

# Histologie



1te Auflage - 2016



# Zusammenfassung: Histologie

---

## Inhalt

Zusammenfassung: Histologie.....	I
Inhalt.....	III
DIE ZELLE .....	1
Organellen .....	1
Plasmamembran.....	2
Zellkern .....	5
Zytoplasma, Zytosol.....	6
Ribosomen.....	6
Endoplasmatisches Retikulum.....	7
Golgi-Komplex .....	8
Lysosomen.....	9
Peroxisomen = Microbodies.....	9
Mitochondrien.....	9
Exozytose und Endozytose .....	10
Exozytose.....	10
Endozytose .....	10
Membrankontakte .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Haftkontakte, Adhäsionskontakte.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Zell-Zell-Kontakte: Desmosomen (Maculae adhaerens) .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Zell-Zell-Kontakte: Zonula Adhaerentes = Gürteldesmosomen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Zell-Matrix Kontakte: Hemidesmosomen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Zell-Matrix-Kontakte: Fokale Kontakte .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Schlussleistenkomplex = junctionaler Komplex .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Verschlusskontakt: Zona occludens = Tight Junctions .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Kommunikationskontakt: Gap junctions (Nexus).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Transportmechanismen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Diffusion .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Kanäle = Proteintunneln mit hydrophilem Inneren .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Transporter = Carrier.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Pumpen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Membranpotential .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>



Differenzierung der Zelloberfläche .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Microplacae .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Mikrovilli .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Stereozilien .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Basale Falten .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Zilien und Geißeln .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Kinozilien .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Zytoskelett .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Mikrotubuli .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Intermediärfilamente .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Mikrofilamente = Aktinfilamente .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
GEWEBELEHRE .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Basalmembran .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Epithelgewebe .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Oberflächenepithelien .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Einschichtige Epithelien .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Mehrschichtige Epithelien .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Drüsenepithelien .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Lage der Drüsenzellen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Architektur der Drüsen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Seröse und muköse Drüsen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Mechanismus der Sekretabgabe .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Myoepithelzellen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Bindegewebe und Stützgewebe .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Bindegewebszellen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Ortsansässige Bindegewebszellen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Freie Bindegewebszellen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Extrazellulärmatrix .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Kollagenfasern .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Retikuläre Fasern .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Elastische Fasern .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Glykosaminoglykane, Proteoglykane .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Adhäsionsproteine .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Bindegewebsformen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Lockerer kollagenes Bindegewebe .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>



Straffes kollagenes Bindegewebe .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Retikuläres Bindegewebe .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Gallertiges Bindegewebe.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Fettgewebe.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Stützgewebe .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Knorpelgewebe .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Knochen.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Nervengewebe .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Neuron.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Synapsen.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Ruhemembranpotential und Aktionspotential .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Gliazellen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Nervenfasern.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Peripheres Nervensystem PNS.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Peripherer Nerv .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Sensorische Ganglien.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Nervenfasern und Ganglien des vegetativen Nervensystems ...	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Muskelgewebe .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Bindegewebshüllen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Skelettmuskulatur .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Herzmuskulatur .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Glatte Muskulatur .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
SPEZIELLE HISTOLOGIE .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
HAUT UND HAUTANHANGSGEBILDE.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Epidermis.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Stratum corneum (Hornschicht).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Stratum granulosum.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Stratum spinosum (Stachelzellenschicht) .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Stratum basale.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Dermis (Corium, Lederhaut).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Subcutis .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Sinnesrezeptoren der Haut .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Meissner-Tastkörperchen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Vater-Pacini-Körperchen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Merkel-zellen.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>



Hautanhangsgebilde.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Haare (Pili).....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Drüsen der Haut.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
MUNDHÖHLE.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Lippe (Labia).....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Zunge (Lingua).....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Zungenpapillen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Geschmacksknospen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Speicheldrüsen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Glandula parotidea (Ohrspeicheldrüse).....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Glandula submandibularis (Unterkieferdrüse).....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Glandula sublingualis (Unterzungendrüse).....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Zähne und Zahnentwicklung.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Aufbau.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Parodontium (Zahnhalteapparat):.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Zahnentwicklung.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
KREISLAUFORGANE.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
BLUTGEFÄßE.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Arterien und Venen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Wandaufbau: 3 Schichten (von innen nach außen).....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Arterien.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Venen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Endstrombahn (Mikrozirkulation).....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Arteriolen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Kapillare.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Postkapilläre Venolen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Lymphgefäße.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
ATMUNGSORGANE.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Obere Atemwege: Nasenhöhle.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Regio cutanea:.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Regio olfactoria:.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Regio respiratoria:.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Untere Atemwege: Trachea und Hauptbronchien.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Trachea (Luftröhre).....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Bronchialsystem.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.



Alveolen und Gasaustausch .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Blut-Luft-Schranke.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
ENDOKRINE ORGANE .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Hormone.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Hormongruppen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Regulation der Hormonsynthese und -ausschüttung .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Hormonrezeptoren.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Hypophyse (Hirnanhangsdrüse, Glandula pituitaria).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Neurohypophyse .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Adenohypophyse.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Schilddrüse (Glandula Thyroidea) .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Nebenschilddrüse (Glandula parathyroidea) .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Nebenniere (Glandula suprarenalis) .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Rinde.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Nebennierenmark (Medulla).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
HARNORGANE .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Niere .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Nierenkörperchen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Nierenkanälchen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Interstitium.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Ureter (Harnleiter).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Harnblase.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
VERDAUUNGSAPPARAT .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Wandaufbau.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Mucosa (Schleimhaut).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Tela Submucosa (Verschiebeschicht).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Muskularis .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Enterisches Nervensystem .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
SPEISERÖHRE (ÖSOPHAGUS).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
DER MAGEN (GASTER).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Magenschleimhaut.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
DÜNNDARM .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Wandaufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Schleimhautepithel.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Histologische Besonderheiten des Duodenum.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>



Charakteristika der 3 Dünndarmabschnitte .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Duodenum.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Jejunum .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Ileum.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
DICKDARM (COLON).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Charakteristika der Dickdarm-Abschnitte .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Appendix vermiformis .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Rektum und Analkanal .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
LEBER (HEPAR).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Aufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
GALLENGÄNGE UND GALLENBLASE .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Große Gallengänge.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Gallenblase .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
PANKREAS (BAUCHSPEICHELDRÜSE).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Aufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
BLUT UND BLUTBILDUNG.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Funktionen.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Zusammensetzung des Blutes .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Erythrozyten .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Leukozyten .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Hämatopoese .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
LYMPHATISCHE ORGANE.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Immunsystem.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Histologische Organisation der sekundären lymphatischen Organe .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
B-Zone .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
T-Zone.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
LYMPHKNOTEN.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Aufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Sinsusystem.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
MALT.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Tonsillen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
PEYERSCHE PLAQUE (GALT).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
MILZ.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Aufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>



Blutfluss und Blutgefäße .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
THYMUS.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Aufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
MÄNNLICHE REPRODUKTIONSORGANE.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Hoden (Testis).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Aufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Spermatogenese.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Regulation der Hodenfunktion.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Nebenhoden.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Aufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Ductus deferens (Samenleiter).....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Aufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Glandula vesiculosa .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Prostata .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Aufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Penis .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
WEIBLICHE REPRODUKTIONSORGANE.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Ovar .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Aufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Tuba uterina .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Aufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Uterus.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Aufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Zyklus des Endometriums.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Cervix uteri und Vagina .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Cervix.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Portio vaginalis cervicis und Vagina .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Plazenta .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Implantation und Entwicklung der Plazenta .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Aufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Brustdrüse .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Nicht laktierende Brustdrüse .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Laktierende Brustdrüse .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
BULBUS OCULI.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Aufbau .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>



- Die äußere Augenhaut (Tunica fibrosa bulbi) ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Mittlere Augenhaut (Uvea) ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Innere Augenhaut (Retina) ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Licht-brechende Strukturen im Bulbus ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Linse..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Glaskörper (Corpus vitreum) ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Hilfseinrichtungen des Auges ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Trändendrüse (Glandula lacrimalis) ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Augenlider (Palpebrae)..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

## DIE ZELLE

*Die Zelle ist das kleinste, selbstständig reproduktionsfähige biologische System. Alle höheren Organismen sind aus einzelnen Zellen aufgebaut.*

- **Man unterscheidet Prokaryoten und Eukaryoten**
  - **Prokaryoten:** Die Prozyten sind einfach aufgebaut und besitzen **KEINEN Zellkern**. Das Innere der Zelle ist weniger stark unterteilt., endoplasmatisches Retikulum und Zellorganellen sind NICHT vorhanden
  - **Eukaryoten:** Die Euzyten besitzen einen **von einer Membran umschlossenen Zellkern**. Das Innere der Zelle ist durch die Membranen des endoplasmatischen Retikulums in **Kompartimente** aufgeteilt. Es sind charakteristische **Zellorganellen** wie z.B. Mitochondrien vorhanden.
- In der Evolution des Lebens haben sich erst die Prokaryoten und erst nachfolgend aus diesen die Eukaryoten entwickelt:
  - **Endosymbiontentheorie:** Einige Prokaryoten haben andere Einzeller angegriffen, umschlossen und in ihr Inneres aufgenommen. Einige der **aufgenommenen Zellen** existieren als **Symbionten** im Zellinneren weiter. Im weiteren Verlauf haben sich die Symbionten zu **Zellorganellen** entwickelt, die an **spezifische Aufgaben** angepasst sind (z.B: Mitochondrium)

	<b>Prozyten</b>	<b>Euzyten</b>
<b>Zellkern</b>	Keiner	Durch Kernmembran von der übrigen Zelle abgegrenzter Zellkern
<b>Chromosomen</b>	Ein ringförmiges Bakterienchromosom	Mehr als ein Chromosom im Zellkern
<b>Zellorganellen</b>	Keine	Vorhanden
<b>Durchmesser</b>	1-5 µm	5-100 µm

### Organellen

- **Zellmembran:** Die Zelle wird von einer Zellmembran umhüllt, die den **Zelleib = Zytosom** von der äußeren Umgebung abgrenzt. Die Zellmembran ist selektiv für einzelne Stoffe durchlässig – ermöglicht somit Stoffaustausch und Abgrenzung des definierten biochemischen Milieus des Zellinneren
- **Zytoplasma:** Zellinneres zwischen der Zellmembran und dem Zellkern wird von **Zytoplasma** ausgefüllt, Verhältnis von Zellkern und Zytoplasma = Kern-Plasma-Relation, liegt zwischen 1:7 / 1:10. Das Zytoplasma enthält die Zellorganellen. Systeme von Membranen grenzen einzelnen Kompartimente des Zytoplasmas ab, sodass verschiedene Stoffwechselprozesse gleichzeitig ablaufen können
- **Zellorganellen:** erfüllen spezielle Funktionen der Zelle.
- **Zytosol:** Zytoplasma ohne Zellorganellen



1

## Plasmamembran

Die Plasmamembran bildet die **Grenze zwischen Extra- und Intrazellulärraum**. Sie ist Voraussetzung für die Lebensfähigkeit einer Zelle

### Aufbau

- **Grundstruktur: Doppelschicht** aus **amphiphilen Lipidmolekülen**: Phospholipide (Hauptanteil) und Glykolipide. **Der Bilayer ist der Grundbauplan aller biologischen Einheitsmembranen**
- **Phospholipide** bestehen aus einer hydrophilen Kopfgruppe (Phosphat und Cholin) und zwei hydrophobe Schwänze (C-Kette)
- Die amphiphilen Moleküle lagern sich mit einander zugewandten Schwänzen zu einer Doppelschicht zusammen. Die **hydrophilen Kopfregionen** zeigen zu beiden Seiten in das wässrige Milieu
- **Die Moleküle der Plasmamembran sind gegeneinander verschiebbar: Zwischen den Phospholipiden** bestehen KEINE kovalenten Atombindungen, sondern nur **schwache Anziehungskräfte** (=Van der Waals-Kräfte) = ermöglicht **laterale Diffusion**, seitliche Bewegung einzelner Moleküle
- **Differenzierung der Zelloberfläche** → Vergrößerung der Oberfläche für den Stoffaustausch durch **Mikroplicae, Mikrovilli, basale Falten**
- **Die Membranlipide und Proteine werden im endoplasmatischen Retikulum der Zelle synthetisiert und im Golgi-Apparat modifiziert**

2

### Verteilung von Proteinen und Zuckern:

- **Zucker** befinden sich NIE auf der zytoplasmatischen Seite der Membran. Sie **ragen immer nach extrazellulär** = es entsteht ein Zuckermantel, die **Glykokalix**
  - **Die Glykokalix** bildet eine Schicht verschiedener Polysaccharide, die die Außenseite der Zelle überzieht. **Zusammensetzung ist art- und zellspezifisch**. An den spezifischen Merkmalen der Glykokalix können körpereigene und körperfremde Zellen unterschieden werden - **Antigenfunktion**
- **Proteine** können auf der **Außen- und Innenseite** lokalisiert sein und/oder durch die Membran reichen. **Transportproteine** bilden Tunnel für die Durchschleusung von verschiedenen Stoffen
- Genau wie die Lipidmoleküle können die Membranproteine in der Lipidschicht umherschwimmen, es sei denn sie sind z.B. durch Anbindung an das Zytoskelett immobilisiert: **Flüssig-Mosaik-Modell der Biomembran**

### Eigenschaften

- **Laterale Diffusion** verleiht Membranen den quasi flüssigen Charakter: Fluidität
- Die **Fluidität der Membran** wird durch mehrere Faktoren beeinflusst:
  - **Temperatur**: je höher T, desto höher der Grad der Fluidität
  - **Fettsäuren**: Je kürzer und ungesättigter die Fettsäure, desto höher ist die Fluidität
    - **Sättigungsgrad**: Ungesättigte Fettsäuren bilden auf Grund der cis-Doppelbindung Knicke – diese Knicke bewirken, dass die Ketten nicht mehr eng zusammen liegen → steigert Fluidität
    - **Kettenlänge**: Je länger die Kette, desto mehr Van der Waals-Kräfte, desto stabiler der Zusammenhalt, desto geringer die Fluidität
  - **Cholesterin**: Cholesterin ist zwischen die Phospholipide eingelagert und ist für die **Stabilisierung der Membranfluidität** verantwortlich. Bei niedrigen T erhöht Cholesterin die Membranfluidität, bei hohen T, senkt Cholesterin die Membranfluidität
- Ein **Flip-Flop** = Wechsel der Membranseite eines Phospholipids findet nur sehr selten statt, es sei denn, er wird durch geeignete Enzyme = (Flipasen) katalysiert



- **Durchlässigkeit**
  - **Ionen und hydrophile Stoffe:** Können Plasmamembran NUR mit Hilfe von selektiven Kanal- und Transportproteinen durchqueren
  - **Gase und hydrophobe Stoffe:** Plasmamembran stellt KEINE Barriere dar

## Membranproteine

- Membranproteine übernehmen viele der **speziellen Aufgaben** der Zellmembran
- Proteingehalt der Membranen kann stark variieren
- **Integrale Proteine** = Transmembran- und Lipidankerproteine
  - in die Membran eingelagerte Proteine mit hydrophoben und hydrophilen Regionen
  - **Transmembranproteine** durchspannen die Lipiddoppelschicht ganz und haben daher Anschluss an die Räume zu beiden Seiten der Membran (Zytosol und Extrazellulärraum / Zytosol und Zellorganell).
  - **Funktion:** Stoffaustausch und Kommunikation zwischen Zelle und Umgebung
  - **Beispiele:** Ionenkanäle, Transporter, Pumpen, Rezeptoren, Zelladhäsionsproteine
  - **Lipidankerproteine** sind über einen kovalent gebundenen Lipidschwanz in eine der beiden Lipidlamellen integriert
  - **Funktion:** Signaltransduktion
  - **Beispiel:** G-Proteine an der Innenseite der Plasmamembran, Rab-Proteine an Vesikelmembranen verankert
- **Periphere Proteine**
  - lagern sich an der Innen oder Außenseite an
- **Glykokalix**
  - Zuckermantel auf der **Außenseite** der Plasmamembran
  - **Integraler Bestandteil der Plasmamembran**
  - **Funktion: Erkennungsstelle** für Zuckerbindende Proteine (Lektine)
  - Die Glykokalix verleiht der **Zelloberfläche** auf Grund der zahlreichen anionischen Reste **Negativladung**
- **Aufgaben der Membranproteine**
  - **Verbindung zu Zytoskelett und extrazellulärer Matrix**
  - **Transport:** selektiv durchlässige Kanäle für bestimmte Substanzen
  - **Enzymaktivität:** Membranproteine können als Enzyme fungieren
  - **Signalübertragung:** einige Proteine fungieren als ligandenabhängige Rezeptoren. Die Bindung des Botenstoffes an der Rezeptorstelle löst Konformationsänderung aus, durch die die Information ins Innere der Zelle übermittelt wird
  - **Zellerkennung:** Einige Glykoproteine dienen als spezifische Merkmale, die von anderen Zellen erkannt werden
  - **Zellverbindung:** Benachbarte Zellen können sich durch Interaktion ihrer Transmembranproteine auf verschiedene Arten aneinander heften

## Zellkern

*Im Zellkern befindet sich die **genetische Information der Zelle**. Dort ist die **Hauptmenge der DNA lokalisiert**. Außerhalb des Zellkerns ist die DNA nur noch in den Mitochondrien zu finden. Im Zellkern finden die **Replikation** und die **Transkription der DNA** statt.*

- Durchmesser von ca. 5  $\mu\text{m}$
- **Karyoplasma**: Inhalt des Zellkerns
- **Kernhülle**:
  - trennt das Kerninnere vom Zytoplasma, **Doppelmembran**
  - **äußere Kernmembran** geht in das Membransystem des endoplasmatischen Retikulums (ER) über – wie die Membran des rauen endoplasmatischen Retikulums (rER) mit Ribosomen besetzt)
  - Kernhülle weist **Kernporen** auf, an deren Rändern die innere und die äußere Kernmembran ineinander über gehen. Bildung der Kernporen erfolgt durch Proteinkomplexe. Über die Kernporen können kleine, wasserlösliche Stoffe zwischen Zytoplasma und Karyoplasma ausgetauscht werden. Für Makromoleküle existieren selektive, aktive Transportmechanismen
  - **Perinuklearzisterne**: Zwischenraum der Kernmembranen
- **Kernlamina**: Geflecht von Proteinfasern (Intermediärfilamente) an der Innenseite der Kernhülle, die dem Zellkern stabile Gestalt verleiht
- Der Kern enthält fast das gesamte genetische Material der Zelle in Form von **Chromosomen**. Inaktive DNS wird um **Histone** gewickelt und liegt komprimiert vor
- **Nukleosom**: Einheit eines Histonkomplexes mit umschlingender DNA

## Transport

- **Enzyme zur Nukleinbiosynthese** (z.B: DNA- und RNA Polymerasen) werden **IN den Kern** transportiert
- **AUS dem Kern** transportiert werden **RNAs (mRNA, tRNA, rRNA)** und **neu gebildete Ribosomuntereinheiten** transportiert

*Da die **Ribosomen außerhalb des Kerns fertig gestellt** werden, **trennt die Kernhülle die aufeinander folgenden Prozesse Transkription (RNA-Synthese im Kern) und Translation (Proteinbiosynthese an den Ribosomen im Zytoplasma) räumlich voneinander**. Diese räumliche Trennung ermöglicht eine **posttranskriptionelle Modifizierung der anaerfertigten RNA**.*

## Nucleolus

- = **Kernkörperchen im Zellkern**
- **Besitzt keine eigene Membranhülle**, enthält große DNA Schleifen und bildet sich an charakteristischen Stellen der Chromosomen.
- Abhängig von Organismenart und dem Entwicklungsstadium der Zelle können mehrere Nucleoli existieren



- **Funktion:** Im Nucleolus wird ribosomale RNA mit hoher Geschwindigkeit transkribiert. Die gebildete rRNA wird mit aus dem Zytoplasma kommenden ribosomalen Proteinen zu Vorstufen und Untereinheiten der Ribosomen assoziiert.

## Chromatin

- Im Inneren des Zellkerns ist die DNA in Form der Chromatins organisiert.
- Chromatin besteht aus der DNA und den darin eingelagerten basischen Proteinen = Histonen
  - **Euchromatin:** locker verteilt, weitgehend entspiralisiert = **Arbeitsform**. Erbinformation des Genoms wird transkribiert
  - **Heterochromatin:** dicht gepackt, spiralisiert = inaktives Genmaterial, **Teilungsform**. Bei Wechsel von der Arbeitsform zur Teilungsform nimmt der Anteil des Heterochromatins zu.

## Zytoplasma, Zytosol

- **Zytoplasma** = füllt Raum zwischen dem Zellkern und der Zellmembran, enthält **Zellorganellen** und die Bausteine des Zytoskeletts
- **Zytosol:** Zytoplasma ohne Organellen und Zytoskelett, 55% des gesamten Zellvolumens, halbflüssige, gelatineartige Masse
- **Funktionen:**
  - Im Zytosol findet ein großer Teil des **Zellstoffwechsels** statt
    - (z.B. Glykolyse, Glykogenstoffwechsel, Pentose-p-Weg, Cholesterin Biosynthese, Fettsäurebiosynthese, TAG-Synthese...)
  - Auch der **Abbau von Proteinen** findet im Zytosol statt: Markierung der nicht mehr benötigten Proteine mit Ubiquitin, Erkennung und Abbau durch Proteasomen (= Proteinkomplexe mit tonnenförmiger Gestalt)
- **Caspasen:** spezifische Proteasen des Zytosols, die nach Aktivierung zu Apoptose (=programmierter Zelltod) führen. Freisetzung von Cytochrom c aus den Mitochondrien ist charakteristisch für die Apoptose
- **Proteasom:** kontrollierte, intrazelluläre Proteolyse überalterter oder fehlgefalteter Proteine. Markerprotein: Ubiquitin

## Ribosomen

- = **Körperchen aus ribosomaler RNA und Proteinen**, wichtigste nicht membranöse Zellorganelle
- **Funktion: Proteinbiosynthese.** Der **Basencode** der mRNA wird in die **Aminosäuresequenz** der Proteine übersetzt (**TRANSLATION**)
- In jeder Zelle finden sich 1-2 Millionen Ribosomen
- **Aufbau:** 2 Untereinheiten, 60-S und 40-S Untereinheit bilden die 80-S-Ribosomen der Eukaryontenzelle (nicht additiv!). Beide Untereinheiten der Ribosomen der Eukaryonten werden in den Nucleoli gebildet

- **Freie Ribosomen:**
  - sind frei im Zytoplasma verteilt
  - Proteine für die Mitochondrien, die Peroxisomen und das Zytoplasma selbst werden an freien Ribosomen synthetisiert
  - Die an freien Ribosomen gebildeten Proteine werden i.d.R. in der Zelle selbst benötigt, z.B: als Enzyme, die im Zytoplasma Stoffwechselfvorgänge katalysieren
- **Membrangebundene Ribosomen:**
  - sind an die Außenseite des rER oder der Kernmembran gebunden
  - Proteine für das ER, Glogi-Apparat, Lysosome, Zellemembran und den Export bestimmt sind, werden an den membrangebundenen Ribosomen hergestellt
  - Die membrangebundenen Ribosomen synthetisieren Proteine für den Einbau in Membranen und Zellorganellen. Hier werden auch sekretorische Proteine gebildet, die später in Vesikel verpackt und aus der Zelle geschleust werden

## Endoplasmatisches Retikulum

- = **Membransystem**, das das Zytosol der Zelle durchzieht und in **Stoffwechselkompartimente** abgrenzt
- **Funktion:** Bildung der **Kompartimente**, **Kanalsystem** für den intrazellulären Transport und **Reservoir** für den **Auf- und Abbau von Membranen**
- Besonders dicke Lagen des ER treten vorwiegend in sehr stoffwechselaktiven Zellen auf

## Raues Endoplasmatisches Retikulum rER

- An der **Außenseite mit Ribosomen besetzt**
- **Funktion: Produktion von Membranproteinen, Sekretischen Proteinen, Lysosomalen Proteinen und exportablen Proteinen**, die von der Zelle sezerniert werden
- Die Entscheidung, welche Proteine an Freien Ribosomen und welche am rER synthetisiert werden sollen, wird über **Signalpeptide** entschieden, die das N-terminale Ende der Peptidkette eines Proteins markieren
  - (Z.B. N-Glykosylierung bedeutet, dass Seitenketten der AS Asparagin im ER modifiziert werden. Bei der O-Glykosylierung (Serin, Threonin) findet die Glykolisierung erst im Golgi-Apparat statt)

## Glattes Endoplasmatisches Retikulum sER

- Trägt **KEINE** Ribosomen an der Außenseite
- **Funktion:** Beteiligung an einer Vielzahl von Stoffwechselfvorgängen
  - **Synthese von Phospholipiden**
  - **Synthese der Steriodhormone** (Sexualhormone, Steroide der Nebennierenrinde)
  - **Biotransformation /Detoxifikation:** Cytochrom-p-450 als typisches Enzym de glatten ER in Leberzellen
  - **Ca<sup>2+</sup> Speicherung**
  - **Glukoneogenese**



## Golgi-Komplex

- **Aufbau:** abgeflachte, durch Membranen begrenzte Hohlräume
- **Dictyosom:** 5-10 flache Zisternen bilden eine Stapel = Dictyosom. Jede Zisterne ist von einer eigenen Membran umschlossen. Es lässt sich eine cis-(Bildungsseite) und eine trans- Seite (Abgabeseite) unterscheiden. Mit der cis-Seite ist das Dictyosom dem ER oder dem Zellkern zugewandt
- **Funktion: Modifikation von Proteinen** und Lipiden aus dem ER und **Synthese** von **Glykolipiden und Polysachariden**
- **Vorgang:**
  - Stoffgefüllte **Vesikel schnüren sich vom ER** ab und verschmelzen mit dem **cis-Netzwerk des Golgi-Komplexes.**
  - **Modifikation** der Produkte des ER
    - **Glykolysierung, Sulfatierung, Abspaltung von Polypeptidketten, Markieunrg lysosomaler Proteine mit Mannose-6-Phosphat (M6P)**
  - Weiterleitung zu den Mittelzisternen und schließlich zum trans-Netzwerk erfolgt ebenfalls über Vesikel
  - Auf der **trans-Seite** schnüren sich mit den **modifizierten Stoffen gefüllte Vesikel** ab, und wandern zu **verschiedenen Bestimmungsorten**

3

## Lysosomen

- **Bildung:** Lysosomen sind **Membranvesikel**, die aus dem **Dictyosomen des Golgi-Apparats** entstehen. Im Inneren enthalten sie zahlreiche membrangebundene oder freie Enzyme.
- **Funktion: Verdauung von Makromolekülen** aus zelleigenem und extrazellulärem Material
- **Enzyme:** 50 verschiedene Enzyme nachgewiesen, hauptsächlich Hydrolasen. Leitenzym: saure Phosphatase. Die **Enzyme werden im rER gebildet** und auf dem Weg durch den Golgi-Apparat **modifiziert und mit Mannose-5-Phosphat markiert** → gezielte Zuführung zu den Lysosomen. Verdauungsenzyme der Lysosomen arbeiten unter **sauren Bedingungen** bei einem pH-wert zwischen 4,5 und 5
  - **Autolysosomen:** verdauen von der Zelle selbst gebildetes Material. Das Lysosom umschließt ein anderes Organell oder einen Teil des Zytosols.
  - **Heterolysosomen** verdauen zellfremdes Material. Wichtiger Schritt in der Infektabwehr!
- Stoffe, die nicht vollständig verdaut werden können, werden eingelagert. = Residualkörper. **Residualkörper** können zur Zellmembran wandern und die Zelle durch Exozytose verlassen.

## Peroxisomen = Microbodies

- **Kleine, kugelförmige Zellorganellen**, die von 1 Membran umgeben sind, Lebensdauer mehrere Tage (Abbau durch Verschmelzung mit Lysosomen oder durch Selbstauflösung)
- **Bildung:** von **Teilen des rER, Reifung und Vergrößerung im Zytoplasma** durch die Aufnahme von Proteinen und Lipiden aus dem Zytosol. Vermehrung durch Teilung/Abknospung
- **Vorkommen:** in allen **kernhaltigen Zellen**, die Lipide und/oder Steroidhormone produzieren, metabolisieren, speichern. Besonders zahlreich in Leber und Niere
- **Funktion: Bildung und Spaltung von Wasserstoffperoxid, Abbau von langkettigen Fettsäuren und komplexer Lipide** (z.B. Prostaglandine und Leukotriene), Abbau von Alkohol und anderen organischen Schadstoffen in der Leber
- Das im Stoffwechsel der Peroxisomen gebildete **Wasserstoffperoxid** ist ein extremes Zellgift. Die Peroxisomen enthalten die **Katalase**, mit der das Wasserstoffperoxid wieder zu **Wasser und Sauerstoff** abgebaut wird.

## Mitochondrien

- **Länglich-ovale Zellorganellen** mit einer Größe von 1-5  $\mu\text{m}$ , besitzen eigene DNA, RNAs und Ribosomen. **DOPPELTE MEMBRAN!** → Endosymbiontentheorie!
- **Vorkommen:** in allen tierischen Zellen außer den Erythrozyten
- **Funktion:** Kraftwerke der Zelle - Bereitstellung von Energie; Stoffwechselprozesse (Citratzyklus, Atmungskette..)

## Typ

- Nach Form der Innenmembran lassen sich die Mitochondrien unterscheiden:
- **Crista Typ:** dünne, leistenförmige Einstülpungen. (**Häufigster Typ**)
- **Tubulus Typ:** weite, schraubenförmige Einstülpungen. (Vorkommen nur in Steroidhormonproduzierenden Zellen = **Nebennierenrinde, Ovar, Hoden**)



- **Sacculus Typ:** sackförmige Einstülpungen. (Vorkommen: nur in den Zellen der **Zona fasciculata der Nebennierenrinde**)

### Doppelmembran

- Innen- und Außenmembran der Mitos schaffen **2 getrennte Stoffwechselkompartimente:** innerer Matrixraum und der enge Intermembranraum
- Die **äußere Membran ist weitgehend stoffdurchlässig und glatt.** Sie enthält viele Moleküle des Transportproteins Porin
- Die **Innenmembran** enthält große Mengen des Lipids Cardiolipin und ist **stark gefaltet.** Sie ist besonders undurchlässig. Der Stoffaustausch durch die Innenmembran ist nur über spezielle **Transportmechanismen** möglich

### Lokalisation Stoffwechselprozesse

- **Innenseite** der inneren Membran: Multienzymkomplex der Atmungskette + ATP-Synthase
- **Matrixraum:** Citratzyklus,  $\beta$ -Oxidase

### Exozytose und Endozytose

#### Exozytose

- **Funktion:** Makromoleküle werden AUS der Zelle ausgeschleust, indem Vesikel mit der Plasmamembran verschmelzen
- Die Integration der Vesikel in die Zellmembran vergrößert deren Oberfläche.  
Membranverluste durch die Endozytose werden ausgeglichen
  - **Konstitutive Exozytose:** ständiger Fluss von Vesikeln aus dem trans-Netzwerk des Golgi-Apparats zur Zellmembran. Es werden **kontinuierlich Proteine ausgeschleust**
  - **Regulierte Exozytose:** auf die Sekretion spezialisierte Zellen. In der Nähe der Zellmembran sammeln sich sekretorische Vesikel an. **Erst auf ein Signal hin wird der Inhalt nach außen abgegeben. Indizierung durch Annexine** (=Kalzium-bindende Proteine, deren Bindung an die membranoberfläche durch  $\text{Ca}^{2+}$  ausgelöst wird.

#### Endozytose

- **Funktion:** Durch die Endozytose nimmt eine Zelle Makromoleküle oder größere Partikel auf = umgekehrte Exozytose
- Die Endozytose beginnt mit einer Einstülpung der Plasmamembran. Es bildet sich eine immer tiefere Grube, Abschnürung eines Vesikels, der in das Zellinnere wandert = **Endosom**

## Rezeptorvermittelte Endozytose

- Bestimmte Stoffe werden **selektiv** und in einer **hohen Konzentration** von der Zelle aufgenommen
1. An der **Oberfläche der Zelle** befinden sich stoffspezifische **Rezeptorproteine**, an denen der aufzunehmende Stoff selektiv als Ligand bindet
  2. Auf der **Innenseite der Plasmamembran** lagert sich **Clathrin** an = Trimer, Form eines Dreibeins
  3. Die Plasmamembran deltet sich ein, es bilden sich **Coated pits** = Stachesaumgruben
  4. Wenn sich das **Endosom nach innen abschnürt**, wird die Innenseite der Zellmembran zur Außenseite des Endosoms. Das Äußere des Vesikels ist mit Geflecht aus Clathrin überzogen = **Coated Vesicles**
  5. Vesikel verlieren später ihre Ummantelung
- **Beispiele: Cholesterin (LDL-Rezeptor) , Eisen (Transferrin-Rezeptor), Influenzaviren**

## Pinozytose:

- **Unspezifische Aufnahme** extrazellulärer Flüssigkeit und der darin gelösten Substanzen

## Phagozytose

- **Aufnahme von Partikeln (=festen Stoffen) in die Zelle.** Spielt wichtige Rolle bei der Abwehr von Bakterien und der Beseitigung von Fremdstoffen
- **Anwendung: amöboid bewegliche Fresszellen (Makrophagen, Monozyten und Granulozyten)**

