidet das Kammerwasser ab, das durch den Schlemmschen Kanal abgeführt wird und ins Venenblut gelangt.

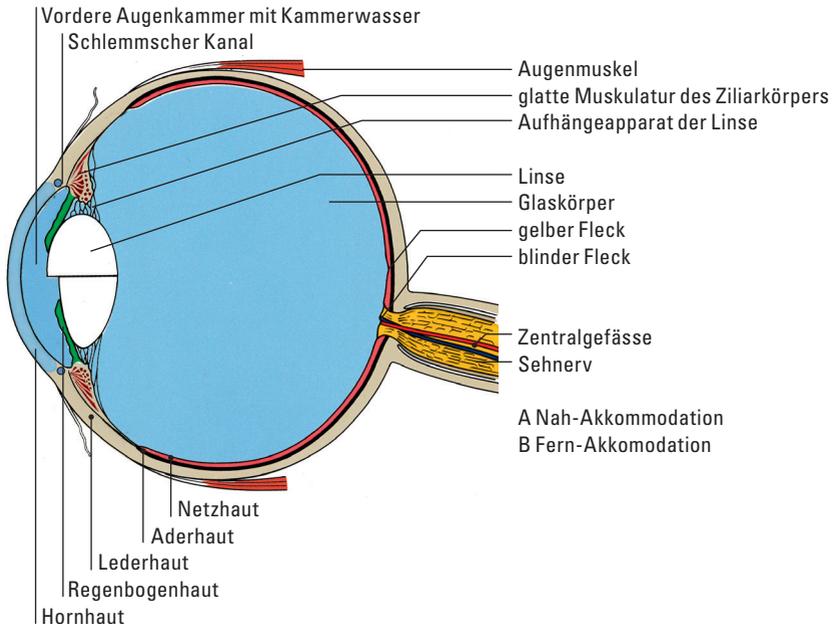


Abbildung 75 – Horizontaler Schnitt durch das rechte Auge

### 15.1.1.3 Netzhaut

Sie ist die innerste der drei Häute und breitet sich auf der Innenseite der Aderhaut aus. Sie ist der lichtempfindliche Teil des Auges.

In ihr liegen die Sinneszellen, Zapfen- und Stäbchenzellen, sowie der Anfangsteil der komplizierten Leitungsbahnen zum Gehirn. Die Zapfenzellen dienen dem Farbsehen, die Stäbchenzellen der Schwarz-Weiss-Empfindung. Die Abbildungen auf der Netzhaut erfolgen umgekehrt und seitenverkehrt.

Der gelbe Fleck ist die Stelle des schärfsten Sehens. Die Schichten der Netzhaut sind hier auf die Zapfenzellen reduziert.

Die Austrittsstelle der Nervenfasern aus dem Augapfel wird blinder Fleck genannt. Hier kann kein Lichtreiz empfangen werden, da weder Zapfen- noch Stäbchenzellen vorhanden sind. Die Nervenfasern werden an der Austrittsstelle zum Sehnerv gebündelt.

Die Fasern des Sehnervs werden nach partiellem Seitenwechsel in der Sehnervenkreuzung in Bahnen des Gehirns umgeschaltet, welche im Sehzentrum enden. Erst im Sehzentrum kommt es zur bewussten Wahrnehmung. Der Lichtreiz wird in das eigentliche Sehen umgewandelt.

## 15.2 Gehörsinn

Der Gehörsinn besteht aus äusserem Ohr, Mittelohr, Innenohr (Schnecke) sowie aus den zugehörigen Leitungsbahnen und Zentren im Gehirn.

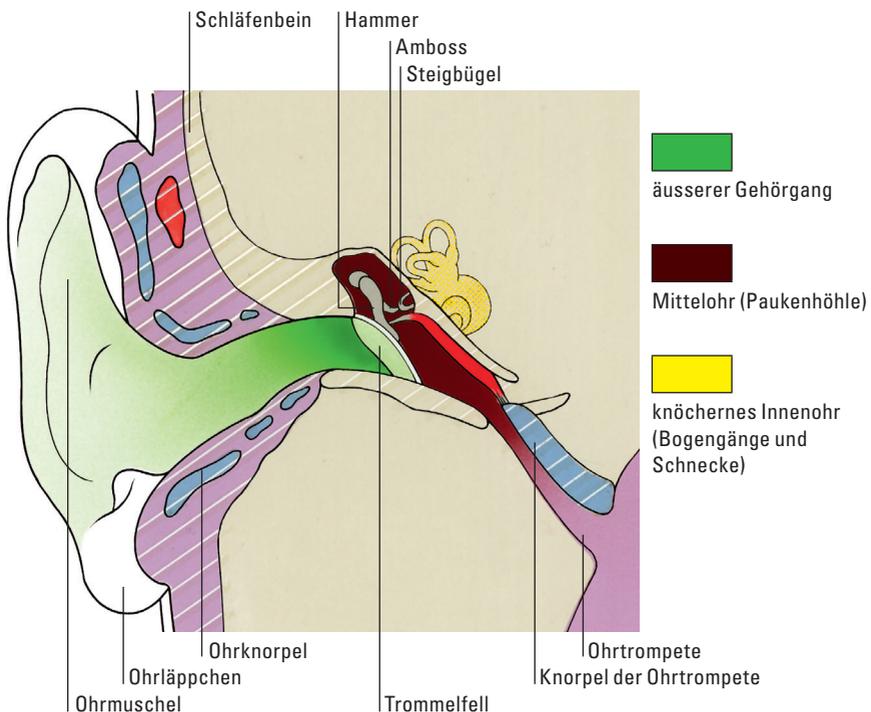


Abbildung 76 – Ohr (Sitz des Gehör- und Gleichgewichtssinnes)

### **15.2.1 Äusseres Ohr**

Zum äusseren Ohr gehören Ohrmuschel und Gehörgang.

### **15.2.2 Mittelohr**

Der Mittelohrraum wird auch als Paukenhöhle bezeichnet. Er hängt durch die Ohrtrumpete mit der oberen Rachenetage zusammen. Beim Schlucken öffnet sich die Ohrtrumpete; dies ermöglicht den Druckausgleich zwischen Mittelohr und Aussenwelt.

Das Trommelfell ist eine dünne, straffe Membran, welche die Grenze zwischen äusserem Ohr und Mittelohr bildet. Es ist mit dem Hammergriff verwachsen.

Die Paukenhöhle wird von der Kette der Gehörknöchelchen durchzogen (Hammer, Amboss, Steigbügel). Diese übertragen die Schwingungen vom Trommelfell auf das Innenohr.

### **15.2.3 Innenohr**

Das Innenohr ist ein im Knochen (Felsenbein) eingebautes kompliziertes, mit Flüssigkeit (Endolymphe) gefülltes und in Flüssigkeit (Perilymphe) aufgehängtes Gangsystem (Labyrinth), welches die Sinneszellen für den Gehörsinn (im Schneckengang) und den Gleichgewichtssinn (im Bogengangssystem) enthält.

Im Schneckengang liegt das Cortische Organ, in dem die etwa 16000 Hörzellen untergebracht sind. Die Hörzellen tragen Sinneshaare an ihrer Oberfläche.

### **15.2.4 Hörvorgang**

Die von der Ohrmuschel und dem äusseren Gehörgang zum Trommelfell geleiteten Schallwellen versetzen dieses in Schwingungen. Die Kette der Gehörknöchelchen überträgt die Schwingungen des Trommelfells auf die Flüssigkeitsräume des Innenohrs (Steigbügelplatte beweglich im Knochen eingelassen). Die von der Flüssigkeit des Innenohres fortgeleiteten Druckwellen reizen die Sinneszellen des Cortischen Organs durch Biegen der Sinneshaare.

Die gereizten Sinneszellen lösen Nervenimpulse aus, die über den Schneckenerv den Nerven der Hörregion im Gehirn zugeleitet werden. In den übergeordneten Zentren werden die akustischen Eindrücke verarbeitet.

### 15.3 Gleichgewichtssinn

Der Gleichgewichtssinn umfasst das Bogengangssystem des Innenohres sowie die zugehörigen Leitungsbahnen und Zentren im Zentralnervensystem. Das menschliche Innenohr ist also nicht nur Hörorgan, sondern zugleich Gleichgewichtsorgan.

Das Gleichgewichtsorgan (Vestibularapparat) besteht aus zwei kleinen sackförmigen Gebilden und drei halbkreisförmigen Kanälen (Bogengängen), gefüllt mit Endolymphflüssigkeit.

Die Bogengänge und die beiden Säcke enthalten je eine Sinnesstelle mit Haarzellen (Sinneszellen) für die Wahrnehmung von Beschleunigungen (inklusive Schwerkraft).

### 15.4 Geruchsorgan

Die Riechschleimhaut liegt im Gebiet des obersten Nasenganges. Die Riechzellen der Schleimhaut werden durch verschiedenste Moleküle aus der Atemluft oder aus der Mundhöhle gereizt.

Die fortgeleiteten Erregungen aus den Sinneszellen werden in höheren Gehirnzentren verarbeitet.

### 15.5 Geschmacksorgan

Die Geschmacksknospen sind die Sinnesorgane des Geschmackssinnes. Sie sitzen auf der Zunge und vermitteln die Empfindungen: süß, salzig, sauer, bitter.

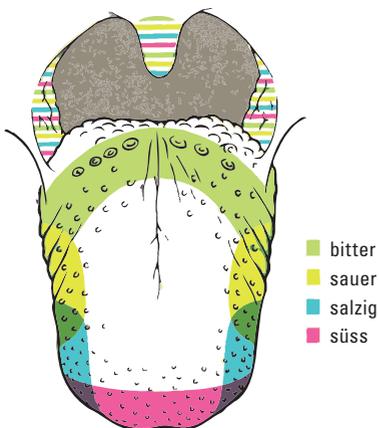


Abbildung 77 – Geschmacksknospen der Zunge

Die Sinneszellen der Geschmacksknospen unterrichten uns über die geschmackliche Beschaffenheit unserer Nahrung. Sie werden durch Moleküle in Lösung gereizt. Durch Geschmacksempfindungen werden Speichel- und Magensekretion angeregt.

Die fein differenzierte Geschmacksempfindung kommt erst im Gehirn durch die komplizierte Analyse und Kombination der nervösen Impulse aus den Geschmacks- und Geruchszellen zustande.

## **15.6 Tast oder Sensibilitätsorgane**

Es sind Gebilde, die in grosser Zahl und verschiedener Form über den ganzen Körper verstreut, besonders in der Haut, vorkommen. Sie dienen durchaus nicht nur dem Tastsinn, sondern noch einer ganzen Reihe anderer Empfindungen.

### **15.6.1 Berührung**

Die Berührungsempfindung wird durch die Meissnerschen Tastkörperchen und die Nervenetze um die Haarwurzeln vermittelt.

### **15.6.2 Druck und Vibrationen**

Druck- und Vibrationsempfindungen werden besonders von den Lamellenkörperchen vermittelt.

### **15.6.3 Temperatur**

Die Temperaturempfindungen, warm und kalt, werden wahrscheinlich von freien Nervenendigungen registriert. Es werden vor allem Temperaturdifferenzen wahrgenommen.

### **15.6.4 Schmerz**

Die Schmerzempfindung ist an die freien Nervenendigungen gebunden, die durch die Zerfallstoffe bei Gewebszerstörungen gereizt werden. Durch Lokal- oder Leitungsanästhesie wird die zentralwärts gerichtete Schmerzleitung unterbrochen, so dass keinerlei Schmerz empfunden werden kann.

### **15.6.5 Tiefensensibilität**

Die Empfindungen über die Stellung der Gelenke und Spannung der Muskeln sind an die Muskel- und Sehnenspindeln geknüpft.

In der Bindegewebskapsel innerer Organe gibt es auch Lamellenkörperchen, die Spannungs- und Druckveränderungen registrieren können.

## **Notizen**

## **Notizen**

## **Notizen**

## **Notizen**

**Impressum**

<b>Herausgeber</b>	Schweizer Armee
<b>Verfasser</b>	LBA, Sanität
<b>Premedia</b>	Zentrum digitale Medien der Armee DMA
<b>Vertrieb</b>	Bundesamt für Bauten und Logistik BBL
<b>Copyright</b>	VBS/DDPS
<b>Auflage</b>	1500 05.2022
<b>Internet</b>	<a href="https://www.lmsvbs.admin.ch">https://www.lmsvbs.admin.ch</a>
<b>Arbeitshilfe</b>	59.041 d
<b>SAP</b>	2553.7416

Inhalt gedruckt auf 100% Altpapier, aus FSC-zertifizierten Rohstoffen



