

*Kärntner Gesundheitsfonds*

**Vorbereitungskurs für  
Aufnahmeverfahren an  
Medizinuniversitäten 2023**

**Biologie – Modul 3**

Der menschliche Körper

**Mag. Hans-Jörg Schaumberger**

## **Liebe Teilnehmerinnen und Teilnehmer!**

Nach positiven Erfahrungen in den letzten beiden Jahren, wird auch der Vorbereitungskurs 2023 digital abgehalten. Wir hoffen, euch auf diesem Weg bei eurem Vorhaben ein Stück weit unterstützen zu können.

### ***Zum Umgang mit diesem Arbeitsmaterial:***

Der Teilbereich „BIOLOGIE“ des Vorbereitungskurses soll einerseits den Oberstufenstoff in diesem Fachbereich wiederholen und andererseits einen Einblick in das Fragenformat des MEDAT geben. Der Bereich Biologie ist in drei Module unterteilt. Zusätzlich zum Skriptum und den Übungsfragen sind zwei Zoom-Termine für eine Präsentation bzw. als Raum für Austausch geplant:

**Modul 1:** Zellbiologie | Zellteilung | Genetik

**& Modul 2:** Molekulargenetik | Mutationen | Evolution & Ökologie

**am** 24.02.2023 (18:00-20:00)

**Modul 3:** Der menschliche Körper

**am** 25.02.2023 (10:00-12:00)

Du erhältst im Vorfeld ein Skriptum sowie Übungsfragen. Das Skriptum dient als Anhaltspunkt, erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit und sollte für die Vorbereitung mit ausreichend weiterer Fachliteratur ergänzt werden.

Du solltest dich bereits im Vorfeld mit den Inhalten und Fragen eines Moduls beschäftigen. Der digitale Vortrag dient anschließend der Vertiefung der Inhalte, soll aber auch Raum für deine Fragen bieten.

Wir möchten euch an dieser Stelle noch viel Energie und Erfolg für euren Weg wünschen.

# Inhalt

---

1.	Organsysteme Überblick .....	- 4 -
2.	Das Verdauungssystem .....	- 5 -
2.1	Bestandteile der Nahrung .....	- 5 -
2.2	Der Magendarm-Trakt.....	- 6 -
2.3	Weitere wichtige assoziierte Drüsen und Organe.....	- 8 -
3.	Atmungssystem .....	- 9 -
4.	Herzkreislaufsystem und Blut.....	- 11 -
4.1	Blutkreislauf des Menschen .....	- 11 -
4.2	Das menschliche Blut .....	- 13 -
5.	Immunsystem .....	- 15 -
5.1	Immunbiologie Überblick .....	- 15 -
5.2	Unspezifische Immunabwehr .....	- 16 -
5.2.1	Mechanische Barrieren: .....	- 16 -
5.2.2	Zelluläre Bestandteile:.....	- 16 -
5.2.3	Entzündungsreaktionen .....	- 17 -
5.3	Spezifische Immunabwehr .....	- 17 -
5.3.1	Lymphozyten .....	- 17 -
5.3.2	Antigene .....	- 18 -
5.3.3	Antikörper (=Immunglobuline).....	- 18 -
5.3.4	Ablauf der spezifischen Immunreaktion .....	- 19 -
6.	Nervensystem.....	- 20 -
6.1	Bau einer Nervenzelle .....	- 20 -
6.2	Erregungsbildung und Weiterleitung .....	- 21 -
6.2.1	Ruhepotenzial:.....	- 21 -
6.2.2	Aktionspotenzial .....	- 22 -
6.2.3	Saltatorische (Sprunghafte) Reizweiterleitung.....	- 23 -
6.3	Erregungsübertragung an Synapsen .....	- 23 -

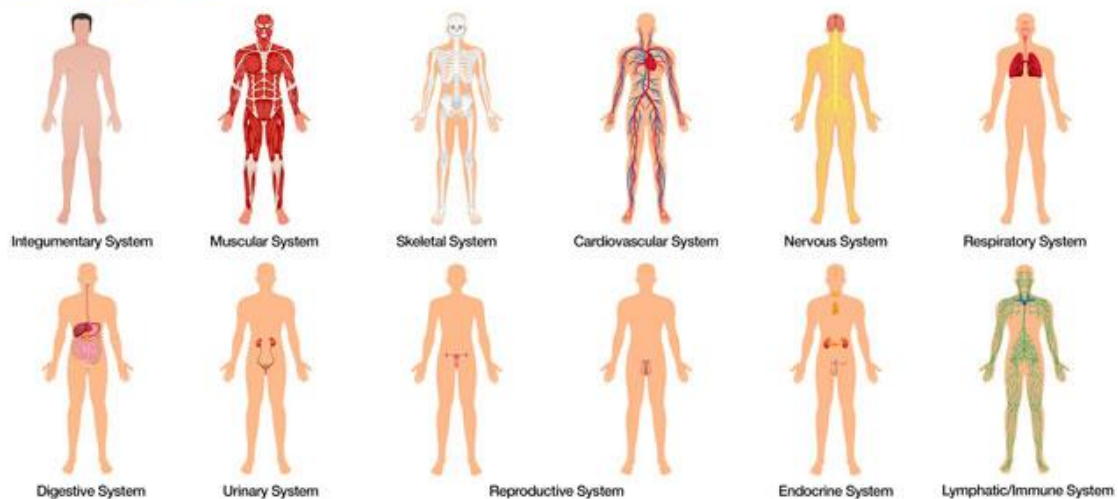
# 1. Organsysteme Überblick

---

Als Organsysteme bezeichnet man Gruppen von Organen, die funktionell zusammenarbeiten. Die Aufteilung in Organsysteme wird als funktionelle Anatomie bezeichnet. Folgende Organsysteme werden voneinander abgegrenzt

- Verdauungssystem
- Atmungssystem
- Herz-Kreislauf-System & Blut
- Lymphatisches System & Lymphe
- Immunsystem
- Nervensystem
- Sinnesorgane & Haut
- Endokrines System
- Harnsystem
- Fortpflanzungssystem

## Body Systems



[https://www.baykomm.bayer.de/img/virtuell/body-systems\\_overview.jpg](https://www.baykomm.bayer.de/img/virtuell/body-systems_overview.jpg)

Im Folgenden werden einige Organsysteme vorgestellt – auch hier gilt: Kein Anspruch auf Vollständigkeit, bitte in der Vorbereitung mit weiterführender Literatur (Schulbücher, Fachbücher) unterstützen.

## 2. Das Verdauungssystem

---

- Durch Nahrungsaufnahme gelangen Kohlenhydrate, Fette, Proteine, Vitamine und Mineralstoffe, sowie Wasser in den Körper.
- Fette, Proteine und Kohlenhydrate werden in kleinste Bausteine zerlegt

### 2.1 Bestandteile der Nahrung

#### *Kohlenhydrate:*

- Mono-, Di- und Polysaccharide (Einfach-, Zweifach-, Mehrfachzucker)
- In erster Linie für Energiegewinnung

#### *Fette:*

- Dreiwertiger Alkohol + Fettsäuren
- Man unterscheidet gesättigte und ungesättigte Fettsäuren (feste Fette, Öle)
- Wichtig für: Wärmeschutz, Stoßschutz, Reservestoff, wichtig für Zellmembranen
- Mehrfach ungesättigte Fettsäuren: können vom Körper nicht selbst hergestellt werden -> müssen mit der Nahrung aufgenommen werden!

#### *Proteine:*

- Aus Aminosäuren aufgebaut
- Baustoff (Zellstrukturen, Muskulatur,...) & Werkstoff (Enzyme)
- Die Struktur von Eiweißen wird durch Säure und Hitze zerstört
- 8 der 20 Aminosäuren sind essenziell, das heißt sie müssen mit der Nahrung aufgenommen werden

#### *Vitamine:*

- Vorwiegend als Bestandteil von Enzymen wirksam
- Für Wachstum und Aufrechterhaltung bestimmter Körperfunktionen unerlässlich
- Krankheitsbilder:
  - Hypovitaminosen: Vitaminunterversorgung, zu wenig von einem Vitamin aufgenommen
  - Hypervitaminosen: Zu viel eines Vitamins
- Es gibt wasserlösliche (B1/B2/B6/B12/C/Niacin/Folsäure/Pantothensäure/Biotin) und fettlösliche Vitamine (A/D/E/K)

Einige wichtige Vitamine:

Vit	Vorkommen	Funktion	Mangelerkrankung	Überdosierung
B1	Vollkornprodukte, Schweine- und Hühnerfleisch	Enzymbestandteil – wichtige Rolle beim Abbau von Traubenzucker zur Energiegewinnung	Müdigkeit, Appetitlosigkeit und Verdauungsstörungen; Beriberi (Krankheit: Flüssigkeitsansammlung im Gewebe, Nervenlähmung, Herzmuskelschwäche)	Wasserlöslich
B2	Pilze, Nüsse, Innereien	Als Enzymbestandteil mitwirkend an der Zellatmung	Verminderung der roten Blutkörperchen, Trübung der Augenlinsen und Hautentzündungen	Wasserlöslich
C	Paprika, Orangen, Holunderbeeren, etc.	Stimuliert Körperabwehrkräfte, für Bildung und Erhaltung von Binde und Stützgewebe	Skorbut – Blutungen an Zahnfleisch, Haut und Schleimhäuten	Wasserlöslich
D	Fisch, Milch, Eier, Pilze	Fördert im Dünndarm die Aufnahme von Calcium ins Blut, sowie die Einlagerung von Calcium in die Knochen	Bei Jugendlichen „Rachitis“: unumkehrbare Verformung der Knochen Bei Erwachsenen Knochen-erweichung	Calcium-ablagerungen in den Blutgefäßen

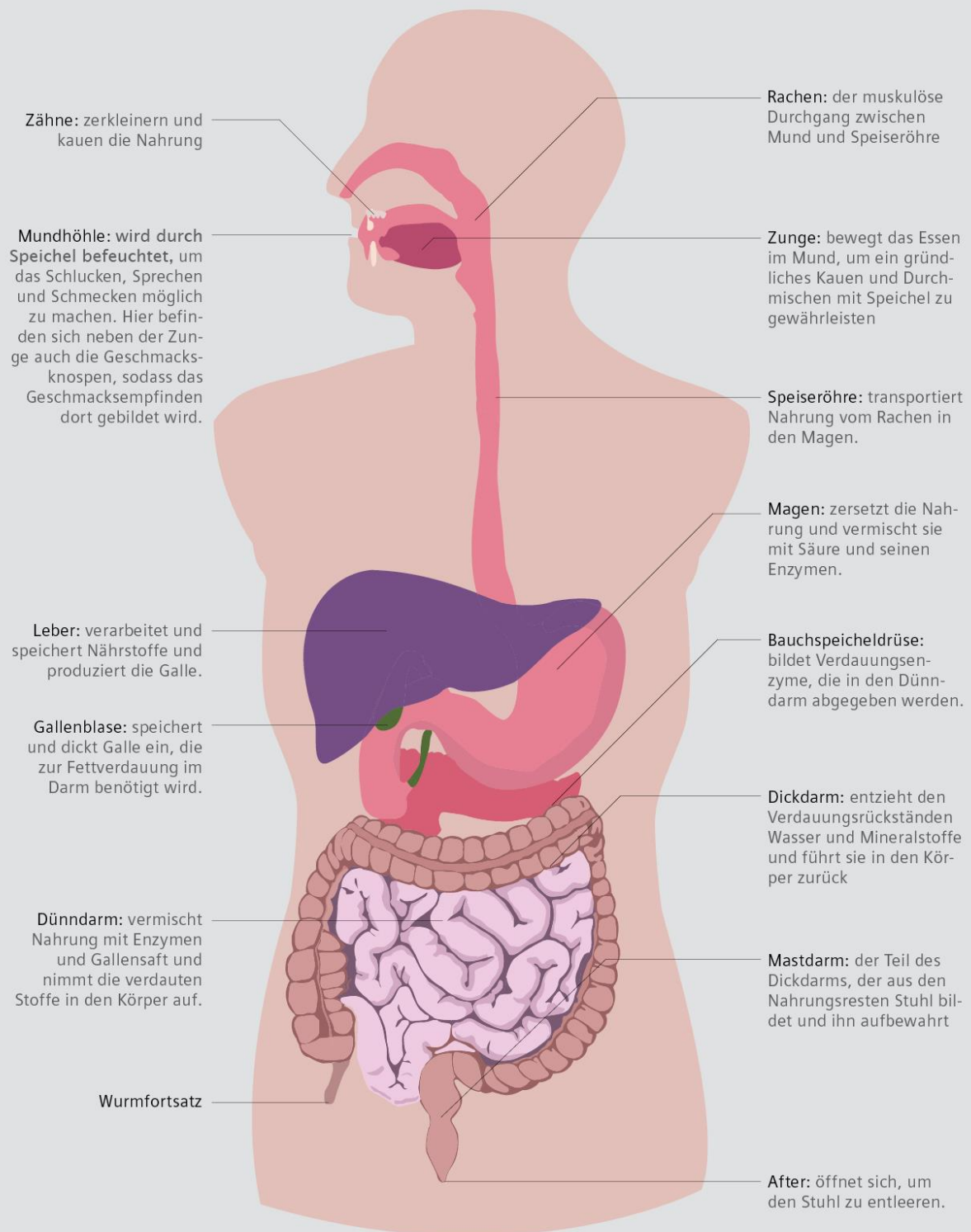
### **Mineralstoffe:**

- Lebensnotwendig, anorganische Stoffe
- Sind am Aufbau von Knochen, Knorpeln und Zähnen beteiligt, regulieren den pH-Wert und spielen eine wichtige Rolle bei der Erregungsleitung in Nerven- und Muskelzellen
- Mangel durch einseitige Ernährung, Medikamente, Krankheiten oder Brechdurchfall
- Mengenelemente: Von ihnen müssen täglich Mengen von mehreren Zehntelgramm eingenommen werden (z.B.: Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium, Chlor und Phosphor)
- Spurenelemente: Spurenelemente werden nur in Millionstel bis Hundertstelgramm-Mengen benötigt (z.B.: Eisen, Kupfer, Iod, Fluor, Zink)

## **2.2 Der Magendarm-Trakt**

- Durchgehender Kanal: Zersetzung und Verwertung der Nahrung in vielen Teilschritten
- Mund – Speiseröhre – Magen – Dünndarm – Dickdarm – Mastdarm

## Der Magen-Darm-Trakt



© Siemens Stiftung 2016. Inhalt lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international

Abbildung Magen-Darm-Trakt (<https://medienportal.siemens-stiftung.org>)

## 2.3 Weitere wichtige assoziierte Drüsen und Organe

### *Leber (Hepar)*

- Aufbau von Glykogen aus Glucose (Hormon: Insulin)
- Abbau von Glykogen zu Glucose (Hormon: Glukagon)
- Umwandlung von überschüssigen KH in Fett
- Speicher für Glykogen, Eiweiß und Vitamine (A, B12)
- Herstellung verschiedener Aminosäure
- Verwertung der über das Blut herantransportierten Aminosäuren
- Umbau von Eiweiß zu KH
- Ab- und Umbau giftiger Stoffwechselprodukte
- Synthese von Cholesterol (u.a. für den Aufbau von Zellmembranen)
- Bildung der Galle
- Abbau der roten Blutkörperchen

### *Bauchspeicheldrüse (Pankreas)*

- Verdauungsdrüse: Bauchspeichel (enzymhaltig) → Zwölffingerdarm
- Hormondrüse: Insulin + Glukagon

### *Speicheldrüsen (Ohr-, Unterkiefer-, Unterzungenspeicheldrüse)*

- Produktion von Speichel
- Macht Bissen gleitfähig
- Enzym Ptyalin spaltet Stärke

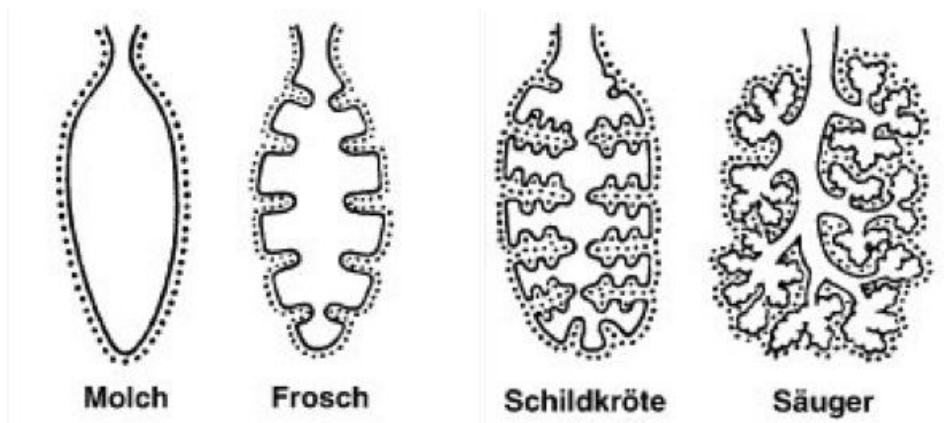


### 3. Atmungssystem

---

#### *Lungenatmung - bei landlebenden Wirbeltieren*

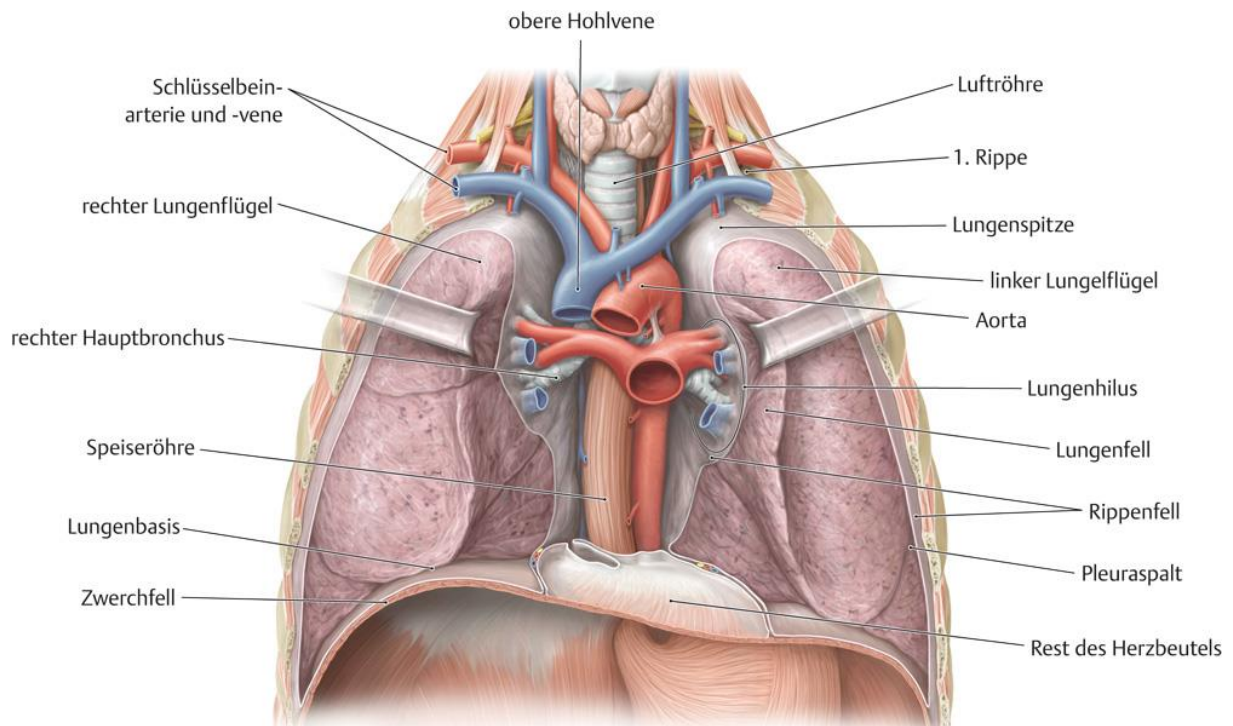
- Lungen sind gut durchblutete Einstülpungen der Körperoberfläche oder Ausstülpungen des Vorderdarms
- Die Größe der respiratorischen Fläche (damit auch der Leistungsfähigkeit) hat mit der Evolution zugenommen



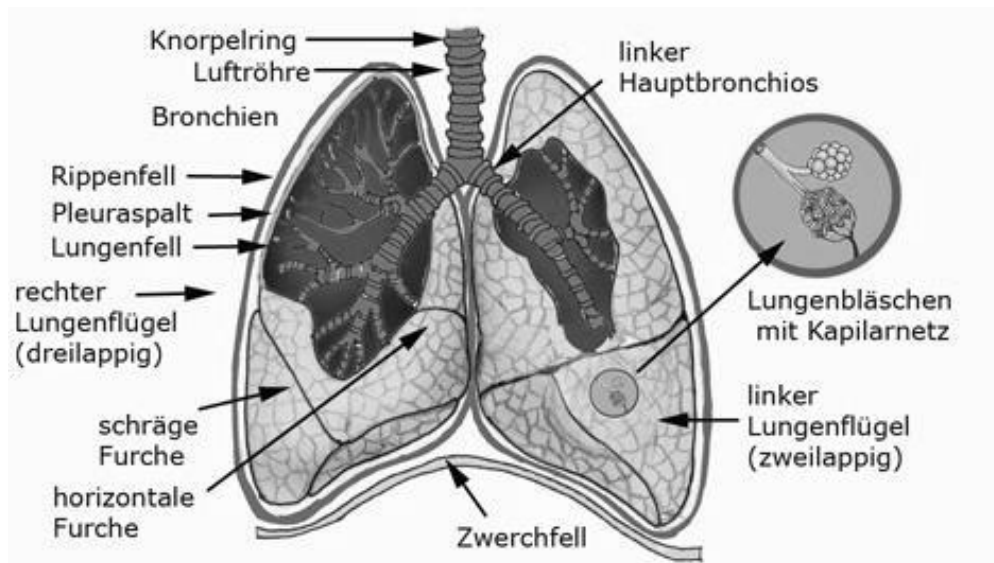
<https://www.studocu.com>

#### *Säugetierlunge (Mensch)*

- Lunge liegt gut geschützt im Brustraum
- Sie besteht aus rechtem und linkem Lungenflügel
- Linker Lungenflügel ist kleiner (Platz für das Herz)
- Gasaustausch über Alveolen (Lungenbläschen) → 100 – 150 m<sup>2</sup>



<https://www.thieme.de/statics/dokumente>



- **Funktion der Atmung:** Erweiterung des Brustraumes, passive Dehnung der Lunge → zieht Luft ein, wie ein Blasebalg!
- **Brustatmung:** Kontraktion der Zwischenrippenmuskeln → Heben der Rippen → Erweiterung des Brustraumes
- **Bauchatmung:** Kontraktion des Zwerchfells → Vergrößerung des Brustraumes nach unten

## 4. Herzkreislaufsystem und Blut

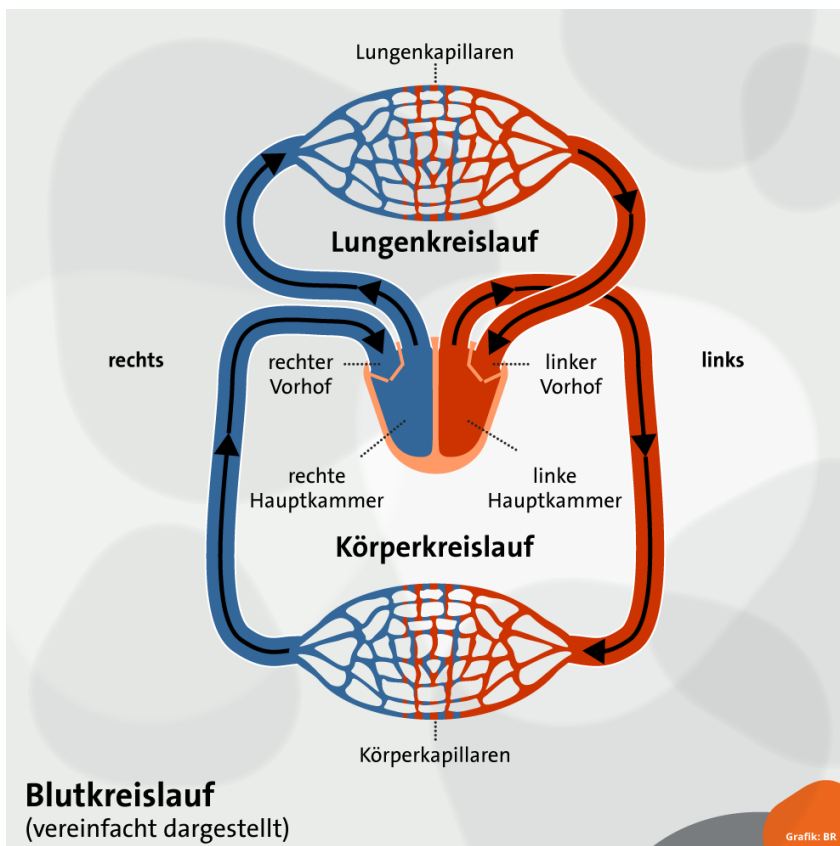
---

### *Kreislaufsysteme bei Wirbeltieren*

- Zentral gelegenes Herz
- **Arterien** (führen vom Herzen weg): dicke, elastische Gefäße; durchziehen den ganzen Körper und verzweigen sich immer feiner
- **Kapillaren**: feinste Endverzweigungen → Stoffaustausch
- und **Venen** (bringen Blut zurück zum Herzen): dünnwandig, weniger elastisch (geringerer Druck!)
  - Druck in den Venen reicht nicht um Blut zurück zu befördern: Sogwirkung des Herzens, Pulswellen der anliegenden Arterien, Skelettmuskulatur;
  - Venenklappen verhindern das zurückfließen

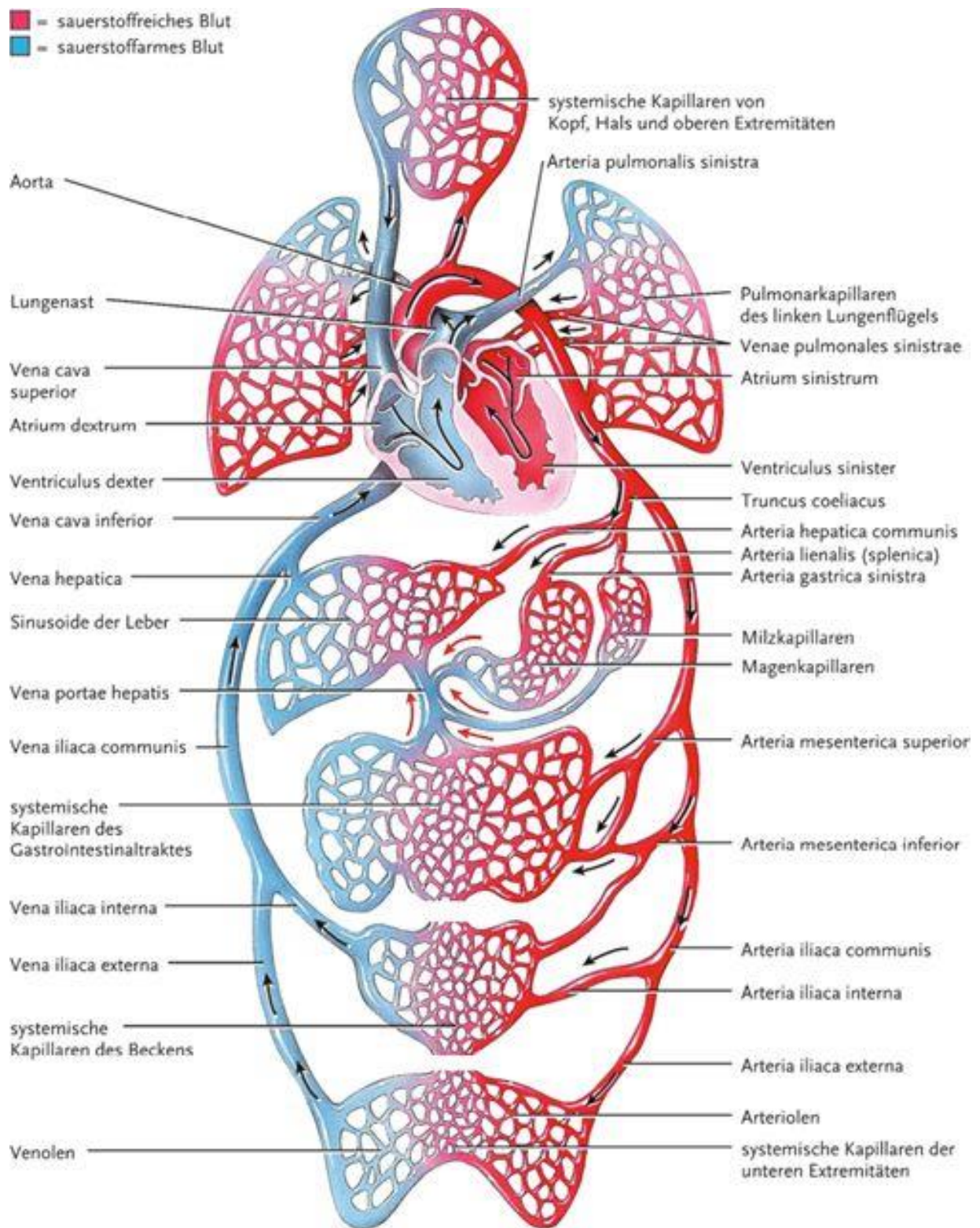
### 4.1 Blutkreislauf des Menschen

- Bei Säugetieren und Vögeln ist die Herzkammer vollständig getrennt
- Grober Ablauf:  
*Rechter Vorhof – rechte Herzkammer – Lungenarterie – Lunge – Lungenvenen – linker Vorhof – linke Herzkammer – Aorta – Körpergefäße – Hohlvenen – rechter Vorhof*



<https://www.br.de/alphalemen/blutkreislauf-102.png?version=0dd96>

■ = sauerstoffreiches Blut  
■ = sauerstoffarmes Blut



<https://i.pinimg.com/originals/48/df/e2/48dfe26b937068b9ce19efef3903ecd5.jpg>

## 4.2 Das menschliche Blut

Das Blut hat feste und flüssige Bestandteile:

Struktur	Form	Funktion
Rote Blutkörperchen (Erythrozyten)	- 8,5µm - 120 Tage Lebensdauer - keinen Zellkern	Transportieren Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid Können durch CO blockiert werden
Weißer Blutkörperchen (Leukozyten)	Granulozyten: 8-14µm Monozyten: 12-20µm Lymphozyten: 7-10µm	Abwehr von Krankheitserregern
Blutplättchen (Thrombozyten)	1-3µm, kernlose Zellbruchstücke	Wundverschluss
Blutplasma	Schwach gelblich	90-95% aus Wasser Glucose (Blutzucker), Fette, Aminosäuren, Milchsäure, Salze

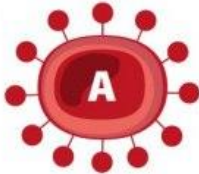


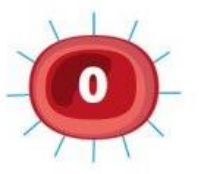
### *Verteilung des Blutes*

- Die Blutmenge im Körper beträgt ca. 5-6 Liter
- Sie reicht nicht aus, um alle Organe ständig voll zu versorgen
- Ruhende Organe werden weniger durchblutet
- Leber und Milz speichern Blut, das sie wenn nötig wieder abgeben können
- Erweiterung und Verengung von Blutgefäßen dient der Temperaturregelung

### *Blutgruppen*

- Das „AB0“ System wurde 1900 von Karl Landsteiner entdeckt
- Die roten Blutkörperchen des Menschen besitzen an der Oberfläche spezielle Strukturen (Antigene)
- Es gibt das Antigen A und B, die roten Blutkörperchen können A, B, beide (AB) oder keines der beiden (0) besitzen
- Im Blutserum befindet sich ein Antikörper gegen das jeweilige andere Antigen
- Bei Bluttransfusionen mit dem „falschen“ Blut können Antikörper an Antigene binden → das Blut verklumpt



	GRUPPE A	GRUPPE B	GRUPPE AB	GRUPPE 0
Erythrozyten				
Antigene	A Antigen	B Antigen	A und B Antigen	keine
Antikörper	Anti-B	Anti-A	keine	Anti-A    Anti-B

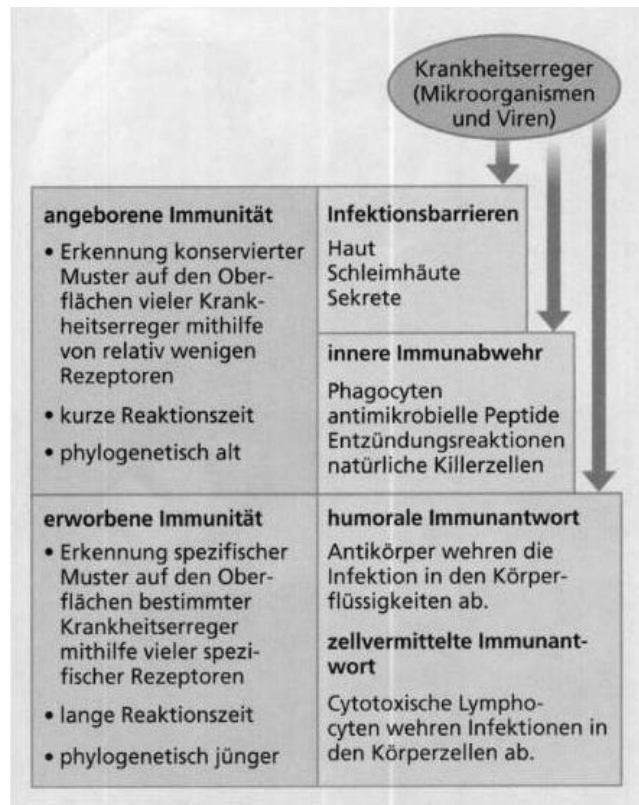
<https://geschichte.univie.ac.at/files/styles/large/public/bildsammlung/pict42.jpg?itok=9Uz480qO>

## 5. Immunsystem

---

### 5.1 Immunbiologie Überblick

- Befasst sich mit den Grundlagen der Abwehr von Pathogenen (Krankheitserregern)
- Vielzellige Lebewesen → spezielle Zellen, die nur der Abwehr dienen
- So besitzt unser Körper eine Reihe von Schutzeinrichtungen gegen mögliche Pathogene
- Man unterscheidet zwischen unspezifischer (phylogentisch alt) und spezifischer (phylogenetisch jünger) Abwehr



Campbell, 2011, S.568

## 5.2 Unspezifische Immunabwehr

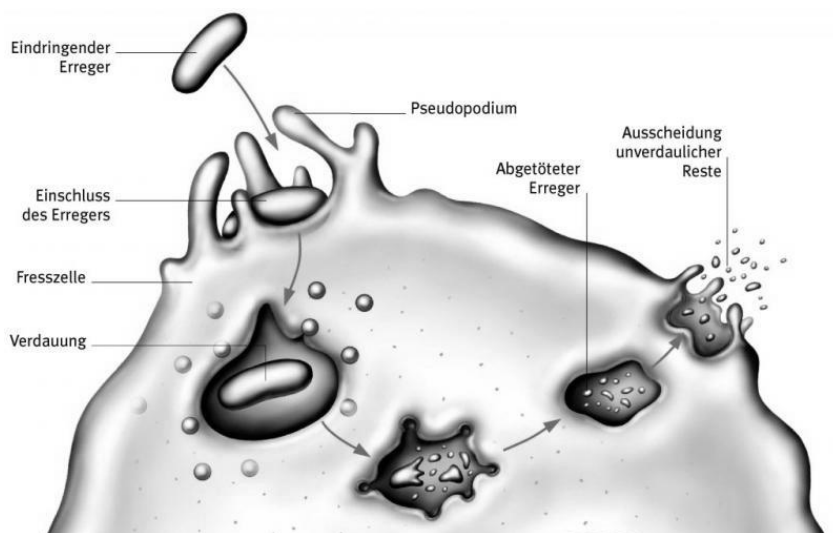
- Angeborene Immunität, phylogenetisch alt, kurze Reaktionszeit
- Mechanische Barrieren, Zelluläre Bestandteile, Antimikrobielle Proteine und Peptide, Entzündungsreaktionen

### 5.2.1 Mechanische Barrieren:

- Haut und Schleimhäute,
- Bakterien und Pilze auf Haut und Schleimhaut
- antimikrobielles Enzym Lysozym (in Tränen, Speichel, etc.)
- Magen → Magensäure

### 5.2.2 Zelluläre Bestandteile:

- Neutrophile Granulozyten: 40-50% der zirkulierenden Leukozyten, werden durch Zytokine vom Ort der Infektion aktiviert, wandern ins betroffene Gewebe, können Krankheitserreger durch Phagozytose vernichten
- Eosinophile Granulozyten: können sich ebenfalls Richtung Entzündungsort fortbewegen, spielen wichtige Rolle bei Parasitenabwehr
- Basophile Granulozyten: Schütten toxische Mediatoren wie Histamin und PAF (Plättchenaktivierender Faktor) aus
- Makrophagen: große Fresszellen, nehmen Antigen auf und präsentieren dieses, fressen eingedrungene Erreger, Bekämpfung und Beseitigung von schädlichen Substanzen und Abfallprodukten, „Müllabfuhr des Körpers“



[http://www.wissen.de/sites/default/files/styles/lightbox/public/wissensserver/jadis/incoming/524887.jpg?itok=\\_AiHutre](http://www.wissen.de/sites/default/files/styles/lightbox/public/wissensserver/jadis/incoming/524887.jpg?itok=_AiHutre)

- Dendritische Zellen: Fresszellen mit langen Fortsätzen
- Natürliche Killerzellen: Tragen bei, erkrankte Zellen zu erkennen und zu eliminieren → haften sich an Krebszellen oder Zellen die von Viren befallen sind und führen den Zelltod herbei



## 5.2.3 Entzündungsreaktionen

<b>Auslöser der Entzündung</b>	
Am Anfang steht eine Schädigung des Gewebes, die durch Keime, Strahlung, Hitze, Kälte, Verletzungen oder Chemikalien verursacht werden kann.	
<b>RÖTUNG</b>	Entzündungsstoffe sorgen dafür, dass sich die Gefäße weiten und mehr Blut an die betroffene Stelle gelangt. Durch die stärkere Durchblutung wird die Haut rot.
<b>WÄRME</b>	Der Stoffwechsel wird durch entzündungsfördernde Substanzen angeregt. Zusammen mit der verstärkten Blutzufuhr erhöht sich die Gewebstemperatur.
<b>SCHWELLUNG</b>	Entzündungsstoffe machen im Gewebe gelegene Gefäße durchlässiger. Neben Abwehrzellen tritt Blutflüssigkeit aus und lässt das Gewebe anschwellen.
<b>SCHMERZ</b>	Abwehrzellen und Flüssigkeit im Gewebe lassen den Druck in der Umgebung steigen. Zusammen mit der Bildung schmerzverursachender Substanzen erklärt es die mit der Entzündung verbundene Schmerzsymptomatik.

Quelle: Initiative Bromelain

[http://www.openpr.de/images/articles/2/a/2a73b942d1ef467f7f81a568eb83c011\\_g.jpg](http://www.openpr.de/images/articles/2/a/2a73b942d1ef467f7f81a568eb83c011_g.jpg)

- Verstärkte Erwärmung, Rötung, Schwellung, Schmerzen
- Verursacht durch chemische Signalstoffe – Cytokine
- Weitere chemische Signalstoffe (durch Mastzellen und basophile Granulozyten):
  - Histamine: Erhöhung des Blutflusses + der Permeabilität
  - Prostaglandine: Erhöhtes Schmerzempfinden, Auslösung von Fieber
- Blutgerinnungsfaktoren kommen vermehrt ins Gewebe – verhindern Ausbreitung ins umliegende Gewebe.
- Eiter: Blutplasma + tote Zellen + Abwehrzellen

## 5.3 Spezifische Immunabwehr

- Erworbene Immunität, phylogenetisch jünger, längere Reaktionszeit
- Erkennen spezifischer Muster auf den Oberflächen bestimmter Krankheitserreger
- Abwehr mit Hilfe von Lymphozyten (weitere Gruppe weißer Blutkörperchen)

### 5.3.1 Lymphozyten

- Produktion im Knochenmark, aus lymphoiden Stammzellen
- Weitere Entwicklung → 2 Typen: T(hymus) + B(one) Lymphozyten
  - Teil wandert in den Thymus → bildet T-Lymphozyten, diese eliminieren Zellen, die von Krankheitserregern befallen sind
  - Im Knochenmark verbliebene Zellen reifen zu B-Lymphozyten, diese eliminieren Krankheitserreger außerhalb von Zellen (Blutbahn)

## Lymphatisches System

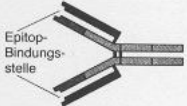
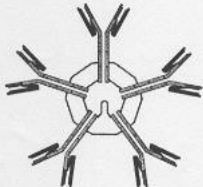

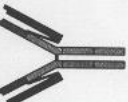
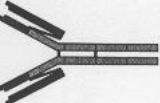
- Lymphgefäße: transportieren überschüssige Gewebsflüssigkeit ab
- Lymphatische Organe: Vermehrung der Lymphozyten
  - Primär: Knochenmark, Thymus
  - Sekundär: Mandeln, Milz, Lymphknoten, Wurmfortsatz
- Lymphknoten: „Filterstation“ für Lymphe

### 5.3.2 Antigene

- = Antikörper generierend
- Moleküle auf der Oberfläche von (Mikro-) Organismen
- Bestimmter „Code“ für jeden Organismus
- T-Lymphozyten können Antigene erkennen – tragen Antigen-Rezeptoren
- Im Körper: Viele Millionen Variationen von Rezeptoren

### 5.3.3 Antikörper (=Immunglobuline)

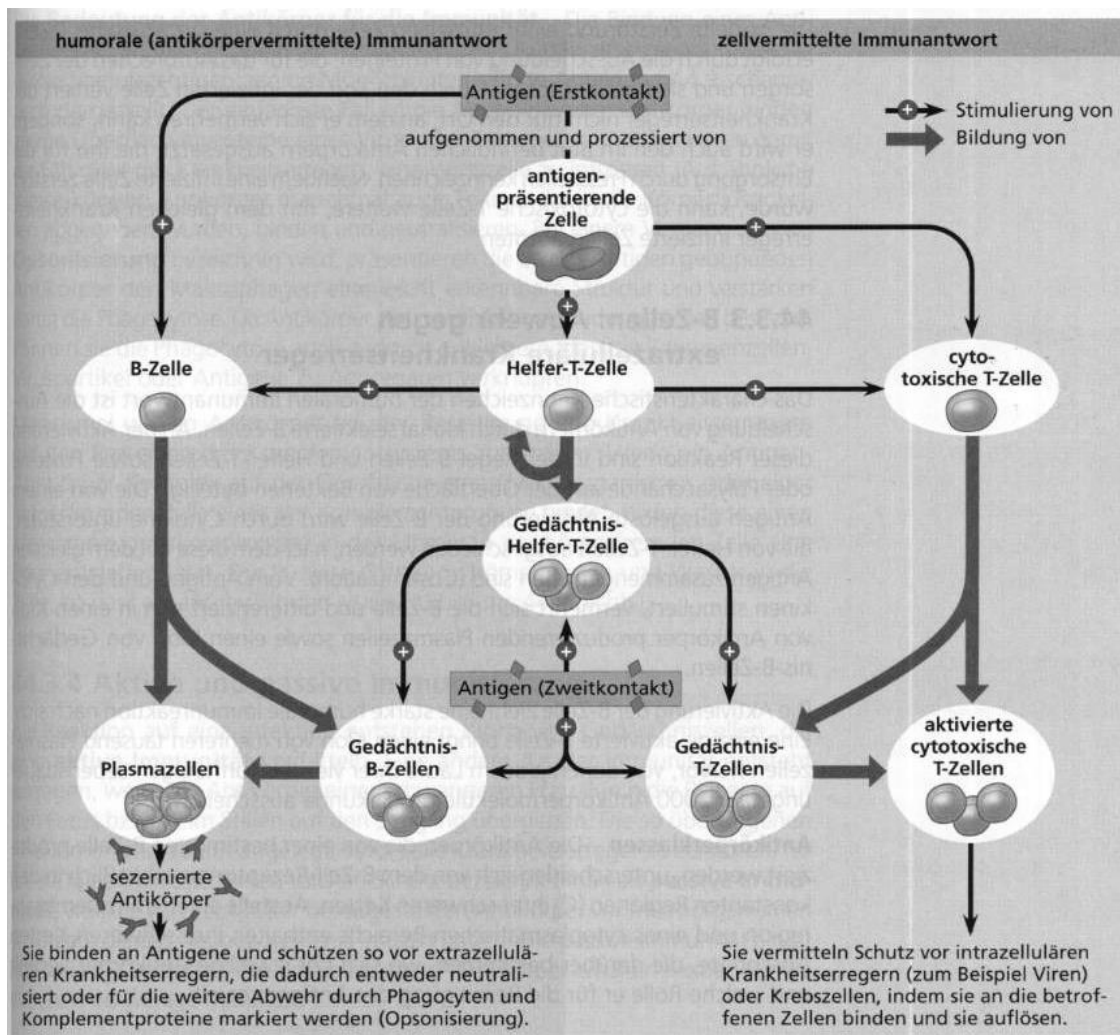
- Von Plasmazellen (B-Lymphozyten) sezerniert
- Bindung eines Antikörpers kann Funktionen eines Krankheitserregers beeinträchtigen
  - Neutralisieren (kann keine Zelle mehr infizieren)
  - Verstärken Phagozytose
  - Zerstören Zellen
- 5 verschiedene Unterklassen: IgA, IgD, IgE, IgG, IgM

Klasse	Strukturschema	Hauptaufgaben
IgG		häufigste Antikörper (70-75 %) der Immunglobuline, vorwiegend in Lymphe und Zwischenzellflüssigkeit
IgM		ca. 10 % der Immunglobuline, führen ersten Angriff gegen Mikroorganismen in der Blutbahn durch
IgA		ca. 15 % der Immunglobuline, vorwiegend in Schleimhäuten und Darmwand, außerdem in der Muttermilch (s. 2.1.1), schützen Schleimhäute
IgD		unter 1 % der Immunglobuline, beeinflussen Lymphozyten
IgE		unter 1 % der Immunglobuline, verantwortlich für viele Allergie-Reaktionen (s. 2.5.1), binden an Mastzellen, aktivieren das Immunsystem

<http://www.zum.de/Faecher/Materialien/hupfeld/Referate/immunsystem/antikoerper-klassen-2.gif>

### 5.3.4 Ablauf der spezifischen Immunreaktion

- Krankheitserreger dringen in den Körper ein
- Makrophagen beginnen mit ihrer Arbeit (unspezifische Abwehr)
- Virus-Antigene werden an der Oberfläche präsentiert
- T-Lymphozyten („Helfer T Zellen“) docken an Antigene an, werden aktiviert
  - Bilden T-Killerzellen + T-Gedächtniszellen
  - Aktivieren B-Lymphozyten
- B-Lymphozyten
  - Bilden Plasmazellen → diese bilden Antikörper (Immunglobuline) – je 2000 pro Sekunde → diese binden Antigene (Antikörper-Antigen-Reaktion) und werden von Makrophagen gefressen
  - Bilden B-Gedächtniszellen



Campbell, 2011, S.57

## 6. Nervensystem

- Neurobiologie: Lehre von Aufbau und Funktion von Nervensystemen
- Nervensystem: Verbindet Gewebe, Organe und Organsysteme und stimmt sie aufeinander ab, sammelt Informationen von außen und verteilt Informationen
- Unser Nervensystem besteht aus

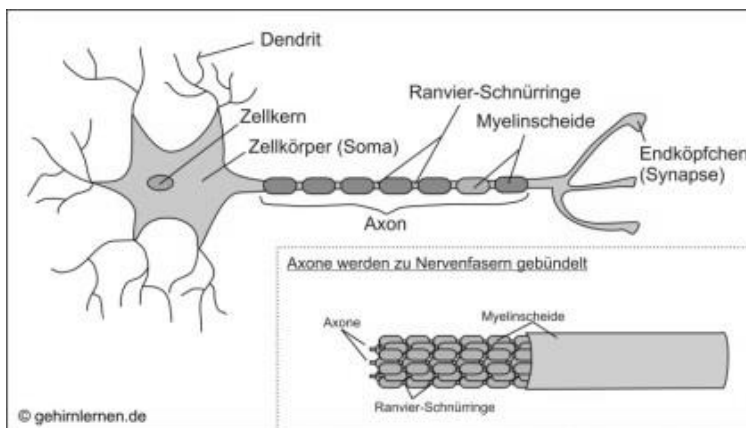
### **ZNS (=Zentralnervensystem) - Gehirn und Rückenmark:**

- wertet Informationen aus
- steuert den Bewegungsapparat
- verantwortlich für alle kognitiven Funktionen + Emotionen

### **peripheres Nervensystem:**

- sensorische Nervenfasern (leiten Informationen von Sinnesorganen zum ZNS)
- motorische Nervenfasern (leiten Informationen vom ZNS in alle Körperbereiche)

### 6.1 Bau einer Nervenzelle



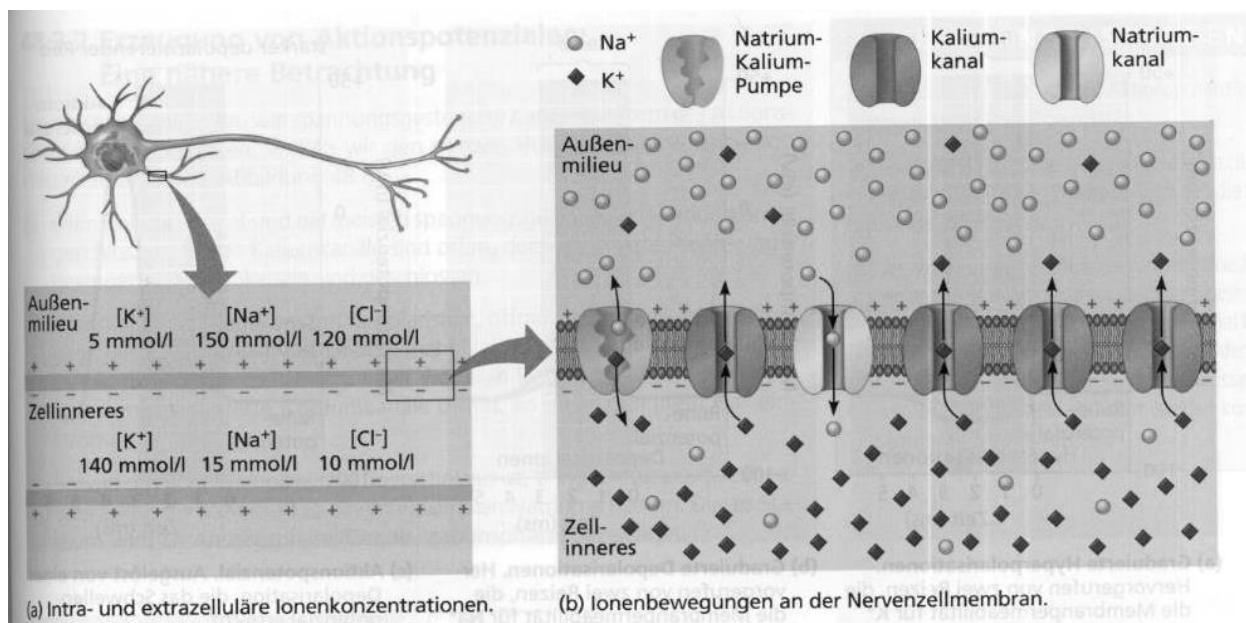
[http://www.gehirnlernen.de/s/cc\\_images/cache\\_2420751093.jpg?t=1316184711](http://www.gehirnlernen.de/s/cc_images/cache_2420751093.jpg?t=1316184711)

Zellkörper	Mit Zellkern und anderen Zellorganellen ausgestattet
Dendriten	Zarte Verzweigungen Stellen Verbindungen zu anderen NZ her
Axone	Lange Fortsätze (bis 1m!) Erregung vom Zellkörper über Axon weitergeleitet
Gliazellen	Stütz und Ernährungsfunktion Liegen zwischen Nervenzellen und treten als Hüllzellen um die Axone auf
Myelinscheiden	Axon umhüllende, sehr flache Gliazellen
Nervenfasern	Axone + Hüllzellen
Ranvier'sche Schnürringe	Bereiche, wo zwei Hüllzellen aneinander grenzen

## 6.2 Erregungsbildung und Weiterleitung

### 6.2.1 Ruhepotenzial:

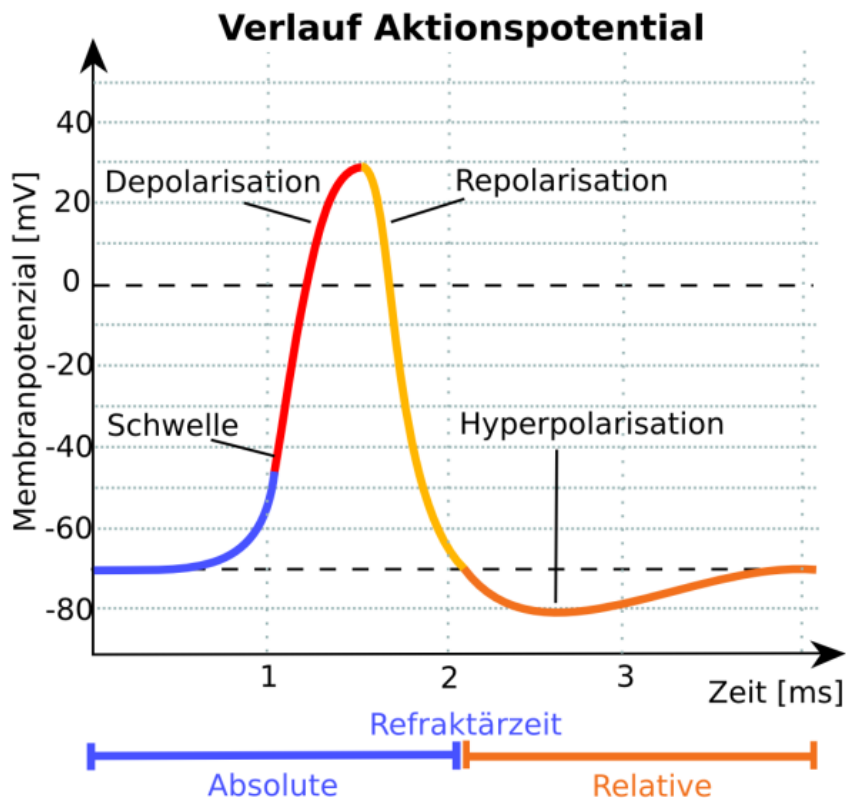
- bei nicht erregter Nervenzelle ist das Zellinnere gegenüber dem umgebenden Medium **negativ** geladen ( $\sim -70\text{mV}$ )
- Ladungsunterschied wegen **unterschiedlicher Ionen-Verteilung**
  - innen: viele Kaliumionen ( $\text{K}^+$ ) und organische Anionen ( $\text{A}^-$ )
  - außen: viele Natriumionen ( $\text{Na}^+$ ) und Chloridionen ( $\text{Cl}^-$ )
- unterschiedliche Fähigkeiten durch die Membran zu wandern:  $\text{K}^+$  können leicht nach außen,  $\text{Na}^+$  nur schwer nach innen, die übrigen Ionen kommen gar nicht durch die Membran
- Ladung wäre gleich, aber es gelangen mehr  $\text{K}^+$  nach außen als  $\text{Na}^+$  nach innen
- **Natrium-Kalium Pumpe** ( $\text{Na}^+$  nach außen und  $\text{K}^+$  nach innen) hält dieses Ruhepotenzial aufrecht
- Welche zwei Kräfte wirken?  $\rightarrow$  Ruhepotenzial bei elektro-chemischen Gleichgewicht
  - chemische Kräfte: Konzentrationen (gleichmäßige Verteilung)
  - Elektrische Kräfte (Ausgleichen der Ladung)



Campbell, 2011

## 6.2.2 Aktionspotential

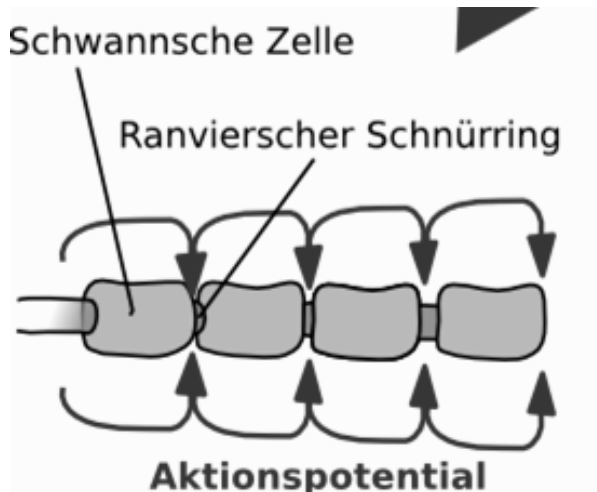
- Abweichung vom Ruhepotential
- spannungsabhängige Kanäle in Membran
- Reiz  $\rightarrow$  Öffnung spannungsabhängiger  $\text{Na}^+$  Kanäle  $\rightarrow$  **Ladungsumkehr** (Depolarisation)
- Nach kurzer Zeit:
  - $\text{Na}^+$  Kanäle schließen sich wieder + kurz inaktiv
  - Öffnung spannungsabhängiger  $\text{K}^+$  Kanäle (strömen aus)  $\rightarrow$  Innenseite wird wieder negativ, kurzfristig sogar intensiver als bei Ruhepotential
- $\text{K}^+$  Kanäle schließen sich wieder  $\rightarrow$   $\text{Na}^+$   $\text{K}^+$  Pumpe stellt Ruhepotential wieder her
- AP kann sich nur in eine Richtung fortpflanzen
- Alles-oder-Nichts Regel: wenn Reiz stark genug ist wird AP ausgelöst (Schwellenwert)  $\rightarrow$  je höher die Reizstärke, umso mehr AP hintereinander
- $\text{Na}^+$  für 2ms inaktiv (Refraktärzeit)



[https://www.abiweb.de/assets/courses/img/biologie-neurologie-immunologie-hormone-niedersachsen/5\\_558.png](https://www.abiweb.de/assets/courses/img/biologie-neurologie-immunologie-hormone-niedersachsen/5_558.png)

### 6.2.3 Saltatorische (Sprunghafte) Reizweiterleitung

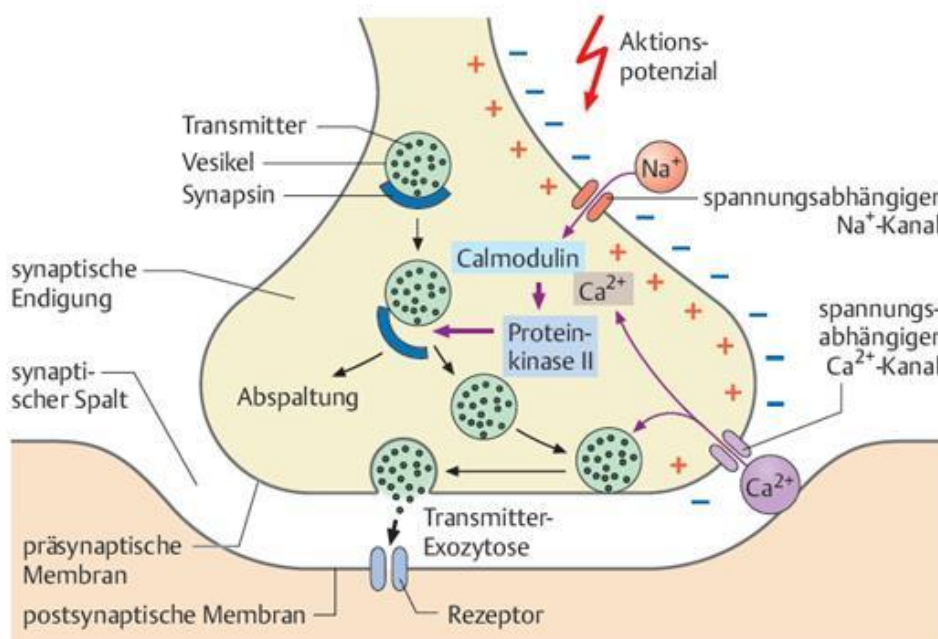
- bei Wirbeltierneuron: Aktionspotential nur bei Ranvier'schen Schnürringen (saltatorische Erregungsleitung)
- beim Menschen: bis zu 100 m/s → nackte Axone ~ 1m/s
- zweite Möglichkeit: Querschnittsvergrößerung (Regenwurm: 30m/s)
- Multiple Sklerose: Autoimmunerkrankung – Myelinschichten des ZNS zerstört



<https://www.abiweb.de/assets/courses/media/saltatorischeerregungsleitung-ca.png>

### 6.3 Erregungsübertragung an Synapsen

- Synapsen: syn (zusammen), haptein (halten)
- motorische Endplatte: Verbindungen zwischen Nervenzelle und Muskelzelle
- Synaptischer Spalt: Abstand zwischen Endknöpfchen und Membran der nächsten Zelle
- im Endknöpfchen sind Bläschen (Vesikel), die einen Überträgerstoff gespeichert haben



<https://www.thieme.de/viostatics/bilder/vio-2/final/de/bilder/vorklinik/physiologie-synapse-2-A.jpg>

### ***Elektrisches Signal → Chemisches Signal***

- Ca<sup>2+</sup> Ionen wandern ein (durch Ca<sup>2+</sup> Kanäle, die sich öffnen)
- Ca<sup>2+</sup> Ionen bewirken, dass synaptische Bläschen an die Membran wandern und Inhalt (Transmitter) in den synaptischen Spalt schütten
- In der Postsynaptischen Membran befinden sich Rezeptoren, an diese binden die Transmitter
- Dies bewirkt ein Öffnen von Natriumkanälen in der postsynaptischen Membran → Depolarisation (Aktionspotenzial)

### ***Transmitter können unterschiedliche Aufgaben übernehmen***

- Bis heute ca. 50 verschiedene Überträgerstoffe bekannt
- können unterschiedliche Reaktionen an der postsynaptischen Membran hervorrufen
- Einige Beispiele für Transmitter:

<b>Transmitter</b>	<b>Funktion</b>
Acetylcholin	Erregend zwischen Nerven- und Skelettmuskulaturzellen Erniedrigt die Herzschlagfrequenz
Dopamin	Spielt eine Rolle bei Bewegungssteuerung Beeinflußt die Stimmung, Aufmerksamkeit, Verhalten, Gedächtnis, abstraktes Denken
Serotonin	Im ZNS meist hemmend Beeinflußt Schmerzempfinden, Schlaf- und Wachrhythmus, Wärmeregulation und das Sexualverhalten Zuviel Serotonin im Gehirn: Unruhe, Wahnvorstellungen Mangel an Serotonin: depressive Verstimmungen, Angst, Aggression
Endorphine	Umgangssprachlich: „Glückshormone“ Unterdrücken Schmerzempfindung
Gaba	Bewirkt Chlorideinstrom
Adrenalin und Noradrenalin	Transmitter im Sympathikus Erhöhen Blutzuckerspiegel, beschleunigen Herztätigkeit, etc.