

Technik

Licht - & Fluoreszenzmikroskopie

- ↳ Fluoreszenz- und konfokale Laser-Scanning-Mikroskopie in Kombination mit Bildverarbeitung
- Auflösungsgrenze 200 nm → neue Entdeckungen in Interaktion von Zellstrukturen

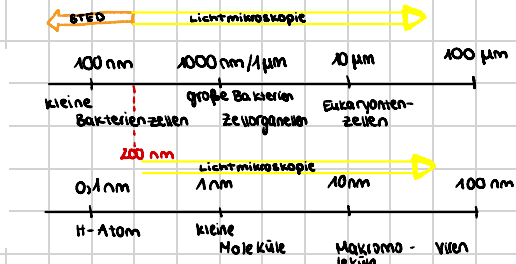
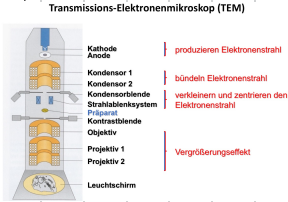
Nano Mikroskopie (STED)

↳ Stimulated Emission Depletion

- ↳ < 200 nm → neue Entdeckungen in unterschiedl. molekularen Vorgängen in Normal und Krebszellen

Elektronenmikroskopie

→ bis 0,1 nm



Rasterkraftmikroskop

→ oberflächenanalytisch → durch mechanische Abtastung Erkennung Strukturen im Nanometerbereich

Zentrifugation

- ↳ Isolation von Blutzellen und Anreicherung von subzellulären Strukturen

Automatisierte Kettenreaktion - PCR-Technologie:

- ↳ Synthese + Vervielfachung von DNA-Moleküle

DNA-Analytik

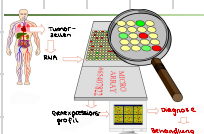
- ↳ Trennung der DNA-Fragmente im elektrischen Feld mittels Gelelektrophorese

Zellbiologie

DNA-Sequenzierung

- ↳ Entschlüsselung des kompletten menschl. Genoms

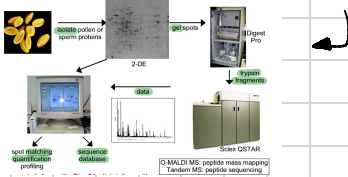
Mikro - Arrays



Omics-Technologien:

- ↳ Sequenzierung + Identifizierung von genetischem Material, der Genexpression, Proteinausstattung und Metabolite-Ausstattung von Zellen/Geweben/Organen
- ↳ Metabol-Omics → Metabolitenidentifizierung
- ↳ Transcript-Omics → Identifizierung von Genen
- ↳ Gen-Omics
- ↳ Prote-Omics → Proteinidentifizierung

Proteomics-Technologie : Identifizierung und Analyse der gesamten Proteine einer Zelle



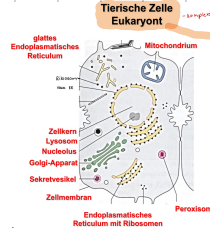
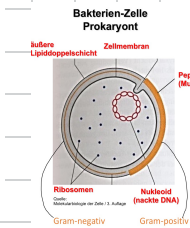
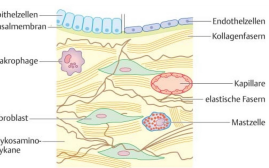
Übersicht Größenordnung

Zellbiologische Komponente	Durchmesser / Größe	Zellbiologische Komponente	Durchmesser / Größe
• Wasserstoffatom	0.1 nm	• menschl. Zelle	10-50 µm
• Aminosäuren	0.3 nm	• Erythrozyt	7.5 µm
• Zuckermolekül	0.3 nm	• Spermatozoon	6 µm
• Nukleotide	0.5 nm	• Eizelle	150 µm
• Proteine	2-15 nm	• Motoneurone	5 cm - 1 m
• DNA	D: 2 nm l: ca 5 cm im Chromosom	• Subzelluläre Strukturen	
• Viren	0.01-0.1 µm	• Ribosomen	23-25 nm
• Bakterien	0.1-1 µm	• Zytoskelettelemente	6-25 nm
		• Membranhülle Organellen	0.1-5 µm
		• Zellkern	5 µm
		• Chromosomen	1-5 µm

Kennzeichen einer lebenden Zelle

- entstehen aus Zellen
- besitzt kompletten Satz an Erbanlage
- Zentrales Dogma der Zelle- und Molekularbiologie
→ Informationsfluss immer von DNA → RNA → Protein
- identische Selbstvermehrung
- differenzierungsfähig
- Zellabgrenzung nach außen → Zellmembran
- komplexer organisiert als Umgebung
- "offene Systeme" im Fließgleichgewicht
- Energiespeicherung in Form von ATP

extrazelluläre Strukturen:



- kleinste Baueinheit eines Organismus
 - Träger Lebenserscheinung
 - zusammen mit zwischen Zellen gelagerten Materialien $\rightarrow$ Aufbau Strukturen Körper
 - einheitlichen Bauplan
- spezialisieren sich $\rightarrow$ Differenzierung
- übernehmen spez. Aufgaben

- Funkt. beeinflusst Gestalt und Form

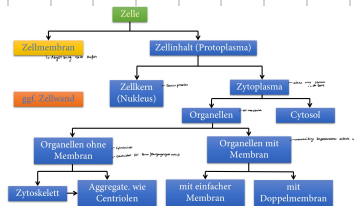
- ↳ kann auch für best. diagnostische Zwecke herangezogen werden

Zellgröße: variiert je nach Funktion

- Nerven Zelle: 0,12 mm - 0,2 mm → noch sichtbar → können Fortsätze haben, bis zu 1 m lang bzw. länger
 - Gliazellen, Spermien, Erythrozyten kleinsten Zellen
 - ↳ 4-5 µm ↳ 3-5 µm ↳ 7-15 µm
 - mittlere Zellgröße 30-50 µm
 - Gesamtzahl d. Zellen des Menschen: $3 \cdot 10^{13}$ und $2,8 \cdot 10^{13}$ Bakterien
 - In jeder Sekunde sterben 50 Mrd. Zellen → es werden genau so viele neu gebildet
- ```

graph TD
 Zelle --> Zellmembran
 Zelle --> Zellinhalt["Zellinhalt (Protoplasma)"]
 Zellinhalt --> Zellkern["Zellkern (Nukleus)"]
 Zellinhalt --> Zytoplasma
 Zytoplasma --> Organellen
 Zytoplasma --> Cytosol
 Organellen --> Organellen_ohne_Membran["Organellen ohne Membran"]
 Organellen --> Organellen_mit_Membran["Organellen mit Membran"]
 Organellen_mit_Membran --> mitochondrien_1["mitochondrien"]
 Organellen_mit_Membran --> mitochondrien_2["mitochondrien"]

```





## Zytoplasma / Cytopsol:

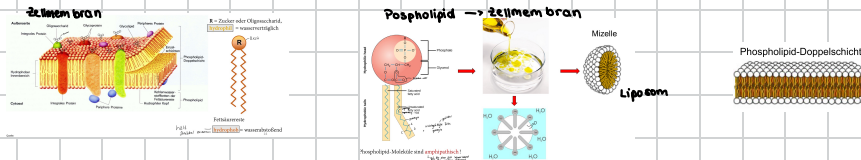
- gesamte der Innere der Zelle darstellende → Zellkern umgebende Zellinhalt
- 70% Wasser 30% Eiweiß / Protein
  - ↳ 10.000 versch. Arten mit insg. 10.000.000.000 Molekülen
- Proteinkette bauen versch. intrazellulären Organellen auf

Zellmembran: - Abgrenzung Zelle nach außen

- Aufrechterhaltung Ionen Gleichgewicht

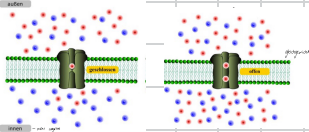
- geregelte Kommunikation mit Nachbarzelle

- Transport von Salzen und Nährstoffen



## Ionenkanäle:

- semipermeabel - nur für bestimmte Ionen geöffnet



- Ionenverteilung: innerhalb vs. außerhalb der Zelle

• Cytoplasma K<sup>+</sup>-Ionen Organische Anionen

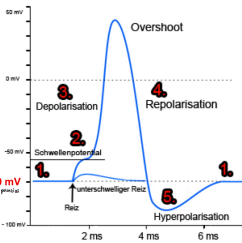
- Außen: Na<sup>+</sup>-Kationen

Cl<sup>-</sup>-Anionen

Membranpotential: Zellmembran trennt positiven und negativen Ionen des Zellinneren vom Zelläußeren

↳ zwischen Zellinneren und Zelläußeren wird elektrische Spannung aufgebaut: Membran-Potential

## Ruhe- und Aktionspotential: Reizweiterleitung in Nervenzelle



- Ruhepotential zw. -60 und -80 mV

→ durch externer Reiz geht Ruhepotential in Aktionspotential über

- ① Ruhepotential
- ② Schwellenpotential (-50 mV) durch Reiz muss dies überschritten werden!
- ③ Depolarisation: Wenn Schwellenwert überschritten läuft AP ab und Na<sup>+</sup> Kanäle öffnen sich, d.h. von außen strömen Na<sup>+</sup> Ionen in Zellinnere → Umpolarisierung „Overshoot“
  - ↳ intrazelluläre Raum jetzt positiv geladen

④ Repolarisation: Na<sup>+</sup> Kanäle schließen sich → K<sup>+</sup> Kanäle öffnen sich → Kalium-Ionen diffundieren aus positiv geladenen Zellinneren

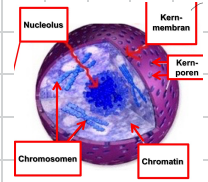
nach außen → schnell wegen Spannungsunterschied → Zelläußere negativ

↳ Folge: elektr. Spannung im Zellinneren sinkt

- ⑤ **Hyperpolarisation:**  $K^+$  Kanäle schließen  $\rightarrow$  langsam, dauert 1-2 ms bis geschlossen  $\rightarrow$  weitere  $K^+$ -Ionen diffundieren  $\rightarrow$  Spannung sinkt unter Ruhepotential
- $\rightarrow$  Nachdem  $Na^+$  Kanäle während Repolarisation wieder geschlossen  $\rightarrow$  AP unmittelbar darauf nicht mögl.

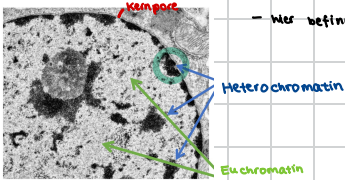
$\hookrightarrow$  **Refraktärzeit** (2ms)

- Zellkern:**
- alle eukariotischen Zellen außer Erythrozyten
  - Zellplasma + Kern = Funktionseinheit Zelle
  - besitzt gesamte genetische Material der Zelle  $\rightarrow$  Steuerungszentrale der Zellfunktion
  - an Produktion von Ribosom beteiligt

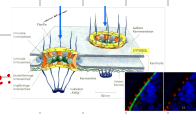


### Struktur innerhalb Zellkern: Chromatin

- $\rightarrow$  DNA liegt im Komplex mit Proteinen <sup>Chromatin</sup> entweder als **Heterochromatin**: - stark verdichtet und gut färbbar (dunkel)
- DNA an Histon- und Nicht-Histon-Protein gebunden
- oder als **Euchromatin**: - aufgelockert und geringer anfärbbar (hell)

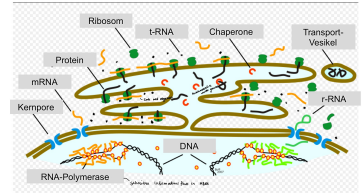


**Kernpore:**



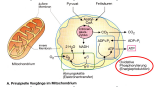
### Endoplasmatisches Reticulum:

- ausgehend von Kernhülle bildet ER Membransystem im Zytoplasma
- besetzt mit Ribosomen (rau)  $\rightarrow$  Transportsystem für neu gebildete Proteine
- Cal cium Speicher
- Synthesort von Lipiden & steroidmolekülen
- **Zisterne**  $\rightarrow$  Transport von Proteinen innerhalb Zelle + Export nach außen



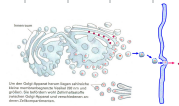
### Mitochondrium

- Organellen mit Größenordnung eines Bakteriums
- bis zu 25% des Zellvolumens
- „biochemisches Kraftwerk der Zelle“  $\rightarrow$  Energie wird generiert / Energiegewinnung  $\rightarrow$  beinhaltet spezielle Enzyme Energiestoffwechsel
- haben eigene DNA und Ribosomen
- Endosymbionten Theorie



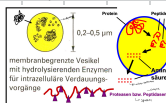
### Golgi-Apparat:

- System membran begrenzter, gestapelter Böden
- Funktion: Makromoleküle für Sekretion oder Transport zu anderen Organellen umzuwandeln, zu sortieren und verpacken



- Lysosom:** - Abbau „gealterter“, falscher oder geschädigter Makromoleküle die von „außen“ (Heterophagie) oder von „innen“ (Autophagie) stammen  $\rightarrow$  Recycling

$\rightarrow$  wichtige Funct. bei Nahrungsmangel



## Peroxisom: -ee Umlöse „Entgiftungsanlage“

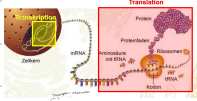
- spalten  $H_2O_2$  (Wasserstoffperoxid) in Wasser
- ↳ chemisch aggressiv



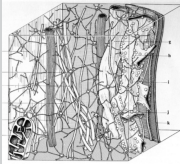
## Ribosomen: -hängen funktionell mit ER zusammen

- bestehen aus 40% RNA & 60% Proteine

- wenn sie sich als Polyrribosomen zusammenlagern fungieren als „Proteinfabrik“



→ Proteinbiosynthese



## Zytoskelett: - Mikrotrabergitter → Aufhängerstruktur für intrazelluläre Organellen

- kabelartige Strukturen → aus Actin, Myosin, Tubulin → durchzieht Zytoplasma

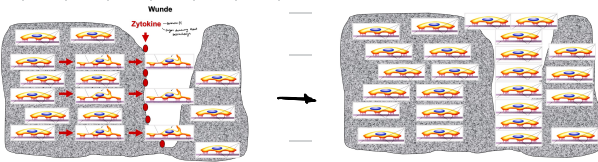
Mikrofilament

Intermediärfilament

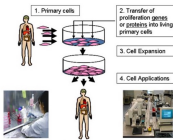
Mikrotubuli

|                       |                      |                                                                                                                                                         |
|-----------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Actin                 | Mikrofilamente       | <ul style="list-style-type: none"> <li>stabilisieren die Zelle</li> <li>binden Membranproteine</li> <li>essentiell bei der Muskelkontraktion</li> </ul> |
| Cytokeratin           | Intermediärfilamente | <ul style="list-style-type: none"> <li>mechanische Stabilisierung der Zelle → Formgebung</li> </ul>                                                     |
| Vimentin              |                      |                                                                                                                                                         |
| Desmin                |                      |                                                                                                                                                         |
| Lamin                 |                      |                                                                                                                                                         |
| Neurofilamentproteine | Mikrotubuli          | <ul style="list-style-type: none"> <li>„Schienensystem“ f. intrazelluläre Transporte</li> <li>Beteiligung an der Mitose/Spindel</li> </ul>              |
| Tubulin               |                      |                                                                                                                                                         |

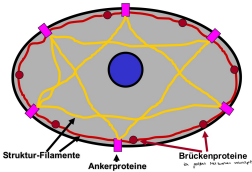
Wichtig!



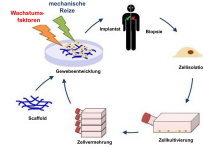
## Kultivierung von Zellen



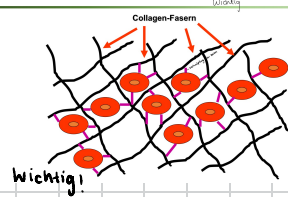
## Zytoskelett und Kontakt zur Extrazellulärmatrix



## Kultivierung von Zellen: Bsp. „Tissue Engineering“



## Zytoskelett und Kontakt zur Extrazellulärmatrix



# Wichtigsten organischen Bausteine:

- Proteine: für den Aufbau sämtlicher Proteine sind 20 AS erforderlich → durch verschiedene Kettenförmige Aneinanderreihung verschiedene Proteinmoleküle → mit versch. Funktionen

- Nucleinsäure: bestehen aus 4 Nucleotiden → Reihenfolge bestimmt. Eigenschaft dieser Moleküle  
- Zucker-Basenteile

- Polysaccharide: bestehen im Wesentlichen aus 11 Monosacchariden, die einerseits zu Oligosacchariden oder langkettigen, hochmolekularen Kohlenhydraten zusammengebaut werden können

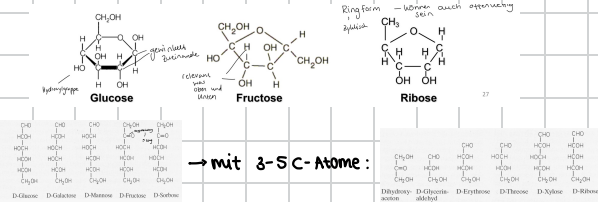
- Lipide / Fette: sind chemische Esterverbindungen versch. Fettsäuren mit dem Alkohol Glycerin

## Kohlenhydrate

↳ aus. Formel  $C_x(H_2O)_y$   
Kohlenhydrate  
Wasserstoffe  
Brennstoffe

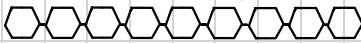
• Grundeinheit: einfache Zuckermoleküle oder Monosaccharide

↳ mit 6 C-Atome:



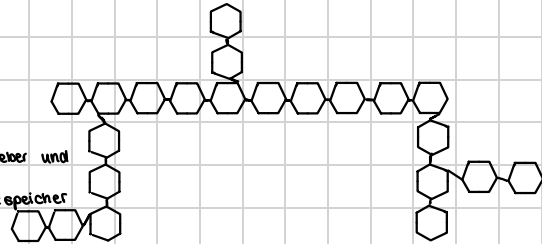
• Zusammengesetzte Kohlenhydrate kommen vor als Disaccharide, Oligosaccharide oder Polysaccharide  
z.B. Rohrzucker - Saccharose (→ aus Glucose und Fructose) o. Milchzucker - Lactose (→ Glucose und Galactose)

## Polysaccharide als Glucosespeicher



Stärke - langkettig aus vielen Glucose Molekülen - dient als Glucosespeicher bei Pflanzenzellen

• Glykogen - viele oft vielfach verzweigte Glucose-Einheiten → vor allem in Leber und Muskulatur enthalten → dient als leicht spaltbarer Glucosespeicher tierischer Zellen



• Glucose - für viele Zellen bzw. Organe unverzichtbare Währungsquelle für Energie- und Synthesestoffwechsel

↳ besonders Gehirn und Erythrozyten nutzen andere Energiequellen (z.B. Fett) nicht oder nur unvollkommen

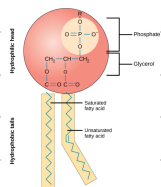
- im Blut muss zur Versorgung der Organe und Gehirn eine konstante Konzentration von Glucose aufrechterhalten

↳ bei mangelnder glucosereicher Nahrung, Erhalt durch Spaltung des gespeicherten Glycogens in Leber oder Muskulatur

↳ entstehenden Glucosemoleküle werden dann ins Blut abgegeben

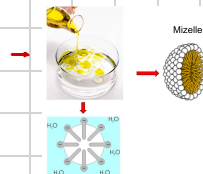
→ bei längerem Kohlenhydratmangel wird Glucose auch in der Leber aus Aminosäuren synthetisiert

## Phospholipid → Zellmembran:



Phospholipid-Moleküle sind

amphipatisch → hydrophob + hydrophil

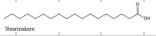


**Lipide / Fettsäuren:** -im Wasser nur schwer löslich → eignen sich also ideal als Baustein für Membranen

↳ aber in organischen Lösungsmitteln (Benzol, Äther, Chloroform, Aceton) sehr gut

• wichtigste Vertreter sind **Fette** → im Körper gibt es **Depotfette**, haben die Funktion als Reservestoff, die bei Bedarf zur Energiegewinnung oder für spezifische Syntheseleistungen abgebaut werden

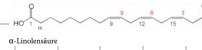
• Fette dienen auch als Druckpolster oder „Isolationspolster“ für innere Organe (Bsp. Niere ist in Fett gelagert), dienen auch als Wärmeisolierung



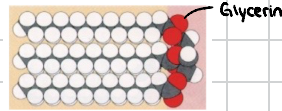
→ **gesättigte Fettsäuren**



→ **ungesättigte Fettsäuren**



• **Neutralfette - Triglycerin** bestehen aus 3 Fettsäuren, mit Glycerin verbunden



• **Phospholipide** aus 2 Fettsäuren, über Molekül Phosphorsäure mit Glycerin verestert → kommen als Komponente der Zellmembran vor  
• Dipolmoment begünstigt Hydratisierung

• **Ganglioside** → wichtige Bausteine, des Nervensystems und Zellmembran → enthalten Fettsäuren, langkettige Fettalkohole und verschiedene Zuckerreste

→ Rückradstruktur wird durch Sphingosin gebildet (nicht Glycerin)

→ wichtig für versch. zelluläre Prozesse: - neuronale Infoübertragung/-speicherung

- Zytoskelettorga

- Membranplastizität

- Rezeptoraktivierung

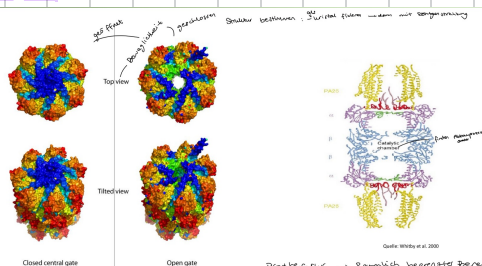
• **Cholesterin** Bestandteil der Zellmembran und bei wichtigem Transport von Fettsäuren im Blut sowie als Ausgangsstoff für Biosynthese *(wird an Lipoproteine gebunden)*

↳ Krankheit: **Hypercholesterinämie** - Störung Cholesterin-Stoffwechsel → erhöhter Cholesterin-Bloodwert ⇒ Aufgrund zu wenig ausgebildeten LDL-Rezeptoren → Gefäßerkrankung und Herzinfarkt → Risiko steigt mit Alter an

• **Cholesterin-assoziierte Krankheiten:** - **Gallensteine:** Resorption/Aufnahme von Cholesterin im Darm mit Gallenflüssigkeit

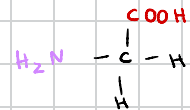
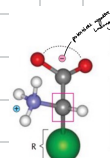


## Proteine



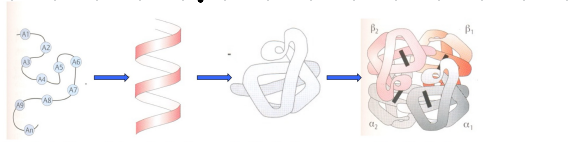
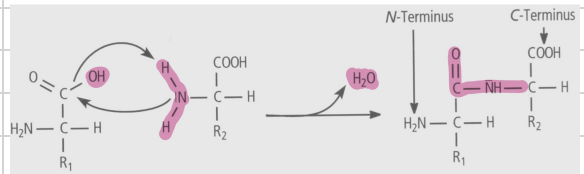
Proteine → Bausteine der Zellstruktur und -funktion

- sind aus AS aufgebaute Makromoleküle unterschiedl. Größenklassen
- aufgrund unterschiedl. physikalischen - chemischen Eigenschaften → als **wasserlös.** Komponenten intra- und extrazelluläre Flüssigkeiten Funktionen z.B. als **Enzyme, Transportproteine, Signalmoleküle und Antikörper** wahrnehmen
- als **wasserunlös.** Komponenten Funktionen als **Stützproteine, Haare, Horn oder Muskelfasern** am Abbau von Strukturen beteiligt sein
- 20 AS bilden Grundbausteine für Proteine → in unterschiedl. Mengenverhältnissen und Reihenfolge
  - manche sind essenziell → müssen also von außen zugeführt werden
- **Aminosäuren** enthalten eine Carboxylgruppe ( $-COOH$ ) und eine Aminogruppe ( $-NH_2$ ) an dem der Carboxylgruppe benachbarten Kohlenstoffatome



Glycin

- AS werden über **Peptidbindung** (→ Verbind. der Aminogruppe der einen AS mit Carboxylgruppe einer anderen AS) ein Dipeptid bilden
- durch Peptidbindung mit weiteren AS werden **kleinkettige Oligopeptide** oder **großkettige Polypeptide** gebildet
- durch Peptidbindung ist **Beweglichkeit** der an der Bindung beteiligten Atome sehr **eingeschränkt** → Peptidkette bildet sich nicht aus wilden Knäueln, sondern in **regelmäßigen Strukturen** angeordnet **Primärstruktur**



**Primärstruktur**  
AS-Kette  
wie AS-Kette angeordnet

**Sekundärstruktur**  
 $\alpha$ -Helix  
wie im Raum

**Tertiärstruktur**  
Struktur in Faltung der  $\alpha$ -Helix in der dreidimensionalen Anordnung

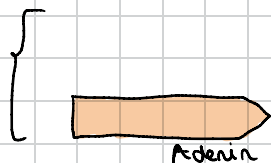
**Quartärstruktur**  
Assoziation mehrerer Polypeptidketten (Untereinheiten)  
↳ Untereinheiten zusammenlagern  
↳ in einem Komplex  
↳ versch. Funktionen

**ZUSAMMENFASSUNG:**

- Extrazelluläre Strukturen sind essentiell für die Ausübung von Gewebe-/Organen → Bsp. Kollagenfasern
- Die wichtigsten organischen Bausteine der Zelle sind Proteine, Nucleinsäuren, Polysaccharide und Lipide.
- Proteine sind aus AS aufgebaut und haben wichtige Funktionen → Bsp. als Enzyme (Katalysatoren)
- Nucleinsäuren
- Kohlenhydrate setzen sich aus verschiedenen Zuckereinheiten zusammen, sind eine wichtige Energielquelle  $D$ -Glucose und haben diverse wichtige intra- und extrazelluläre Funktionen → Bsp. Transmembranfunktion
- Lipide → Energielieferant / Isolation

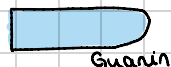
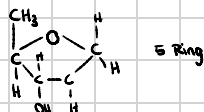
# Elemente der Desoxyribonukleinsäure (DNA):

Nukleobasen



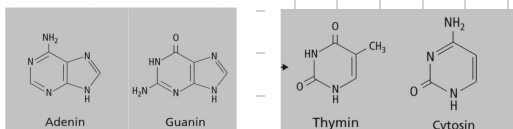
● Phosphorsäure

○ Desoxyribose

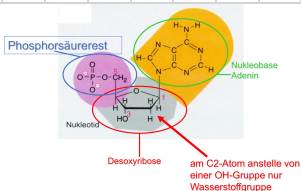


Purinbasen (2 Ringe): Adenin und Guanin

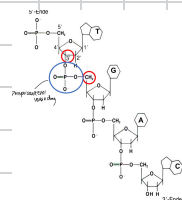
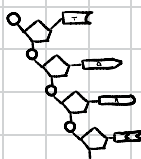
Pyrimidinbasen (einfach Ring): Thymin, Cytosin



## Desoxynukleotid

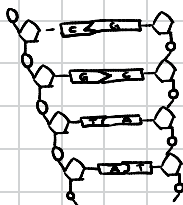
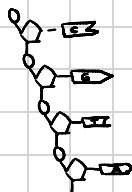


## Verknüpfung der Nukleotide zu einem DNA-Einzelstrang:



DNA - Einzelstrang

DNA - Doppelstrang



! Die Nukleotide eines DNA-Strangs werden mittels des am C-5' Atom der Desoxyribose befindlichen Phosphorsäurerestes durch eine 3'-5'-Bindung miteinander verbunden.

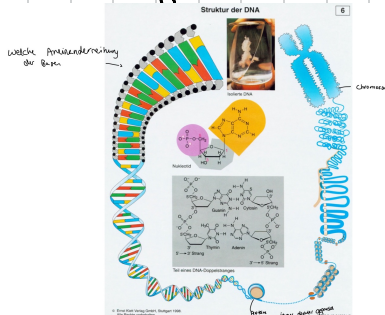
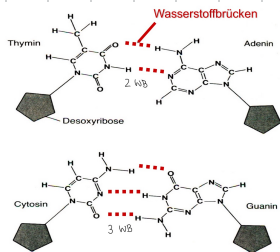
Paarungsmöglichkeiten der Nukleobasen: - eine Purinbase kann sich nur mit einer Pyrimidinbase paaren

↳ Adenin mit Thymin

↳ Guanin mit Cytosin

## Bildung des DNA-Doppelstrangs

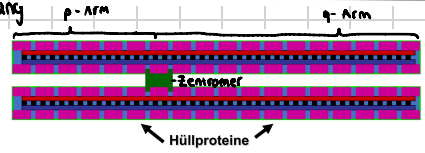
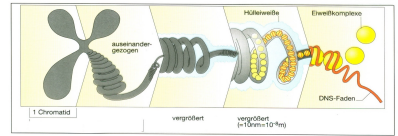
## Von der DNA-Doppelhelix zum Chromosom



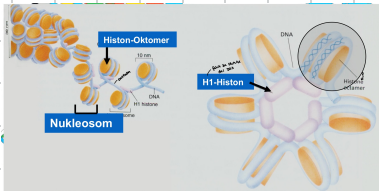
- Gesamtlänge der DNA einer menschlichen Zelle, mit 46 Chromosomen beträgt ca. 2 Meter und ist in einem Zellkern mit einem max. Durchmesser von 10-15  $\mu\text{m}$  zu verpacken

## Aufbau eines Chromosoms

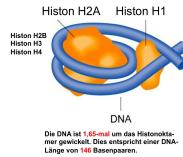
- ein Chromosom besteht aus jeweils zwei Chromatiden
- ein Chromatid besteht aus jeweils einem DNS-Doppelstrang
- der DNS-Doppelstrang ist von Hüllproteinen umgeben
- ein Chromosom beinhaltet somit zwei DNS-Doppelstränge



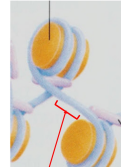
## Solenoidstruktur & Histonproteine



## Nukleosomenstruktur

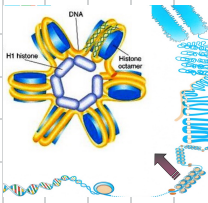


Die DNA ist 1,65-mal um das Histonoktomer gewickelt. Dies entspricht einer DNA-Länge von 146 Basenpaaren.

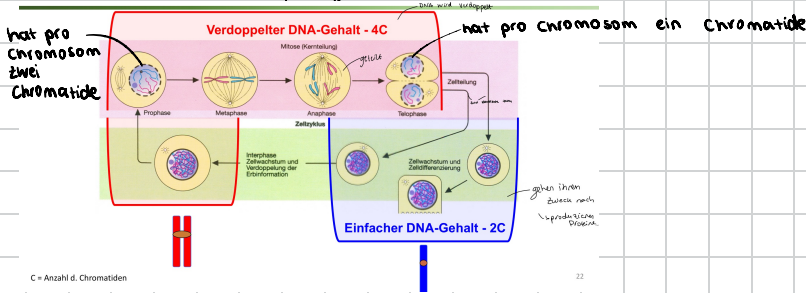


Der nicht um das Histonoktamer gewickelte DNA-Bereich zwischen benachbarten Nukleosomen wird als **Linker-DNA** bezeichnet.

## Solenoidstruktur



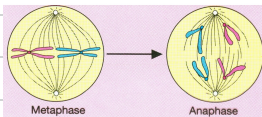
## Zellzyklus und Verdopplung der DNA



C = Anzahl d. Chromatiden

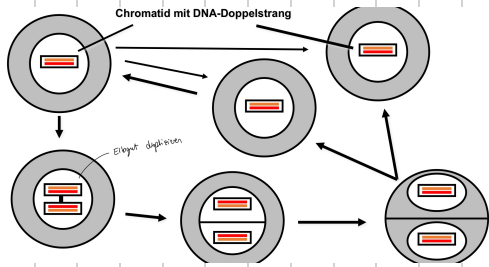
22

## Verdopplung der DNA



- eine Zelle, die in Teilung geht, benötigt pro Chromosom zwei Chromatiden!
- eine Zelle nach der Teilung hat pro Chromosom ein Chromatide!





## Verdopplung/Replikation der DNA

ATCGCCTAATGGCCGAATCGTGCAAT  
AGCGGATTACCGGCTTAGCACGTT

→ muss akkurat ablaufen, damit die Informationsfolge der DNA-Basenpaarung erhalten bleibt!

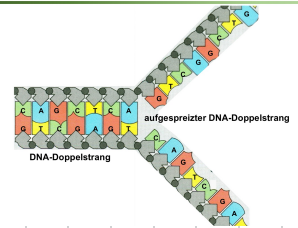
ATCGCCTAATGGCCGAATCGTGCAAT  
AGCGGATTACCGGCTTAGCACGTT

+  
ATCGCCTAATGGCCGAATCGTGCAAT  
AGCGGATTACCGGCTTAGCACGTT

DNA trägt in Form der Abfolge der Nukleobasen (Adenin, Thymin, Guanin und Cytosin) die gesamte genetische Info. einer Zelle und eines Organismus

Voraussetzung für DNA-Replikation: aufgespreizter DNA-Doppelstrang

→ der jeweilige DNA-Einzelstrang dient als Vorlage oder Matritze zur Anlagerung und Aneinanderreihung der komplementären Desoxyribonukleotide



⊕ freie, ungebundene Desoxyribonukleotide



⇒ d.h. gleiche Anzahl an Adenin- und Thymin-Nukleotiden bzw. Cytosin- und Guanin-Nukleotiden

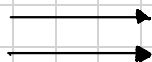
- Aufspreizung des DNA-Doppelstrangs geht nicht von selbst, benötigt die Funktion des Enzyms Helicase (→ unter Energieverbrauch)

- Anlagerung und Aneinanderreihung der Desoxyribonukleotide benötigt Funktion des Enzyms DNA-Polymerase

Aktivität der Helicase

Adenosin triphosphat

ATP



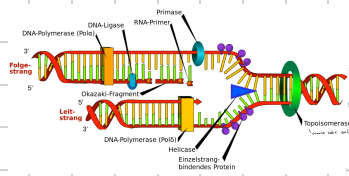
Adenosin diphosphat

ADP

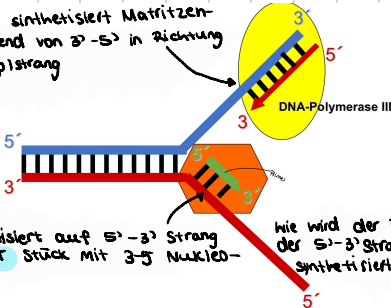
+ P<sub>i</sub>

+ P<sub>i</sub>

## Replikationsgabel:



- DNA-Polymerase synthetisiert Matrizenstrang durchgehend von 3' → 5' in Richtung 5' → 3' zum Doppelstrang



Die Primase synthetisiert auf 5' → 3' Strang kurzes RNA Primer Stück mit 3-5 Nukleobasen

Wie wird der Rest der 5' → 3' Strang synthetisiert?

↳ DNA-Polymerase knüpft an RNA-Primer ein DNA Stück mit 1000-2000 Nukleobasen - Okazaki Fragment

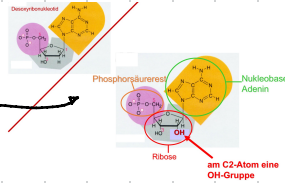
↳ entfernt RNA-Primer Stücke zwischen Okazaki-Fragmente → füllt entstandene Lücken mit komplementären Desoxyribonukleotiden → Lücken werden mit DNA-Ligase gefüllt

- DNA-Replikation dauert zw. 3 und 6 Stunden → 5000-10000 Replikons nötig

=> es entstehen aus einem Doppelstrang zwei Doppelstränge

RNA → wird benutzt, um genet. Info in einzelne Proteinmoleküle zu übersetzen

- Ribonukleotid - Struktur der RNA



Nukleobasen der RNA: Adenin, Guanin, Cytosin, Uracil anstelle von Thymin

Vorkommen der RNA: - in menschl.

Zellen als Einzelstrang

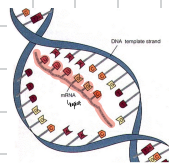
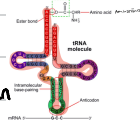
- in Viren auch als Doppelstrang

- wird als Boten-Nukleinsäure für Synthese von Proteinmolekülen entsprechend des genetischen Codes benötigt

Gen das übersetzt wird  
RNA-Klassen: mRNA: Boten RNA (messenger RNA)

tRNA: Transport RNA (transfer RNA)

rRNA: ribosomale RNA → wird im Nucleolus an spezifischen DNA-Sequenzen



produziert, aus dem Kern transportiert und mit Proteinen zu Ribosomen zusammengebaut!

micro-RNA: kurze RNA-Stränge, die wichtig sind für die Regulation der Genexpression, z.B. durch sequenz-spezifische Bindung an mRNAs und Blockade dieser mRNAs