

# 1 Anatomie

## 1.1 Historie der Anatomie

Das Wort leitet sich aus dem griechischen „anatemnein“, d.h. auseinanderschneiden oder zergliedern ab. Eine Quer-Verbindung lässt sich hier zu dem ersten Hauptuntersuchungsinstrument, dem Skalpell, ziehen. Der heutigen Anatomie geht es jedoch vielmehr um das Zusammenfügen der Teile zu einem funktionierenden Ganzen.

Die Anfänge der Anatomie können bis in die Antike zurück verfolgt werden. Selbst im Mittelalter wurden noch ausschließlich tierische Präparate zu anatomischen Studien herangezogen. Sein damals berühmtester Vertreter war GALEN, der vorzugsweise Affen seziierte. Erst Mitte des 13. Jahrhunderts begann man, zunächst noch sehr zögernd, mit der anatomischen Erforschung des Menschen.

**Die Anatomie ist die erste anerkannte Naturwissenschaft.** Bereits 1543 erschien das erste umfassende Werk von VESAL, dem Leibarzt Karl V. Dennoch wurde man 47 Jahre nach Erscheinen dieses Werkes wegen „neuer Ansichten“ unweigerlich verbrannt (wie Giordano Bruno) und 90 Jahre später musste man noch abschwören (so auch Galilei). Vom 16. bis 18. Jahrhundert war die Anatomie die Naturwissenschaft vom Menschen schlechthin.

Der Arzt studierte damals vier Hauptfächer:

Anatomie,  
Chirurgie,  
innere Medizin und  
Botanik.

Im 19. Jahrhundert verselbständigten sich in rascher Folge dann Teilgebiete der Anatomie, so wurde aus der vergleichenden Anatomie von Mensch und Tier ein Teil der Zoologie.

Am prägnantesten war die Unterscheidung am gesunden Menschen in ANATOMIE und PHYSIOLOGIE. **Physiologie** bedeutet wörtlich übersetzt „die Lehre vom Menschen.“ Sie **befasst sich im Wesentlichen mit den Lebensvorgängen**, z.B. Kreislauf, Atmung und Verdauung.

Für die „alte Anatomie“ blieb damit nur die Untersuchung des Baues und der Strukturgesetzmäßigkeiten des Körpers übrig. Aber auch hier wurde die Anatomie eingeschränkt durch die Abspaltung der Anthropologie. Dies bedeutet wörtlich ebenfalls „die Lehre vom Menschen“ und befasst sich mit den unterschiedlichen Rassen und Konstitutionstypen. In letzter Zeit sind die scharfen Grenzen dieser Forschungsgebiete jedoch wieder fließend.

Die Anatomie ist heute nicht nur eine beschreibende Wissenschaft, sondern sieht **die Form und Funktion in Wechselwirkung** (= funktionelle Anatomie). Der Körper ist ein funktionelles Ganzes, bei dem die einzelnen Teile nicht ohne das Ganze zweckmäßig arbeiten können.

Das Ganze ist stets mehr als nur die Summe der Teile. So ist beispielsweise ein Gewebe mehr als die Summe der Zellen. Erst die sinnvolle Abstimmung der Funktionen dieser einzelnen Teile untereinander macht das Ganze aus.

Gemäß dem Roche Lexikon der Medizin ist „Anatomie ein zu wissenschaftlichen Zwecken medizinisches Lehrfach, das sich mit dem normalen Bau und Zustand des Körpers, seiner Gewebe (Histologie) und Organe befasst“.

## 1.2 Die Hauptbetrachtungsweisen der Anatomie

Die Hauptbetrachtungsweisen der Anatomie sind:

1. Die Bausteine:
  - Zellen (Zytologie = Zellenlehre)
  - Gewebe (Histologie = Gewebslehre)
  - Organe und Organsysteme  
(mikro- und makroskopische Anatomie)
2. Lagebezeichnung:
  - topographische Anatomie
3. Entwicklung:
  - Embryologie = Entwicklungsgeschichte

Wir befassen uns hier mit den ersten beiden Punkten, also den Bausteinen und der Lagebezeichnung.

## 1.3 Die Fachbegriffe der Anatomie

Alle Wissenschaften sind von den Sprachen des Altertums geprägt. Die offiziellen Bezeichnungen „Nomina anatomica“ sind demnach lateinisch.

Die Schreibweise weicht jedoch etwas vom klassischen Latein ab. Es ist in der Medizin üblich **das erste Wort eines „anatomischen Begriffs“ groß** zu schreiben, z.B. Arcus aortae = Aortenbogen. Doppelvokale werden weitgehend nicht mehr gebraucht. Wie „j“ gesprochenes lateinisches „i“ wird auch als „j“ geschrieben z.B. Jejunum = Teil des Dünndarms.

Die Aussprache erfolgt nach dem spätlateinischen Gebrauch, d.h. „C“ vor „e“ und „i“ wie „z“, sonst wie „k“ gesprochen z.B. Caecum = Blinddarm, gesprochen „Zäkum“.

Die größte Schwierigkeit für Nichtlateiner ist die korrekte Betonung. Viele Fehler können vermieden werden, wenn man sich merkt, dass nie die letzte, sondern immer die zweit- oder drittletzte Silbe betont wird. Die drittletzte Silbe wird nur dann betont, wenn die vorletzte Silbe kurz ist z.B. Ventriculus = Magen.

## 1.4 Die Richtungsbegriffe

Der Mensch lebt in einem dreidimensionalen Raum. Deshalb unterscheiden wir in folgende Raumrichtungen:

- oben und unten, die **Längsrichtungen**
- vorn und hinten, die **Pfeilrichtungen**
- rechts und links, die **Querrichtungen**.

Diese Richtungen sind nicht vertauschbar, gleichgültig wie wir uns auch drehen, das Hinterteil bleibt immer das Hinterteil. Da dies so ist, werden sie bei anatomischen Bezeichnungen verwendet, wie beispielsweise Ober- und Unterlappen bei der Lunge.

Wir unterscheiden folgende „anatomische Lagebezeichnungen“:

1. **Längsrichtung:** Sie ist **longitudinal** (von longitudo, der Länge).  
**Oben** entspricht **kranial** (von cranium, dem Kopf).  
**Unten** entspricht **kaudal** (von cauda, dem Schwanz).
2. **Pfeilrichtung:** Sie wird mit **sagittal** (von sagitta, dem Pfeil) bezeichnet.  
**Vorn** entspricht **ventral** (von venter, dem Bauch).  
**Hinten** entspricht **dorsal** (von dorsum, dem Rücken).
3. Richtungen der **Symmetrieebene:**  
**Seitlich** entspricht **lateral** (von latus, der Seite).  
**Zur Mitte** entspricht **medial** (von medius, mittlerer).  
**In der Mittelebene** gelegen entspricht **median**.  
**In Querrichtung** entspricht **transversal** (von transversus, quer).

## 1.5 Die Körperebenen

Im Körper unterscheiden wir **drei Hauptebenen**.

1. Die **Frontalebene**, sie ist parallel zur Stirn (frons, die Stirn).
2. Die **Transversalebene**, die Horizontalebene.
3. Die **Sagittalebene**, die Symmetrieebene.

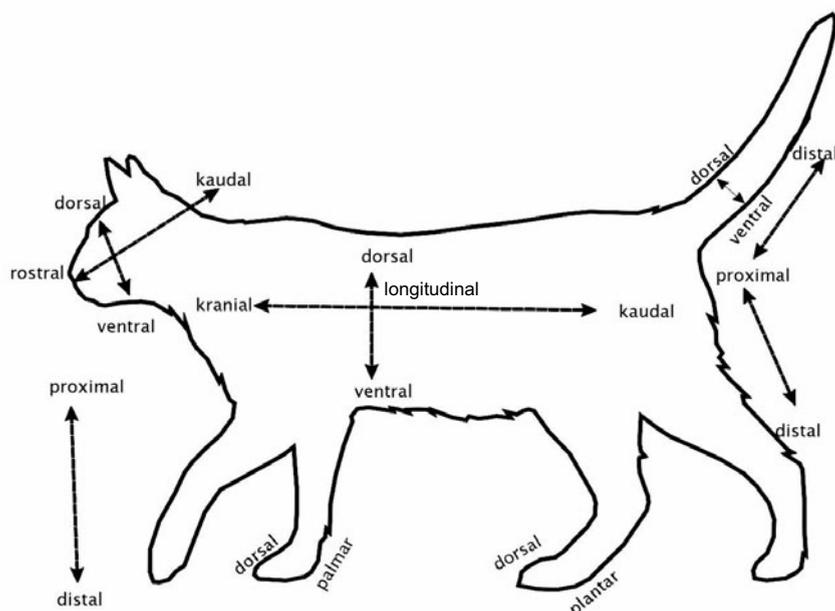
Diese Klarheit über die Richtungsbegriffe erleichtert das Verständnis der „anatomischen Bezeichnungen“ sehr!

## 1.6 Die allgemeine Einteilung der Organe der Wirbeltiere

Man kann sie nach ihrer Aufgabe in drei Gruppen unterteilen:

1. Organe, die dem Körper seine Gestalt und die Möglichkeit der Bewegung geben:  
der **BEWEGUNGSAPPARAT**.
2. Organe, die unmittelbar der Lebens- und Arterhaltung dienen, z.B. Organe der Verdauung, der Atmung oder des Kreislaufes:  
die **INNEREN ORGANE**.
3. Organe, die der Abgrenzung und dem Kontakt des Organismus dienen:  
die **HAUT**, die **SINNESORGANE** und das **NERVENSYSTEM**

## Richtungsbezeichnungen



## 2 Die Zelle

Die Zelle ist der Grundbaustein allen Lebens. Sie ist, je nach ihrer Aufgabe, in ihrem feineren Bau und ihrer Größe recht unterschiedlich. Sie ist die kleinste, lebensfähige biologische Einheit. Es ist ein in sich regulierendes offenes System, das mit seiner Umgebung im permanenten Stoffaustausch und in einem Fließgleichgewicht steht. Es hat einen eigenen Stoffwechsel, eine Vermehrungsfähigkeit und eine gerichtete Erregbarkeit.

Die Zelle ist aus dem lat. „Cellula“ (Kämmerchen) abgeleitet (im 17. Jahrhundert). Die Pflanzenzelle hat feste Zellwände – im Gegensatz zur Tierzelle.

Erst im 19. Jahrhundert wurde der Begriff: „Zelle“ im heutigen Sinne verwendet, nachdem man den Zellkern entdeckt hatte.

Größte Zelle: Eizelle 110 – 250  $\mu\text{m}$  (0,10 – 0,25 mm)

Kleinste Zelle: Lymphozyt 4  $\mu\text{m}$  (7 – 9 mm)

Längste Zelle: Nervenzelle mit -fortsatz bis zu 1 Meter.

### 2.1 Bestandteile der Zelle

Die Zelle besteht aus **Zellenleib (Zytoplasma)**, in das die Zellorganellen und Einschlüsse eingelagert sind, und dem **Zellkern**.

Die Zelle ist umgeben von der Zellmembran, dem Plasmalemm.

Die genaue Zellenbezeichnung erfolgt nach Gewebe, Funktion und Formabweichung, z.B. Epithelzelle oder Wanderzelle.

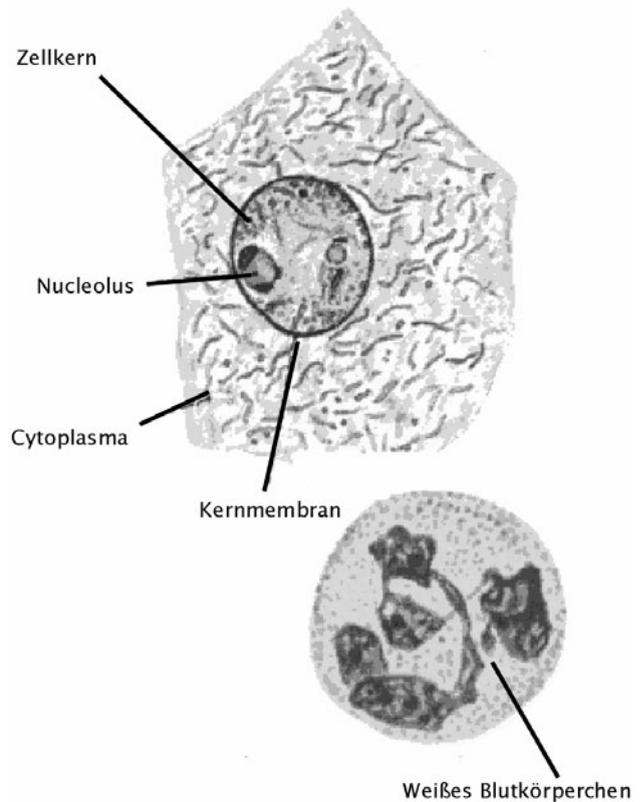
#### 2.1.1 Der Zellenleib (Zytoplasma)

Hier findet der Hauptanteil des Zellstoffwechsels, des Energieumsatzes und die Zellatmung statt. Das Zytoplasma wird von einer Zellmembran, dem „Plasmalemm“, umgeben, welche die Grenze zu den Nachbarzellen ist.

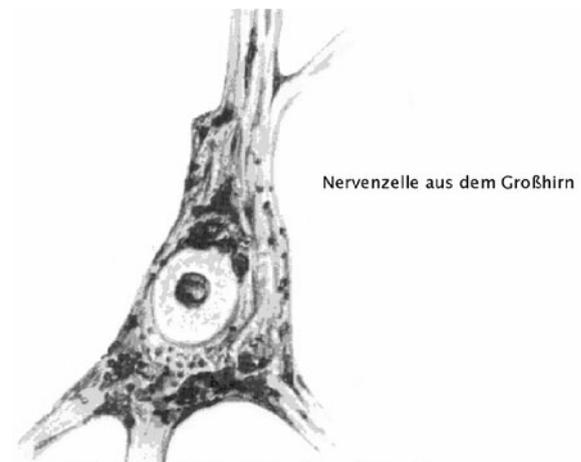
Das Zytoplasma lässt sich grob untergliedern in:

- A. Die **Zellorganellen**: Raus und glattes endoplasmatisches Retikulum (Ergastolplasma), Golgi-Apparat (gesprochen „Goldschi“), Ribosomen, Mitochondrien, Zentralkörperchen (Zentriol) und Kinetosomen, Lysosomen, Zytosomen, Microbodies, Filamente und Tubuli.
- B. Die „**Berufsstrukturen**“, die Muskelfasern (Myofibrillen) und Nervenfasern (Neurofibrillen)
- C. Die **tote Einlegungen**, die Sekrete, Pigmente (z.B. Blutfarbstoff), Fette ...
- D. Das **Grundplasma** (Hyaloplasma)
- E. Die **Zellmembran** (Plasmalemm)

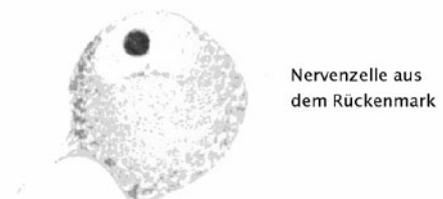
### Zellformen unter dem Lichtmikroskop



nach Lippert, 1983



Nervenzelle aus dem Großhirn



Nervenzelle aus dem Rückenmark

nach Lippert, 1983

### Die Zellorganellen

Sie bestehen aus dem Zellkern, den Mitochondrien, Lysosomen, Microbodies, Kinetosomen, Ribosomen, dem endoplasmatischen Retikulum, dem Golgi-Apparat, den Zentriolen, Mikrotubuli und den paraplastischen Einschlüssen (tote Stoffe, z.B. Salze oder Fette).

**Mitochondrien** sehen stab- bis kugelförmig aus.

Sie bestehen aus einem komplizierten Membransystem und kommen in allen Zellen, mit Ausnahme der reifen roten Blutkörperchen, vor. Sie enthalten die Enzyme für die Verbrennungsvorgänge in der Zelle. Sie sind somit für den Betriebsstoffwechsel der Zelle unentbehrlich, weswegen man sie auch die „Kraftwerke“ der Zelle nennt.

Sie haben eine Sonderstellung in den Organellen, da sie weitgehend autonom sind und ähnlich einer Symbiose innerhalb der Zelle leben.

**Lysosomen** haben eine runde oder ovale Form. Sie werden vom Golgi-Apparat gebildet. Sie arbeiten als interzelluläres Verdauungssystem von Kernsäuren. Sie enthalten hydrolastische Enzyme, z.B. Lipasen, die bei saurem pH-Wert wirksam sind.

**Microbodies** (Polysome) sind runde oder ovale, fein gekörnte Zellkörper. Sie enthalten Peroxidasen, welche eine Gruppe von Häminenzymen sind.

**Endoplasmatisches Retikulum (ER) und der Golgi-Apparat** bilden ein miteinander kommunizierendes Membransystem aus kleinen Säckchen oder Schläuchen. Sie dienen dem Transport und der Synthese von Proteinen, Lipiden und komplexen Kohlenhydraten.

Es werden zwei Formen von ER unterschieden:

1. **Raues, granuläres ER.** Es besitzt zahlreiche Ribosomen an der äußeren Membran und ist häufig in Zellen mit hohem Proteinsyntheseanteil zu finden.
2. **Glattes ER.** Es besteht aus Tubuli, die an der Oberfläche glatt sind, da sie keine Ribosomen enthalten. Die im ER enthaltenen Enzyme sorgen für die Zellentgiftung. Sie sind vorwiegend in Zellen mit hohem Lipidstoffwechselanteil, wie beispielsweise in den Leberzellen enthalten.

Der **Golgi-Apparat** besteht aus scheibenförmigen Membransäckchen, die sich zu Golgi-Feldern anordnen. Er kommt vorwiegend in Kernnähe vor und ist besonders in den Drüsenzellen gut ausgeprägt.

Er dient der Endsynthese, Weiterverarbeitung und dem interzellulären Transport von Makromolekülen aus dem glatten ER. In den Drüsenzellen arbeitet der Golgi-Apparat als Stapelorgan für die Sekrete.

Die **Zentriolen** (Zentralkörperchen) befinden sich meist paarig neben dem Golgi-Apparat. Sie bilden das Zytozentrum der Zelle und bestimmen deren Polarität.

Vor der Zellteilung verdoppeln sich die Zentriolen. Sie steuern dann die Ausbildung des Spindelapparates während der Zellteilung.

**Die Mikrotubuli** sind das submikroskopische Röhrensystem, d.h. sie sind nur unter dem Ultramikroskop und nicht mit dem Lichtmikroskop sichtbar. Sie haben wahrscheinlich eine Skelettfunktion im Zellplasma.

### Die Berufsstrukturen

**Myofibrillen sind die Muskelfibrillen.** Es sind lichtmikroskopisch erkennbare Grundelemente der Muskelzelle und -faser. Sie bestehen aus einem längsgeordneten kontraktilen Protein. Die einachsigen Myofibrillen sind doppellichtbrechend, daher erscheinen sie „glatt“ und nicht gebündelt.

Die quergestreiften besitzen helle und dunkle gebündelte Streifen.

**Neurofibrillen sind Fäserchen der Nervenzelle.** Im Zellenleib überkreuzen sie sich und in den Zellfortsätzen laufen sie parallel.

## 2.1.2 Der Zellkern

Der Zellkern „Nukleus“ tritt in allen Körperzellen mit Ausnahme der reifen roten Blutkörperchen auf.

Er besteht aus:

- dem Chromatin bzw. den **Chromosomen**,
- dem **Kernkörperchen** (Nukleus),
- dem **Kernsaft** (Karyolymphe) und
- der **Kernmembran** mit dem Kernmembranspalt.

Der Zellkern ist das größte Zellorganell (Organell bedeutet, ein abgegrenzter Raum von charakteristischem Bau und ebensolcher Funktion) und er ist Träger der Erbsubstanz. Diese ist in den DNA (Desoxiribonukleinsäuren) der Chromosomen enthalten. Die Chromosomen werden bei der Zellteilung sichtbar. Sie kommen beim Tier, beim Menschen und bei den höheren Pflanzen jeweils paarförmig vor – mit Ausnahme der Geschlechtszellen, wo sie nur einmalig vorkommen.

Die Chromosomen sind in Form einer Doppelhelix aufgereiht.

Der Zellkern besteht aus einem Zellkörperchen, dem Nukleus oder auch Karyon genannt. Er besteht zu 75% aus Proteinen. Er liegt frei im Kernplasma (Karyoplasma). Dies bedeutet, dass er keine eigene Hülle besitzt. Das Kernplasma wird von einer zweischichtigen Kernhülle umschlossen. Diese wird von zahlreichen Kernporen durchsetzt, die den Stoffaustausch zwischen Kernplasma und Zytoplasma gewährleisten.

### 2.1.3 Die Zellmembran „Plasmalemm“

Sie umschließt jede tierische Zelle. Sie dient der Aufrechterhaltung des inneren Milieus, ist elastisch und verformbar aber lichtmikroskopisch nicht erfassbar.

Sie besteht aus :

- einer **Lipid-Doppelschicht** mit einem wasseranziehenden (hydrophilen) Teil und zwei wasserabweisenden (hydrophoben) Kohlenwasserstoffketten.
- eingebauten **Membranproteinen** (Transportproteine, Enzyme, spezifische Rezeptorproteine)
- oberflächlichen **Membranpolysacchariden** (Mehrfachzucker), Glykalix. Glykalix besitzt Rezeptoren zur Aufnahme von chemischen Signalstoffen (Hormone) und zur Erkennung von körpereigenen und körperfremden Stoffen.

#### Spezifische Ausbildungen der Zellmembran:

**Mikrovilli** sind die Bürstensäume, die auf ihrer Oberfläche eine Glykokalix tragen. Diese dienen der Resorption z.B. im Dünndarm oder in der Gallenblase.

**Kinozilien** sind die beweglichen Zellfortsätze z.B. in den Atemwegen, dort nennt man sie respiratorisches Epithel oder in den Eierstöcken werden sie auch Flimmersaum genannt. Kinozilien haben die Aufgabe Stoffe oder Zellen zu transportieren.

**Stereozilien** sind lange, mikrovilliartige Zellausläufer ohne tubuläre Innenstruktur.

Sie dienen der Oberflächenvergrößerung und sind an Sekretions- und Resorptionsprozessen beteiligt (wie beispielsweise beim Nebenhodengang).

Verbindungen zwischen benachbarten Zellen:

- **Desmosomen** sind scheibenförmige Haftplatten. Sie dienen der Verdichtung der Oberflächenmembran.
- **Schlussleisten** sind an den apikalen Abschnitten (apikal, an der Spitze) oberflächlicher Deckzellen ausgebildet. Sie bilden eine wichtige Stoffwechselbarriere.
- **Nexus** (lat. Verbindungen, Zusammenhalt) sind kleine Kanäle zu benachbarten Zellen. Durch sie findet ein direkter Austausch von Stoffen statt.

## 2.2 Der Stoffaustausch der Zelle

Manche Zellen, wie beispielsweise die weißen Blutkörperchen haben die Fähigkeit außerhalb der Zelle liegende Fremdkörper, z.B. Bakterien, zu umfließen. Dadurch werden diese Fremdstoffe in das Zellinnere **transportiert und können so weiter „verarbeitet“ werden.**

Diesen Vorgang nennt man **Phagozytose**.

Im Zellinneren verschmilzt dann der Hohlraum im Zellplasma (Vakuole) mit einem Lysosom, in welchem verschiedene Enzyme gespeichert sind. Mit Hilfe dieser Enzyme wird dann der Fremdkörper abgebaut. Die unverdaulichen Anteile werden später wieder aus der Zelle geschleust. Kann dies nicht geschehen, vergiftet sich die Zelle selbst und stirbt, es entsteht Eiter aus weißen Blutkörperchen.

## 2.3 Die indirekte Zellteilung (Mitose)

Eine Mutterzelle kann sich in zwei genetisch identische Tochterzellen teilen.

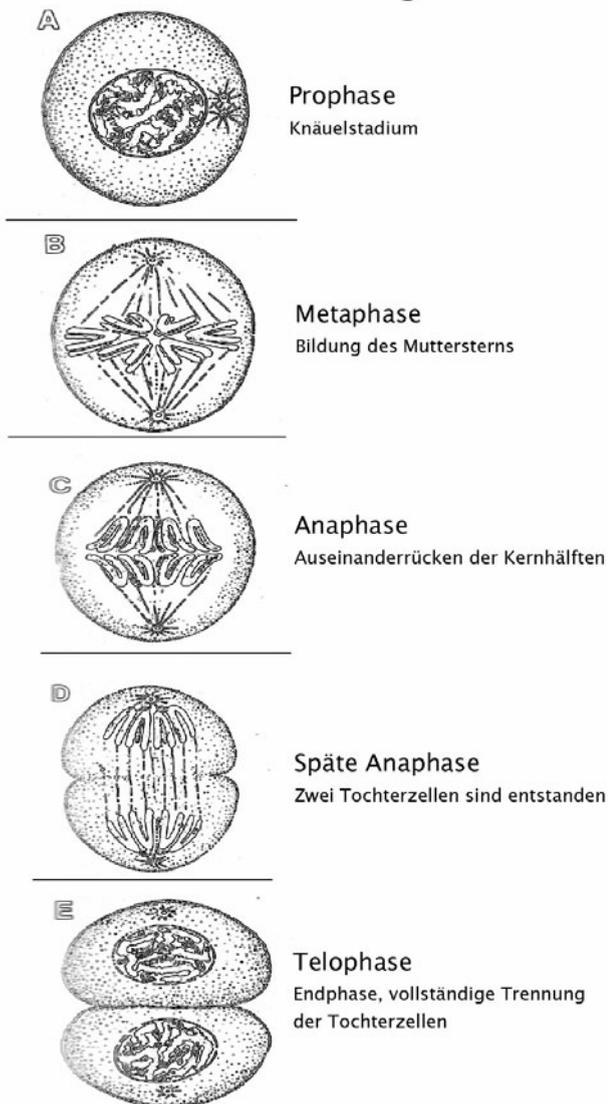
Bei der **indirekten Zellteilung** muss dabei ein kompletter Chromosomensatz der Tochterzelle mitgegeben werden. Dies bedeutet, dass der indirekten Zellteilung eine Verdoppelung des Chromosomensatzes vorausgehen muss.

Wachstum und Differenzierung im Laufe der Entwicklung des Tieres gehen mit einer enormen Zunahme der Zellenanzahl einher. Allein das in den Blutgefäßen kreisende Blut enthält etwa 25 Billionen rote Blutkörperchen. Sie sind alle aus einer befruchteten Eizelle hervorgegangen.

Der **Lebenslauf einer Zelle** lässt sich mit vier Phasen beschreiben:

1. Wachstums- oder Arbeitsphase (**G1-Phase**). Nach der Zellteilung wachsen die zwei Tochterzellen zur Größe der Mutterzelle heran und nehmen ihre Arbeit gemäß ihrem jeweiligen Bauplan auf. Diese Phase dauert bei kurzlebigen Zellen, z.B. die der Deckzellen des Darms oder bestimmter weißer Blutkörperchen, nur wenige Tage. Bei den langlebigen Zellen, z.B. den Nerven- oder Muskelzellen, dauert die G1-Phase Jahrzehnte.
2. Synthesephase (**S-Phase**). Hier wird die Zellteilung vorbereitet. Es findet eine Verdoppelung der Erbsubstanz statt. Dies dauert etwa fünf bis acht Stunden.
3. Die **G2-Phase** ist eine kurze Ruhezeit vor der eigentlichen 40- bis 60-minütigen Zellteilung.
4. Die Mitose-Phase (**Zellteilung**). Sie läuft in vier Unterphasen ab: Prophase, Metaphase, Anaphase, Telophase. Dafür wird ca. 30 bis 60 Minuten benötigt.
  - **Prophase** ist die Bildung knäuel förmiger Strukturen im Zellkern.
  - **Metaphase**, hier bildet sich der Mutterstern aus.
  - **Anaphase** ist das Auseinanderrücken der Kernhälften und der Beginn der Einschnürung des Zellleibs.
  - **Telophase** ist eine Rekonstruktionsphase, d.h. beide Tochterzellen haben sich nun endgültig getrennt.

## Die indirekte Zellteilung: Mitose



nach Lippert, 1983

## 2.4 Die Reifeteilung – Meiose

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung der Säuger kommt es während der Befruchtung zur Verschmelzung der Eizelle mit dem Spermium. Um eine Verdoppelung des Chromosomensatzes der Eizelle zu vermeiden, wird dieser zuvor halbiert. Diese Art der Teilung nennt man Reifeteilung oder auch Meiose.

Die Reifeteilung läuft in zwei Phasen ab:

1. Die **Reduktionsteilung**. Hierbei entsteht eine Keimzelle mit halbiertem Chromosomensatz, aber noch doppelter Chromosomenmenge.
2. Die **Äquationsteilung**. In ihr wird der Chromosomensatz der Keimzelle halbiert.

## 2.5 Die Wundheilung

Die Fähigkeit der Zellen durch Teilung zwei Tochterzellen zu bilden, dient nicht nur dem Wachstum, sondern auch **der Regeneration**. Hierunter versteht man die Fähigkeit verbrauchte, beschädigte oder verloren gegangene Zellen, -verbände oder Organe durch neu gebildete zu ersetzen.

Diese Fähigkeit ist nicht in jeder Zelle vorhanden. Besonders häufig ist sie in den Deck- oder Bindegewebszellen anzutreffen.

Bei Zellen, die nicht neu gebildet werden, kompensiert dies der Organismus.

Beispiele für Kompensationen sind:

- Nervenzellen. Werden sie zerstört, so übernehmen andere Nervenzellen einen Teil dieser Aufgaben.
- Muskelzellen. An Stelle abgestorbener Muskelzellen verdicken sich die Nachbarzellen und übernehmen so deren Leistungspotential.

Die Möglichkeit der **Kompensation** ist naturgemäß nur **begrenzt**. Die **Regeneration** ist hingegen **ein Leben lang** möglich.

Findet die Regeneration der gleichen Zellen über einen längeren Zeitraum statt, z. B. bei Magengeschwüren oder Strahlenbelastung der Haut, so kann die Steuerung der Zellteilung verloren gehen. Der Zellenverband wächst dann ohne Rücksicht auf den tatsächlichen Bedarf. Es entsteht ein **Geschwulst**.

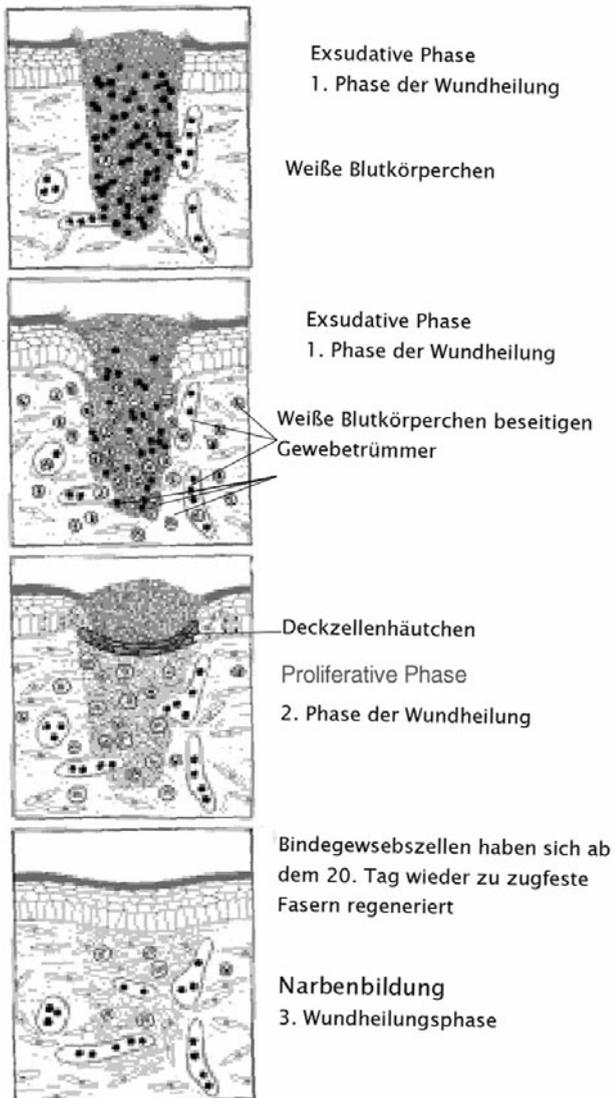
Bleiben diese Zellen in einem geschlossenen, scharf abgegrenzten Rahmen, nennt man das **Geschwulst gutartig** (z.B. viele Myome in der Gebärmutter).

Brechen die Zellen in das Nachbargewebe ein und bilden Absiedelungen (Metastasen), so nennt man das **Geschwulst bösartig** wie z.B. Krebs. Dies ist allerdings nur einer von mehreren Wegen der Krebsentstehung.

### Phasen der Wundheilung:

1. Die **exsudative Phase**: Bei Verletzung von Haargefäßen sowie kleinen Venen und Schlagadern gerinnt das ausgetretene Blut. In dieses so entstandene Blutgerinnsel wandern dann weiße Blutkörperchen (Fresszellen) ein.
2. Die **proliferale Phase**: Nun sprießen Haargefäße in das Blutgerinnsel ein. Aus Zellen der Gefäßwand gehen verschiedene Arten von Bindegewebszellen hervor, die das Blutgerinnsel durchsetzen. Auch im Deckgewebe beginnt die Zellteilung abseits der Wunde. Der Spalt wird durch ein Häutchen von Deckzellen geschlossen.
3. Die **Narbenbildung**: Ab etwa dem fünften Tag bilden die Bindegewebszellen Gitterfasern. Diese werden ab etwa dem 20. Tag in zugfeste Fasern umgewandelt. Nun ist das ursprüngliche Gerüst der Lederhaut wieder hergestellt. Auch das Deckgewebe kehrt wieder zur ursprünglichen Dicke zurück.

## Phasen der Wundheilung



## Die Wundheilungsdauer

Die Gesamtheilung der Wunde hängt von der Größe ab.

Bei Knochenbrüchen kann man jedoch einen relativ festen Verlauf prognostizieren. Die Bruchheilung dauert in der Regel bei Fingerbrüchen zwei Wochen, bei den Rippen drei Wochen, beim Schlüsselbein vier Wochen, bei Elle und Speiche fünf Wochen, bei Ober- und Wadenbein sechs Wochen, beim Schienbein sieben Wochen und beim Oberschenkel zehn Wochen.

### 3 Das Gewebe

Gleichartig differenzierte tierische Zellen können sich zu Geweben zusammenschließen. Sie können **festen Stoffe (Fasern)** oder **Körperflüssigkeiten (Blutplasma)** bilden.

Obwohl die tierischen Zellen in zahllosen Varianten in Größe und Gestalt auftreten, kann man sie alle zu nur **vier verschiedenen Gewebeformen** zusammenfassen. Dabei werden allerdings nur die Somazellen (Körperzellen) berücksichtigt; die Keimzellen, welche die Kontinuität des Lebens erhalten, bleiben hier außer Betracht.

Die vier verschiedenen Formen tierischer Gewebe sind:

1. die **Epithel- und Drüsen Gewebe**,
2. die **Stütz- und Bindegewebe**, einschließlich Blut und Speichergewebe,
3. die **Muskelgewebe** und
4. die **Nervengewebe**.

Die Gewebeformen werden nach morphologischen (gestaltlich, Form und Bau betreffend) und physiologischen (natürlichen) Eigenschaften unterschieden.

#### 3.1 Das Epithel- und Drüsen Gewebe

Die "ältesten" Gewebe sind die Epithelgewebe. Sie entstehen in der Individualentwicklung als erste Gewebeform in Gestalt der beiden Keimblätter Ektoderm und Entoderm. Die einfachsten heute lebenden Metazoen (Mehrzeller), die Schwämme, besitzen als einziges echtes Gewebe – neben einer Art Bindegewebe – nur Epithelien.

##### **Die Form der Epithelgewebe:**

Die Epithelgewebe **stellen geschlossene, meist einschichtige Zellverbände** dar. Die Interzellulärsubstanz tritt stark zurück, so dass die Zellen nahezu lückenlos, nur durch einen engen Spalt getrennt, aneinander liegen. Es bestehen jedoch regelmäßig verteilte Kontaktzonen.

Als **Deckepithelien** überziehen Epithelzellen **äußere und innere Oberflächen** des Tierorganismus.

Die Auskleidung der sekundären Leibeshöhle (Coelom) wird auch Mesothel, die der Blutgefäße, Endothel genannt.

**Morphologisch** lassen sich die Epithelgewebe nach:

- der **Zellform** und
- der **Art der Schichtung** charakterisieren.

Sehr regelmäßig sind die Epithelzellen basal von einer extrazellulären Basallamina unterlagert, die überwiegend Kollagene und Glykoproteine enthält. Für Basallamina wird oft auch der Ausdruck Basalmembran verwendet, der aus der Lichtmikroskopie stammt. Die lichtmikroskopisch erkennbare Basalmembran umfasst ein Vielfaches dessen, was unter dem Elektronenmikroskop sichtbar ist.

Auch die apikale (an der Spitze), freie Zellmembran ist immer von einer meist dünnen Schicht, vorzugsweise aus Glykoproteinen und -lipiden, überzogen.

Außerdem tragen Epithelzellen apikal vielfach Wimpern (Cilien). Sie heißen dann **Wimperepithelien**. Oder sie haben apikal feine schlauchförmige **Ausstülpungen (Mikrovilli)**. Diese Mikrovilli sind häufig auf der basalen Zelloberfläche, wodurch diese eine starke Vergrößerung der Oberfläche erfährt.

Diese Ausstülpungen bzw. Einfaltungen entstehen meist durch Verzahnungen benachbarter Zellen. Durch die Art der Anordnung der Zellen untereinander wird ihre **morphologische Polarität** deutlich. Diese entspricht auch einer **physiologischen Polarität**.

##### **Die Funktionen der Epithelgewebe:**

Deckepithelien dienen einerseits als **schützende Hülle** (z.B. außen als Epidermis), andererseits der **Aufnahme** (z.B. Darmepithelien, Kiemen, Epithelien von Nierenkanälen) oder auch **der Abgabe von Stoffen** (z. B. Nierentubuli, Kiemen, Sekretion durch Drüsen).

##### **Die Drüsen:**

Besonders differenzierte Epithelzellen sind die Drüsenzellen. Sie treten entweder **einzeln** auf, eingeordnet in einem **normalen Epithel**, oder in einer Vielzahl derartiger Zellen, dann bilden sie zusammen ein **gemeinsames Drüsenepithel**.

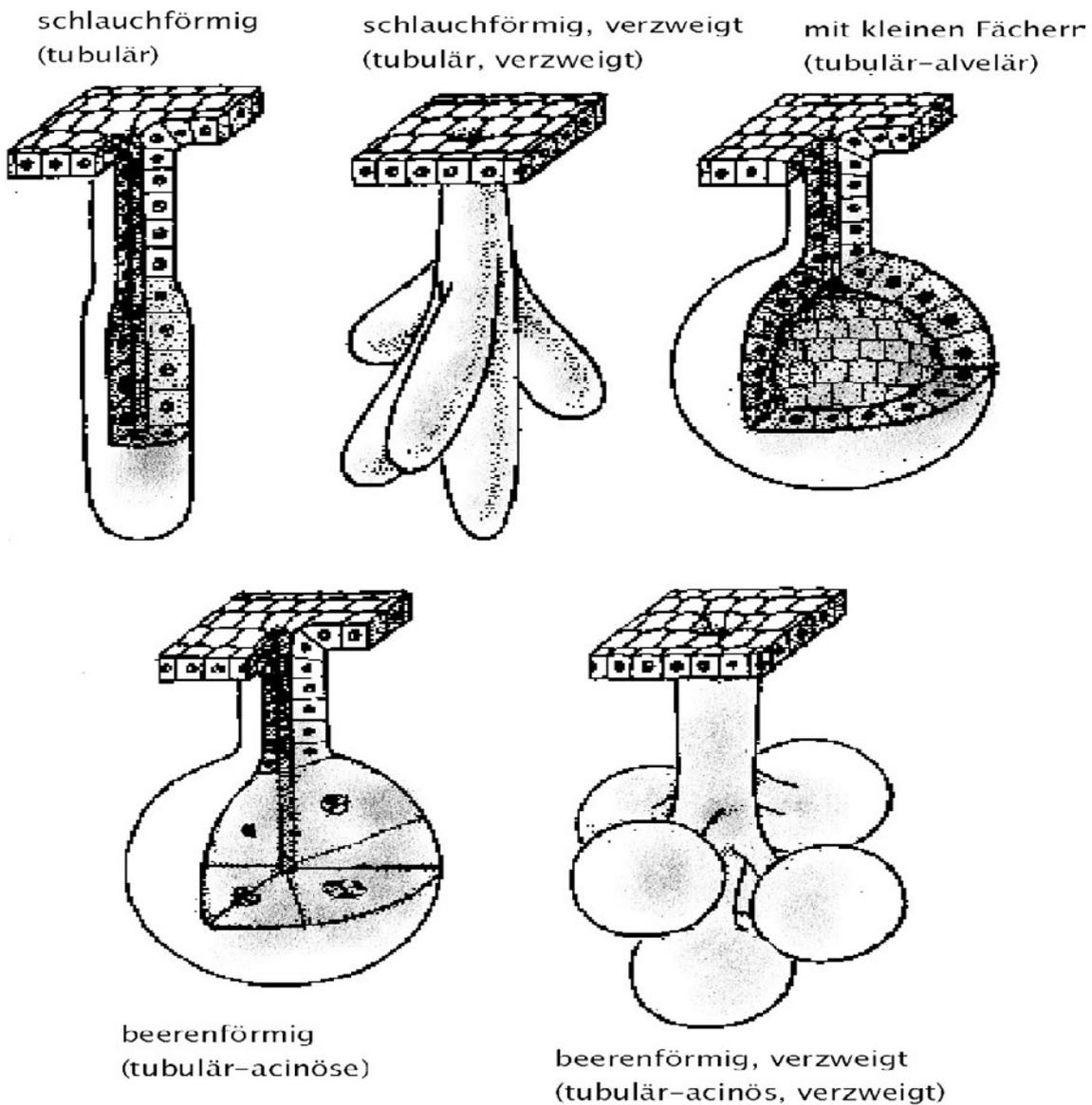
Die vielzelligen Drüsen sind meist in das darunter liegende Gewebe eingesenkt. Die Anordnung der Zellen und die Form der Drüsen können sehr unterschiedlich sein.

##### **Die Aufgabe der Drüsenzellen sind:**

- die Synthese und
- die Abgabe von Sekreten.

##### **Drüsenarten:**

- **exokrine Drüsen** – hier gelangen die Sekrete nach außen oder in die Körperhöhlräume
- **endokrine Drüsen** – hier werden die Sekrete entweder in das Blut oder in andere Körperflüssigkeiten ausgeschieden.

**Verschiedene Drüsenformen:**

nach Lippert, 1983

**Drüsenarten nach der Sekretart:**

Je nach Art der Drüsenzellen bzw. der Drüsen sind die Sekrete sehr verschiedener Natur.

Die Produktion von **Enzymen** ist charakteristisch für viele **Drüsen des Verdauungstraktes**.

Die **Speicheldrüsen** produzieren neben **Schleimstoffen** und einer **wässrigen Lösung** von Natrium-, Kalium-, Chlorid- und Hydrogencarbonat-Ionen auch eine **stärkeabbauende Amylase**.

In den **Fundusdrüsen der Magenwand** produzieren die Hauptzellen proteolytische Enzyme (**Pepsine**), die benachbarten Belegzellen hingegen sezernieren Salzsäure in hoher Konzentration.

**Andersartige Drüsen synthetisieren und sezernieren Hormone**, die an die zirkulierende Körperflüssigkeit abgegeben werden. So werden diese im Organismus verteilt, bis sie an die Orte ihrer Wirksamkeit gelangen.

**Drüsenstruktur**

Die Drüsenstruktur ist abhängig von der Produktion verschiedener Stoffe, wie beispielsweise Eiweiße, Schleim, Talg, Schweiß und deren eventueller Speicherung. Die Drüsenzellen haben deshalb eine jeweils typische, charakteristische Struktur.

Nach der Art der Abgabe der Produkte aus den Drüsenzellen unterscheidet man **drei Sekretionstypen**:

1. Die **merokrine oder ekkrine Sekretion** verläuft nach Art einer Exocytose. Hier treten Entzündungszellen oder andere, gespeicherte Stoffe, wie z.B. Enzym- oder Hormongranula aus dem Gewebe aus. Dieser Drüsentyp ist am weitesten verbreitet. Das charakteristische Merkmal ist hier, dass die Zelle dabei vollkommen "intakt" bleibt.
2. Bei der **apokrinen Sekretion** wird der mit Sekret gefüllte, apikale Zellenabschnitt abgeschnürt, wie z. B. bei der Milchdrüse. Dieser ganze Vorgang kann sich mehrfach wiederholen.
3. Bei der **holokrinen Sekretion** wird die gesamte Zelle mit ihrem Sekret aus dem Zellverband ausgestoßen, wie z. B. bei den Talgdrüsen der Säugetiere. Hier besteht die Möglichkeit, dass sie durch Zellteilungen wieder ersetzt werden können.

Die **Funktion von Epithelien** ist demnach außerordentlich mannigfaltig. Sie reicht vom mechanischen Schutz über Stoffaufnahme und -abgabe, Osmoregulation, Reizverarbeitung und vieles mehr.

**Separiertes Epithelgewebe ist nicht lebensfähig.** Es benötigt unbedingt die Versorgung von Sauerstoff und Nährstoff über das Blut.

### 3.2 Das Binde- und Stützgewebe

Das Bindegewebe besteht aus Zellen, Fasern und Grundsubstanz (Füllsubstanz).

#### Unterscheidung nach der Art und Anordnung von Fasern und Grundsubstanz:

##### 1. Faserart:

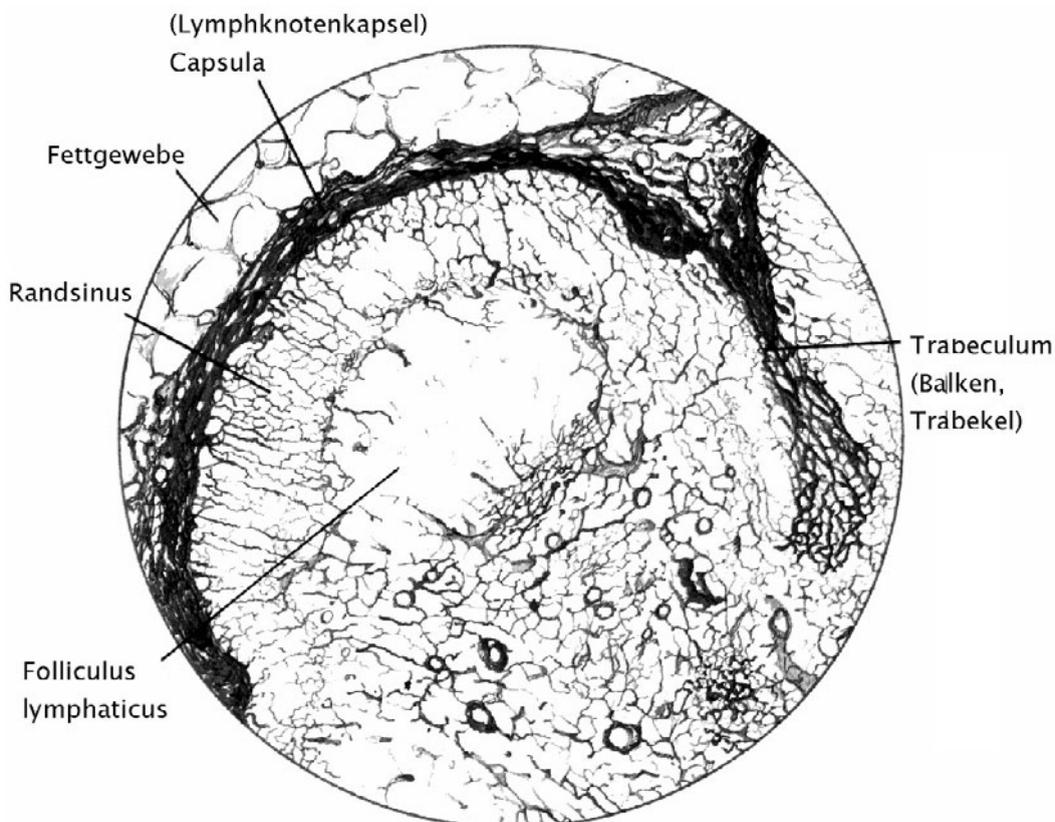
- **zugfest** – kollagenes Bindegewebe
- **zugelastisch** – elastisches Bindegewebe
- **biegungselastisch** – retikuläres Bindegewebe

##### 2. Faseranordnung:

- **lockeres, faserarmes** Bindegewebe
- **straffes, faserreiches** Bindegewebe (geflechtartig oder parallelfasrig)

##### 3. Grundsubstanz:

- **flüssig** – das ist das Bindegewebe im eigentlichen Sinne
- **fest** – dies ist das Stützgewebe. Besteht es ausschließlich aus organischer Grundsubstanz, wird es Knorpel genannt. Besteht es aus anorganischen Einlagerungen, wird es Knochen genannt.



**Abbildung:** Bindegewebe eines Lymphknotens (130 fach vergrößert) aus Lippert, Anatomie, 1983