

Modul: Humanbiologie

Teil 1

Molekulare Bausteine von Zellen

Prof. Dr. H. Peter Rodemann
hans-peter.rodemann@uni-tuebingen.de

Hintergrund

- Bauplan, Struktur, Form und Funktion der Zellen eines Gesamtorganismus werden durch die physikalischen und chemischen Eigenschaften der am Aufbau der Zellbestandteile beteiligten Substanzen bestimmt.
- Den bei Weitem größten Anteil an der chemischen Zusammensetzung der Zell-Trockenmasse haben ...

PROTEINE

LIPIDE (Fettstoffe)

MINERALSTOFFE

NUKLEINSÄUREN

POLYSACCHARIDE (Kohlenhydrate, Zucker)

Hintergrund

Zusammensetzung des menschlichen Körpers (bei einem angenommenen Körpergewicht von ca. 70 kg)

Wasser	60 %	42 kg
Proteine	20 %	14 kg
Lipide	15 %	10,5 kg
Polysaccharide	1 %	0,7 kg
Nucleinsäuren	1 %	0,7 kg
Mineralstoffe	5 %	3,5 kg

Hintergrund

- Charakteristisch an der chemischen Zusammensetzung dieser makromolekularen Substanzen ist der Aufbau aus relativ wenigen Grundbausteinen.
- Trotzdem ist durch geeignete Variation die Bildung einer sehr großen Zahl verschiedenartiger Einzelmoleküle mit spezifischen chemischen Eigenschaften möglich.

Die wichtigsten organischen Bausteine

PROTEINE : für den Aufbau sämtlicher Proteine sind **20 Aminosäuren** erforderlich, die durch entsprechende, kettenförmige Aneinanderreihung völlig verschiedene Proteinmoleküle ergeben (theoretisch: $2,4 \times 10^{18}$)

NUCLEINSÄUREN bestehen aus **4 Nucleotiden**, deren Reihenfolge die Eigenschaften dieser Moleküle bestimmt.

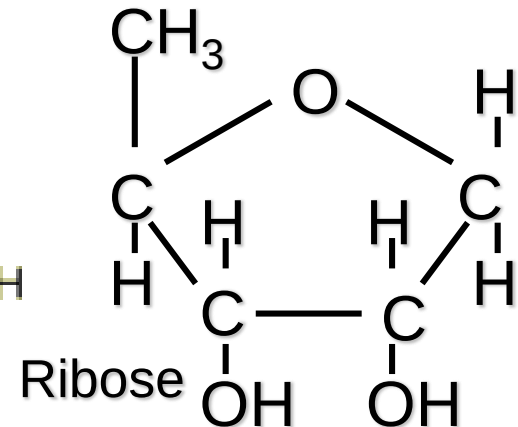
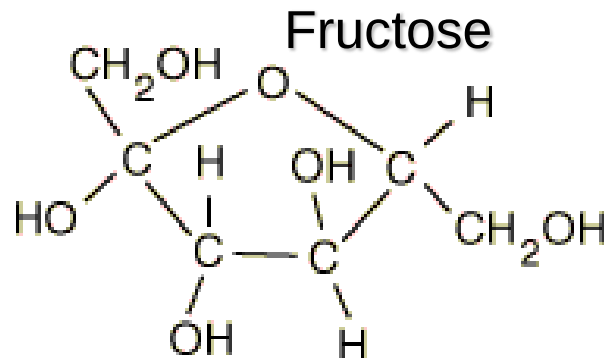
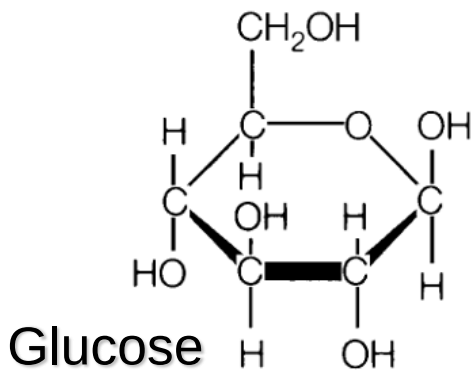
POLYSACCHARIDE bestehen im Wesentlichen aus **11 Monosacchariden**, die einerseits zu Oligosacchariden, andererseits zu den langkettigen, hochmolekularen **Kohlenhydraten** zusammengebaut werden können.

LIPIDE / FETTE sind chemisch Esterverbindungen verschiedener Fettsäuren mit dem Alkohol Glycerin.

Kohlenhydrate

- **Kohlenhydrate** sind Stoffe, die nach der allgemeinen Formel $C_x(H_2O)_y$ aufgebaut sind und dementsprechend aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt sind
- Grundeinheit sind die einfachen Zuckermoleküle oder **Monosaccharide**

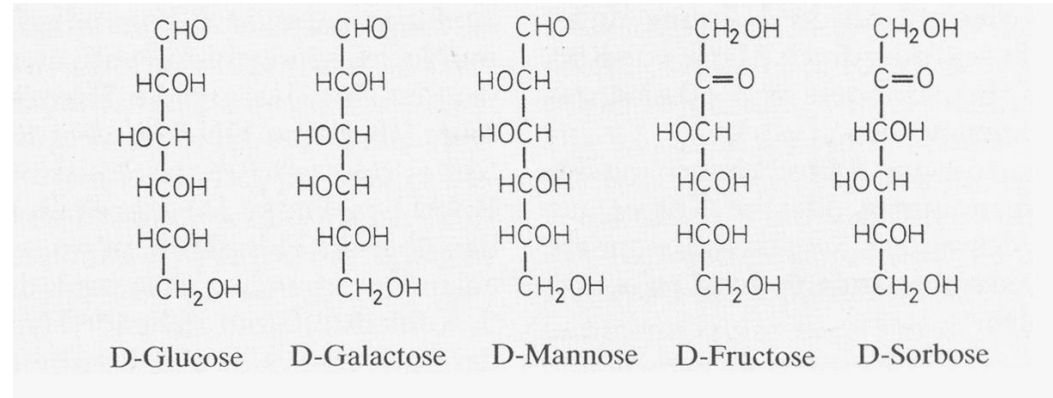
Monosaccharide (Einfachzucker)		Glucose (Traubenzucker) Fructose (Fruchtzucker) Galaktose	Honig Obst Milch
ein Zuckerbaustein			



Kohlenhydrate

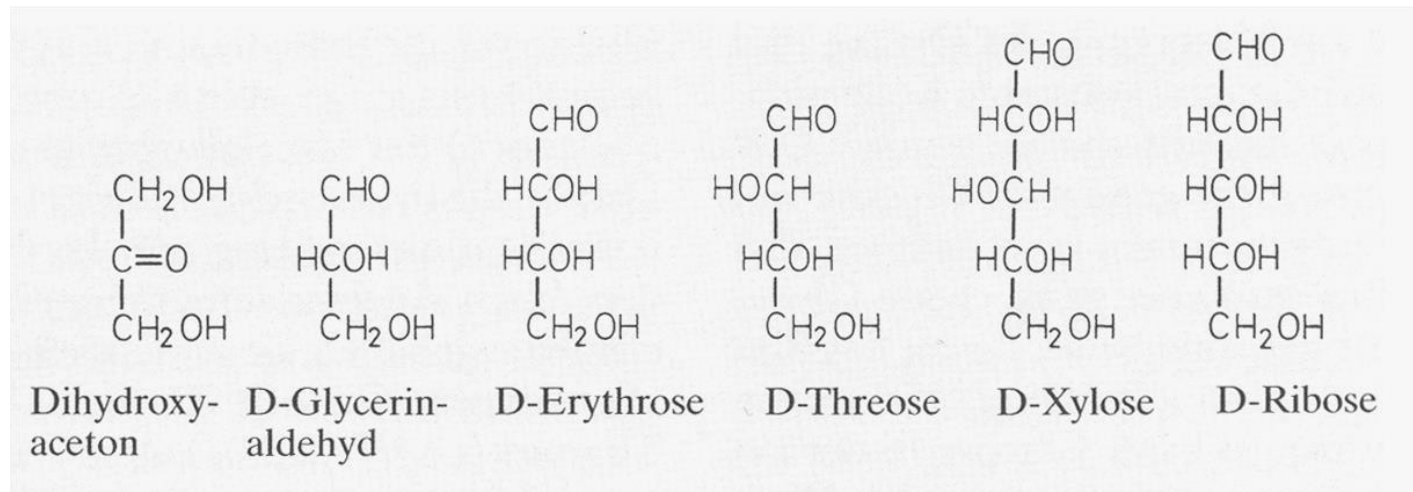
- *Monosaccharide*

mit 6 C-Atomen



- *Monosaccharide*

mit 3-5 C-Atomen



Kohlenhydrate

- zusammengesetzte Kohlenhydrate kommen vor als

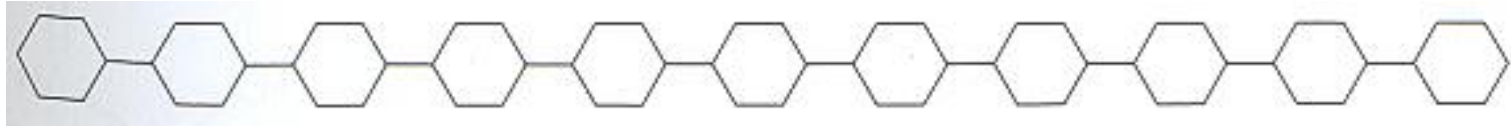
Disaccheride , *Oligosaccharide* oder *Polysaccharide*

z.B. *Rohrzucker-Saccharose* (zusammengesetzt aus *Glucose* und *Fructose*)

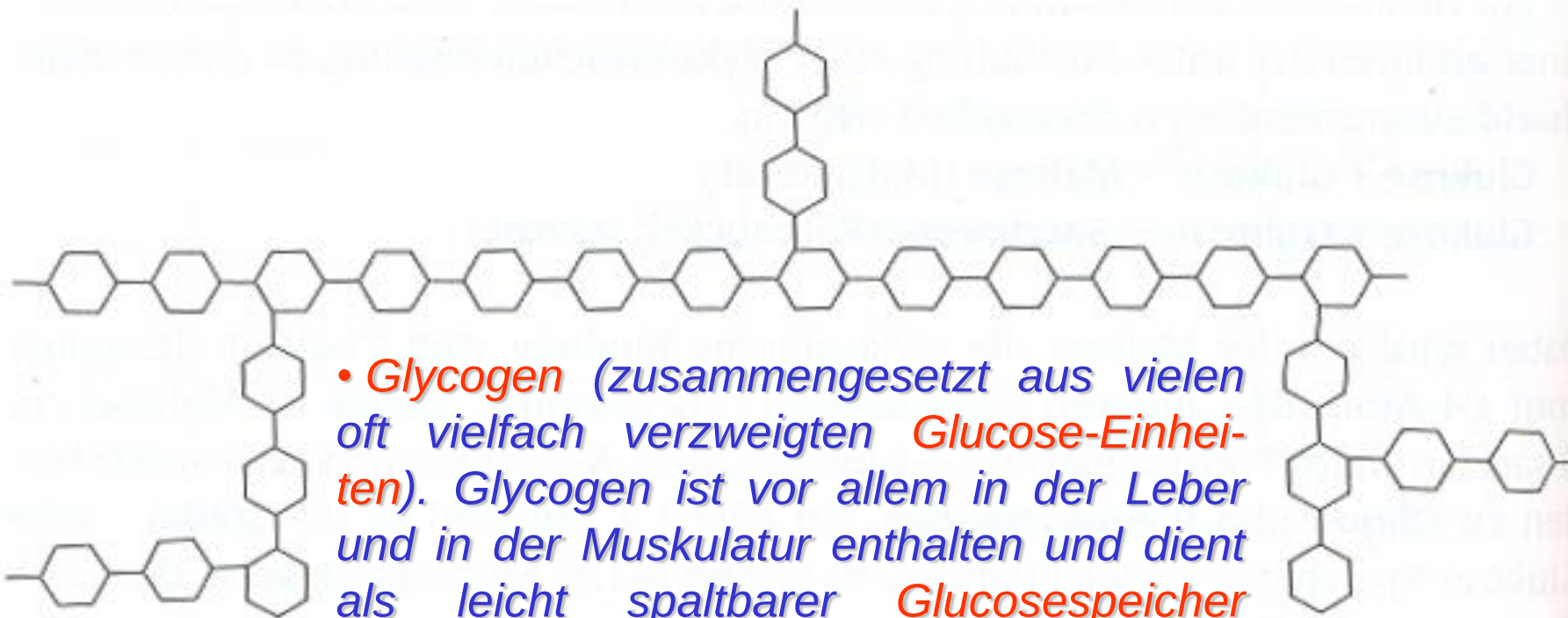
oder *Milchzucker –Lactose* (zusammengesetzt aus *Glucose* und *Galactose*)

Disaccharide (Zweifachzucker) 	Saccharose (Rohrzucker) Maltose (Malzzucker) Lactose (Milchzucker)	Haushaltszucker Malzbier Milch
Oligosaccharide (Mehrfachzucker)  bis 10	Maltotriose etc. Dextrine (bestehen aus Glucoseketten)	Toast, Zwieback, Knäckebrötchen Sportnahrungskonzentrate
Polysaccharide (Vielfachzucker, komplexe KH) mehr als 10 bis mehrere 100 000	pflanzlich: Stärke tierisch: Glykogen (bestehen aus Glucoseketten)	Getreide, Brot, Nudeln, Reis, Kartoffeln

Polysaccharide als Glucosespeicher



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



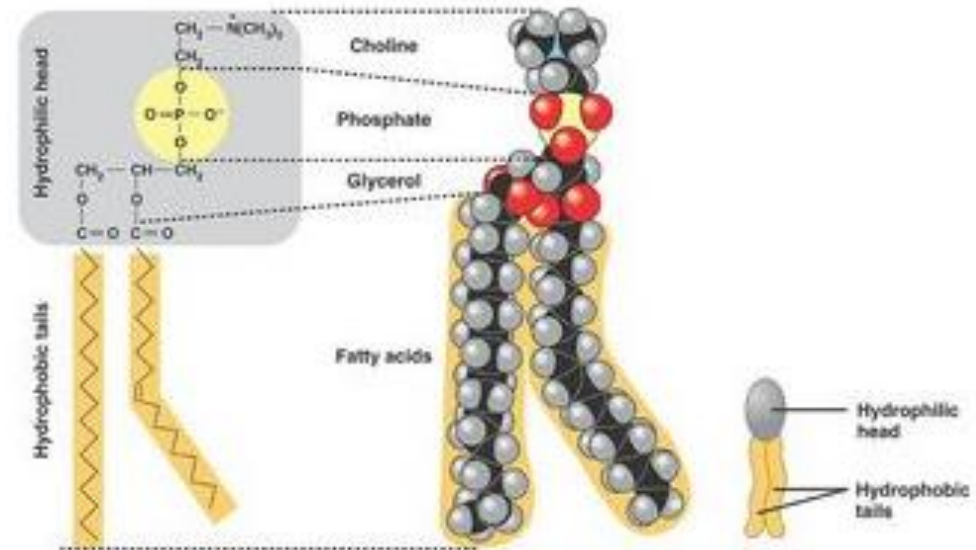
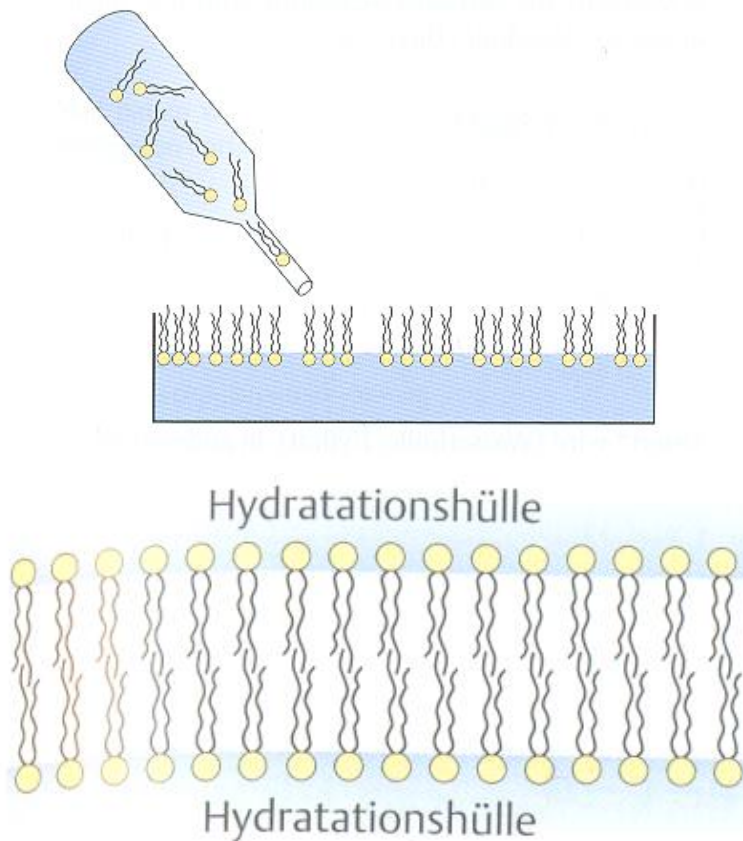
- **Glycogen** (zusammengesetzt aus vielen oft vielfach verzweigten **Glucose-Einheiten**). Glycogen ist vor allem in der Leber und in der Muskulatur enthalten und dient als leicht spaltbarer **Glucosespeicher** tierischer Zellen

Kohlenhydrate

- **Glucose** ist für viele Zellen bzw. Organe eine unverzichtbare Nahrungsquelle für Energie- und Synthesestoffwechsel
- insbesondere das Gehirn und Erythrozyten können andere Energiequellen (z.B. Fett) nicht oder nur unvollkommen nutzen! „**GLUCOSE is the only fuel for the brain!**“
- im Blut muss zur Versorgung der Organe und des Gehirns ständig eine konstante Konzentration von Glucose aufrechterhalten werden. Dies geschieht, wenn nicht genügend Glucose über die Nahrung aufgenommen wird, durch Spaltung des gespeicherten Glycogens in Leber und/oder Muskulatur. Die entstandenen Glucosemoleküle werden dann ins Blut abgegeben.
- **bei länger andauerndem Kohlenhydratmangel kann Glucose auch in der Leber aus Aminosäuren synthetisiert werden.**

Lipide / Fettsäuren

- Lipide sind in Wasser nur schwer löslich – eignen sich deshalb ideal als Baustein für Membranen



Lipide

- sind in Wasser nur schwer löslich
- sind aber in organischen Lösungsmitteln (Benzol, Äther, Chloroform, Aceton) sehr gut löslich
- wichtigste Vertreter sind die **FETTE** – haben im Körper als sogenannte **DEPOTFETTE** die Funktion als Reservestoff, den der Körper bei Bedarf zur Energiegewinnung oder für spezifische Syntheseleistungen abbauen kann
- Fette dienen auch als Druckpolster oder „Stoßdämpfer“ für innere Organe (z.B. die Nieren sind im Fett gelagert).
- Fette dienen nicht zuletzt auch als Wärmeisolierung

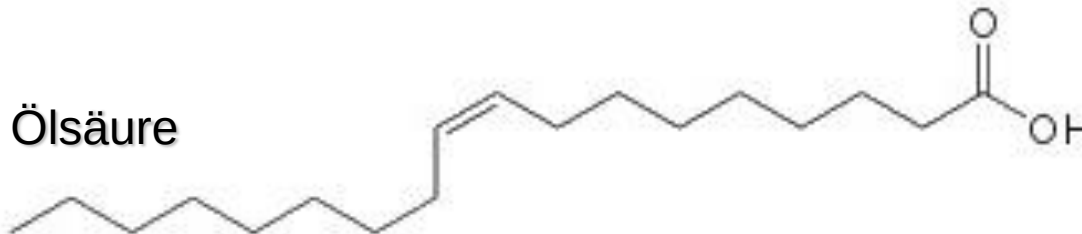
Lipide

- *gesättigte Fettsäuren*



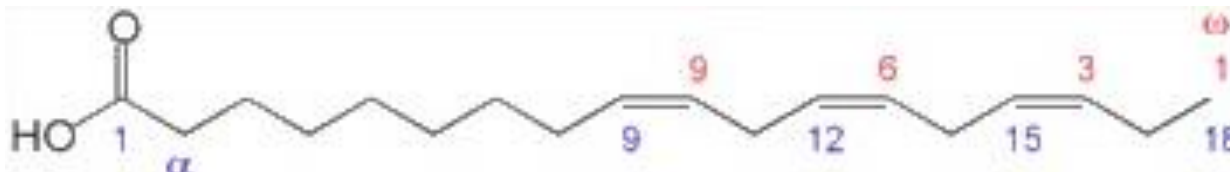
Stearinsäure

- *ungesättigte Fettsäuren (einfach / mehrfach ungesättigt)*



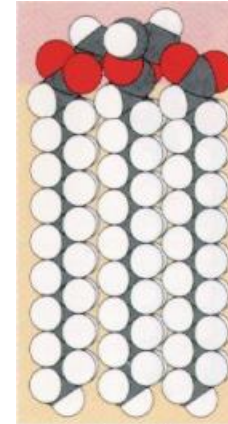
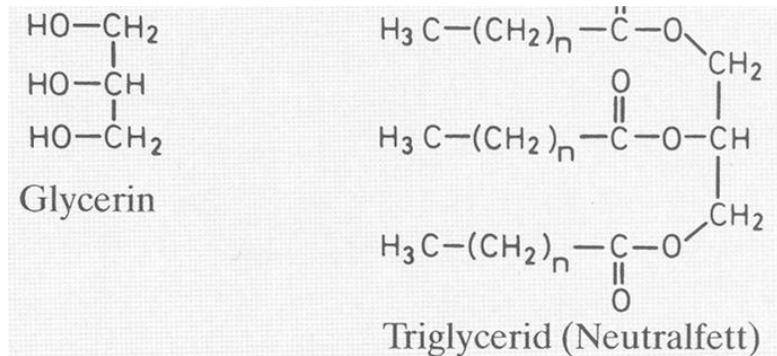
Ölsäure

α -Linolensäure

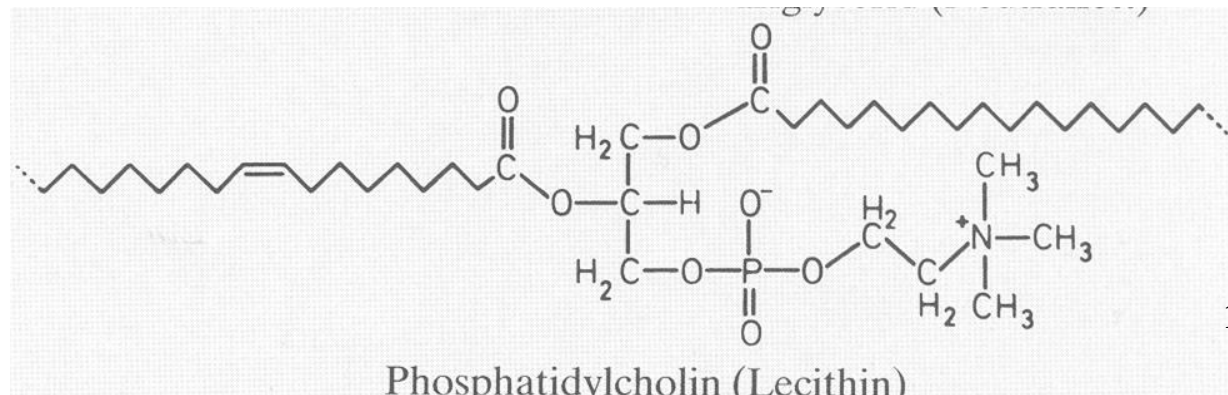


Lipide

- **Neutralfette-Triglyceride** bestehen aus 3 Fettsäuren, die mit Glycerin verbunden sind.



- **Phospholipide** bestehen aus 2 Fettsäuren, die über ein Molekül Phosphorsäure mit Glycerin verestert sind und als Komponente der Zellmembran vorkommen.



Lipide

- **Ganglioside** die wichtige Bausteine des Nervensystems und auch der Zellmembran sind, enthalten neben Fettsäuren langkettige Fettalkohole sowie verschiedene Zuckerreste.

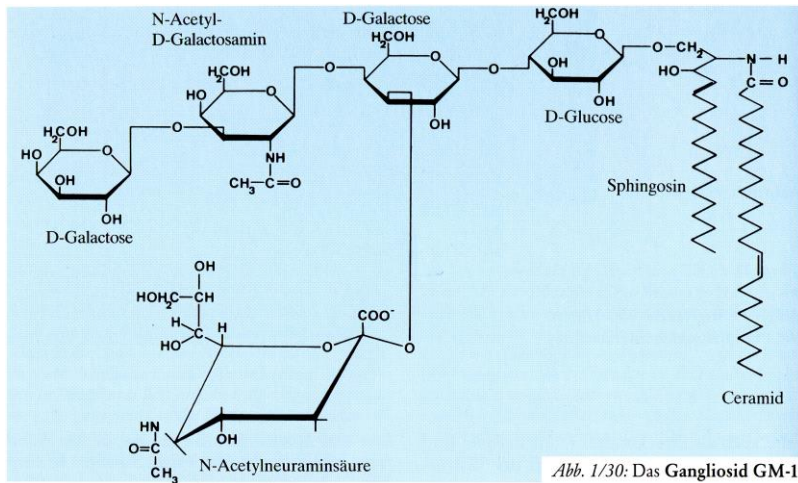
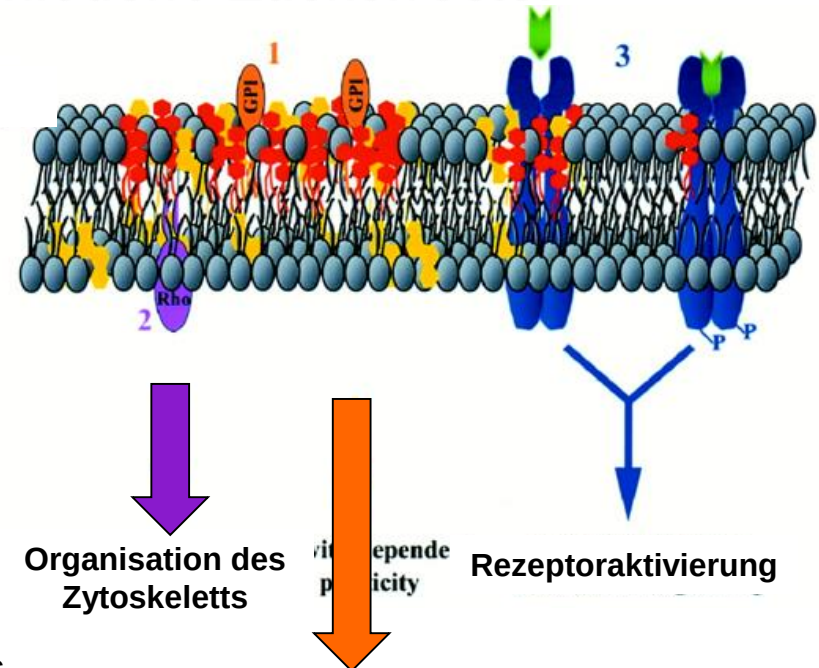


Abb. 1/30: Das Gangliosid GM-1.

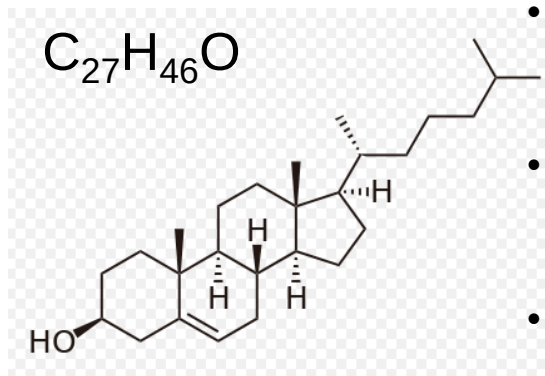


Wichtig für verschiedene zelluläre Prozesse:

- neuronale Informationsübertragung/Informationsspeicherung
- Zytoskelettorganisation
- Membranplastizität
- Rezeptoraktivierung

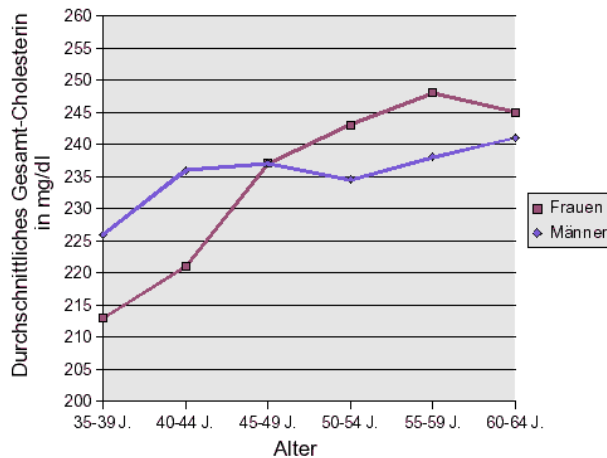
Lipide

- **Cholesterin** ist mit der wichtigste Vertreter der Lipide und kommt nicht nur als Bestandteil der Zellmembran vor, sondern hat auch wichtige Funktionen beim Transport von Fettsäuren im Blut sowie als Ausgangsstoff für Biosynthesen (z.B. von Gallensäure, Steroidhormonen, Vitamin D).



- der menschl. Körper enthält ca. 140 g Cholesterin (ca. 95% sind gebunden in Zellen/ Zellmembranen)
- wird von Zellen selbst hergestellt, Tagesproduktion beim Erwachsenen ca. 1-2 g
- wird nur zu einem Teil aus der Nahrung aufgenommen (ca. 0,1 – max. 0,5 g/Tag; entspricht etwa 30-60% des in der Nahrung enthaltenen Cholesterins)
- Cholesterin wird für den Transport im Blut an Lipoproteine gebunden (z.B. LDL, HDL)
- Cholesterin dient auch als Vorstufe für Steroidhormone und Gallensäure

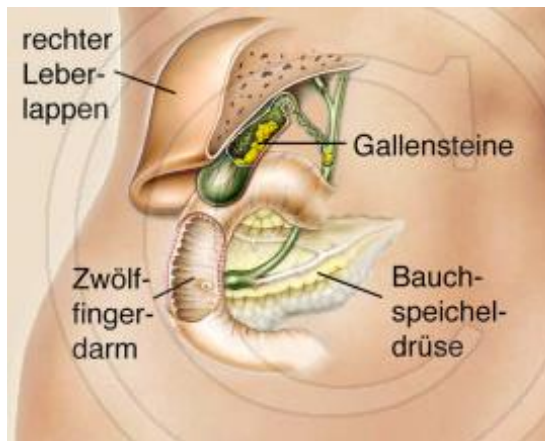
Lipide - Cholesterin



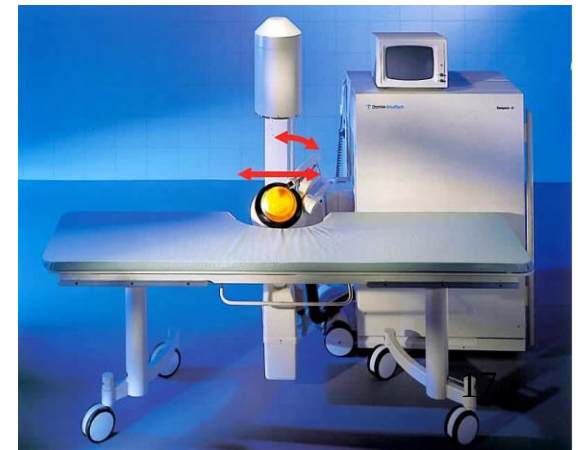
Cholesterin-assoziierte Krankheiten:

- **Hypercholesterinämie** – Störung im Cholesterin-Stoffwechsel, erhöhter Cholesterin-Blutwert. Beruht auf zu wenig ausgebildeten LDL-Rezeptoren / **Gefäßerkrankungen u. Herzinfarkt**.

- **Gallensteine** - Aufnahme/Resorption von Cholesterin im Darm mittels Galleflüssigkeit. Bei Veränderung der Galleflüssigkeit Bildung von Gallensteinen: 50% der Gallensteine sind Cholesterinsteine.



Noch vor 25 Jahren wurde die Gallenblase (grün) mit einem 15 Zentimeter-Schnitt am Rippenbogenrand operiert. Heute passiert das in der Regel per Knopfloch-Chirurgie. Früh operiert, gehen manche schon am gleichen Abend nach Hause.

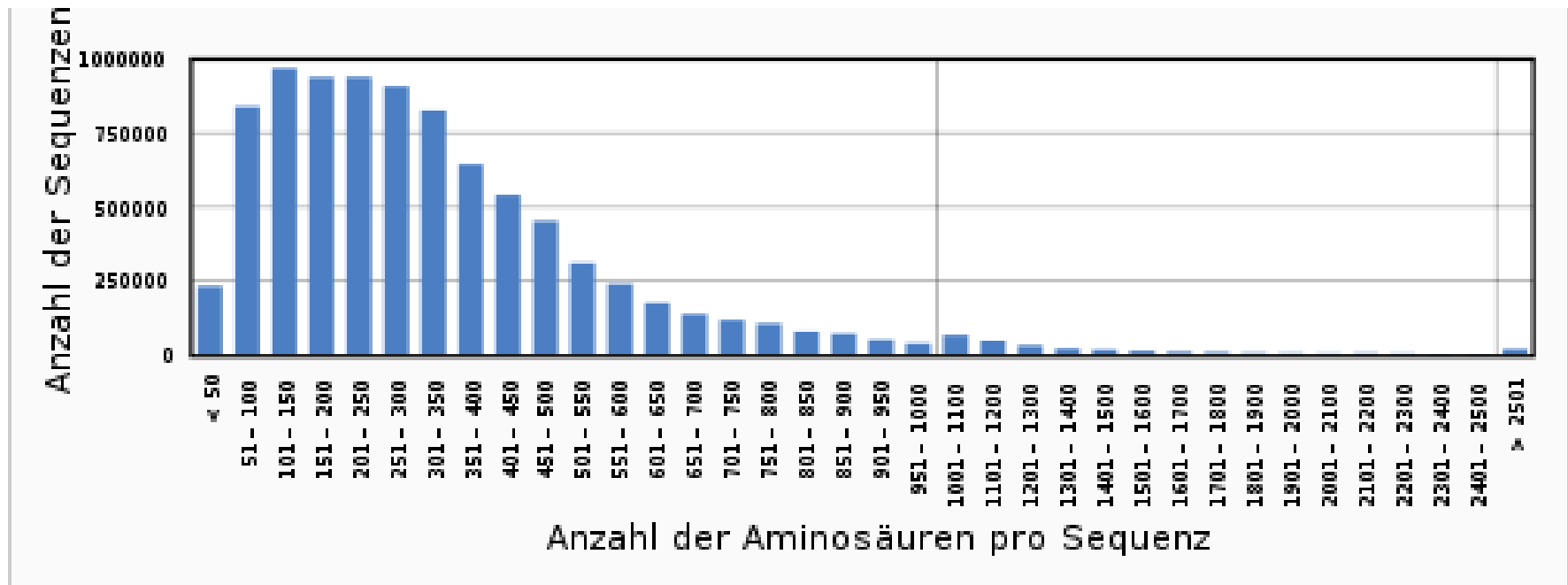


Lipide



Proteine

- **Proteine** sind aus Aminosäuren aufgebaute Makromoleküle unterschiedlicher Größenklassen (Mol.-Gew. zwischen 15-1000 kD).



Anzahl der bekannten Proteine mit einer bestimmten Anzahl an Aminosäuren. Am häufigsten kommen Proteine mit 100 bis 350 Aminosäuren vor.

Proteine

- aufgrund ihrer unterschiedlichen physikalisch-chemischen Eigenschaften können Proteine entweder als wasserlösliche Komponenten intra- und extrazellulärer Flüssigkeiten Funktionen z.B. als

Enzyme

Transportproteine

Signalmoleküle

Antikörper

wahrnehmen.

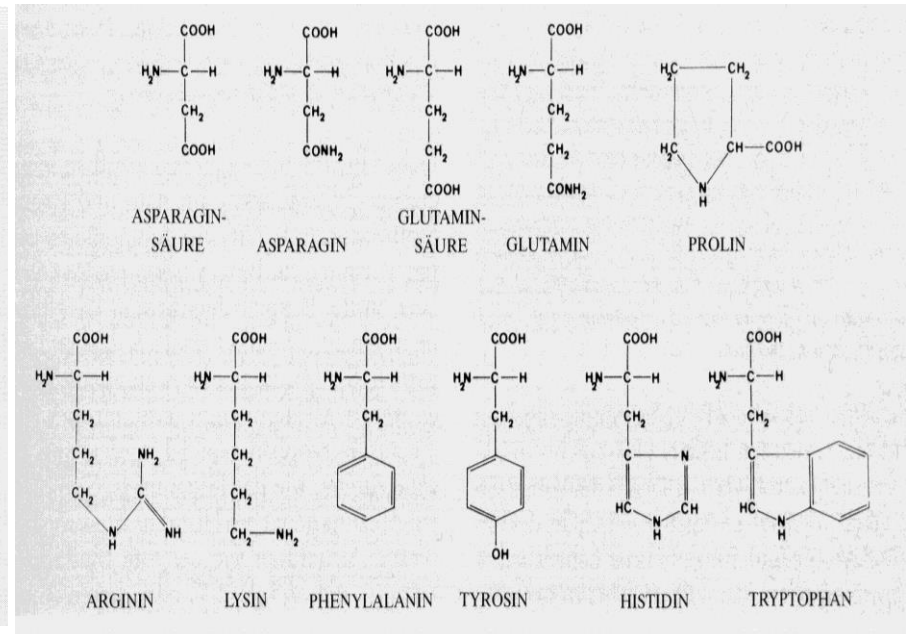
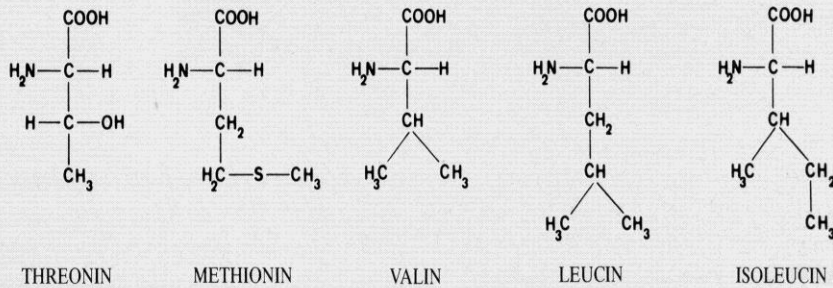
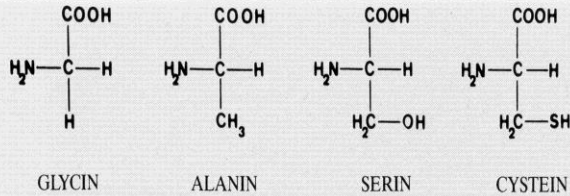
- als wasserunlösliche Komponenten können Proteine Funktionen als *Stützproteine, Haare, Horn oder Muskelfasern* am Aufbau von Strukturen beteiligt sein.

Proteine

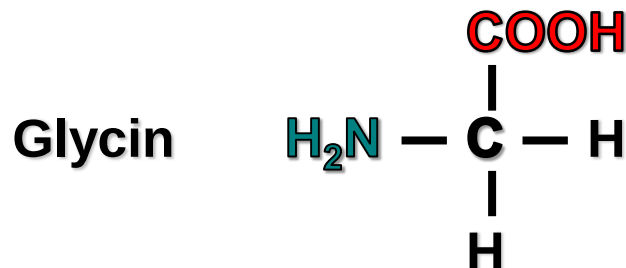
- **20 Aminosäuren** bilden die Grundbausteine für Proteine. Die Aminosäuren sind dabei in unterschiedlichen Mengenverhältnissen und Reihenfolge aneinandergereiht sind.

Alanin	-	Ala	-	A	
Cystein	-	Cys	-	C	
Asparaginsäure	-	Asp	-	D	
Glutaminsäure	-	Glu	-	E	
Phenylalanin	-	Phe	-	F	Essenziell
Gycin	-	Gly	-	G	
Histidin	-	His	-	H	
Isoleucin	-	Ile	-	I	Essenziell
Lysin	-	Lys	-	K	Essenziell
Leucin	-	Leu	-	L	Essenziell
Methionin	-	Met	-	M	Essenziell
Asparagin	-	Asn	-	N	
Prolin	-	Pro	-	P	
Glutamin	-	Gln	-	Q	
Arginin	-	Arg	-	R	
Serin	-	Ser	-	S	
Threonin	-	Thr	-	T	Essenziell
Valin	-	Val	-	V	Essenziell
Tryptophan	-	Trp	-	W	Essenziell
Tyrosin	-	Tyr	-	Y	

Proteine

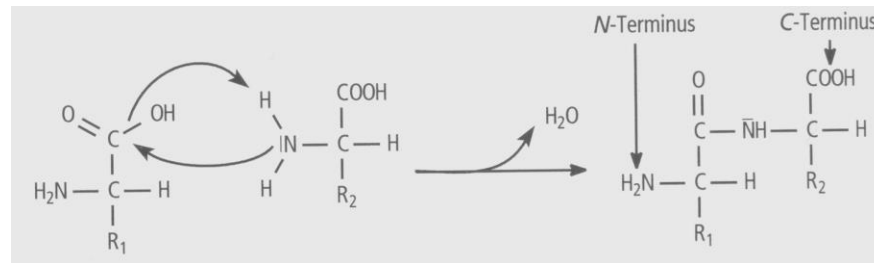


- alle **Aminosäuren** enthalten als Strukturelement eine Carboxylgruppe (-COOH) und eine Aminogruppe (-NH₂) an dem der Carboxylgruppe benachbarten Kohlenstoffatome



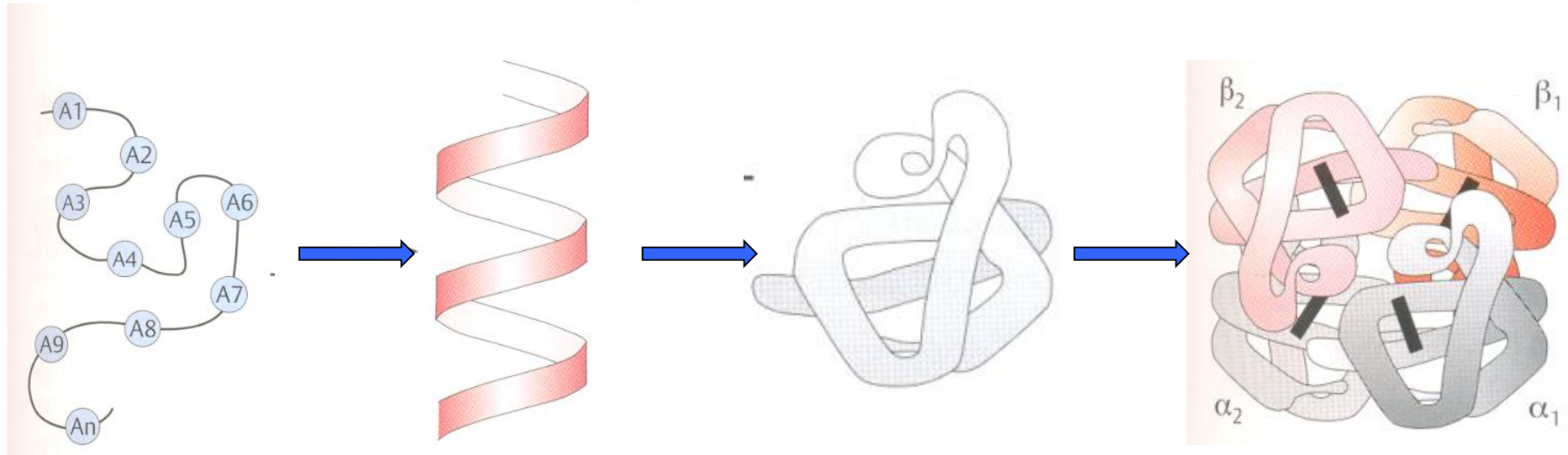
Proteine

- Aminosäuren werden über die **Peptidbindung**, d.h. durch Verbindung der Aminogruppe der einen Aminosäure mit der Carboxylgruppe einer anderen Aminosäure ein **Dipeptid** bilden.



- durch Peptidbindungen mit weiteren Aminosäuren werden kleinkettige **Oligopeptide** oder großkettige **Polypeptide** gebildet.
- die Peptidbindung bedingt, dass die Beweglichkeit der an der Bindung beteiligten Atome sehr eingeschränkt ist. Dadurch bildet sich die Peptidkette nicht als wirres Knäuel, sondern ist in regelmäßigen Strukturen angeordnet (**Primärstruktur**).

Proteine



Primärstruktur

AS-Kette

Sekundärstruktur

α -Helix

Tertiärstruktur

Faltung der
 α -Helix in der
dreidimensiona-
len Anordnung

Quartärstruktur

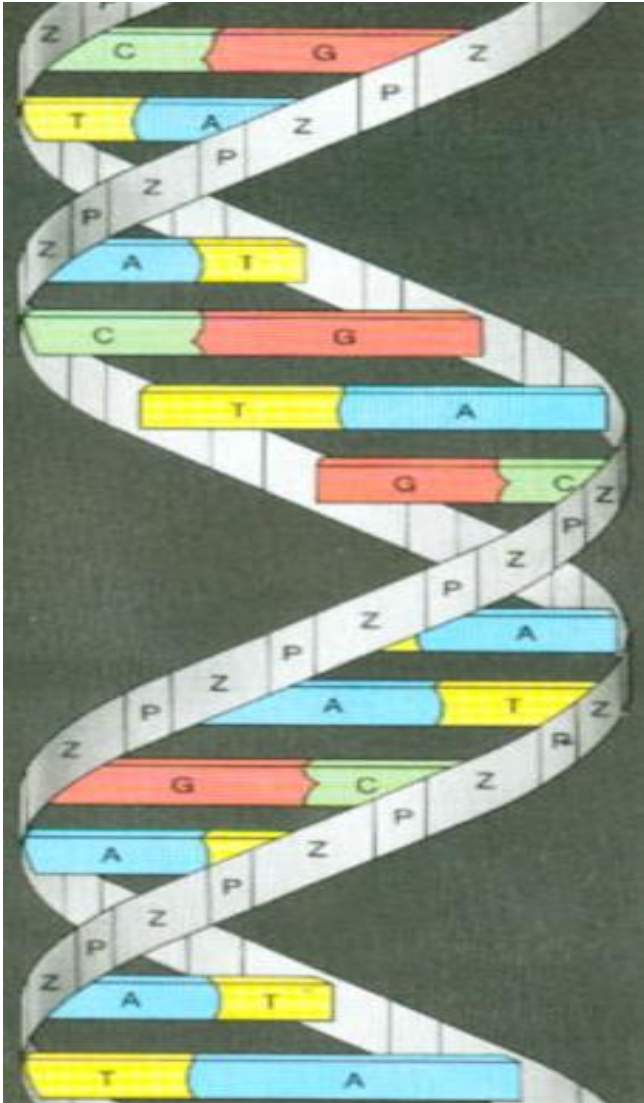
Assoziation
mehrerer
Polypeptidketten
(Untereinheiten)

1. DNA - Desoxyribonukleinsäure

2. RNA - Ribonukleinsäure

- **DNA** beinhaltet die komplette genetische Information, d.h. den gesamten Bauplan des Lebens
- **RNA** wird benötigt, um diese genetische Information in einzelne Eiweißmoleküle zu übersetzen

Elemente der Desoxyribonukleinsäure, DNA



Phosphorsäure

Zucker



Guanin



Cytosin



Adenin

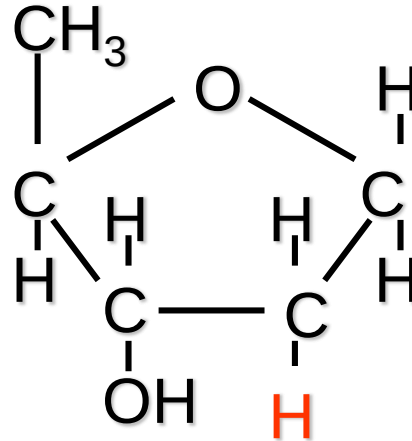


Thymin

Nukleobasen

Struktureinheiten der DNA

Das Zuckermolekül besteht aus Desoxyribose

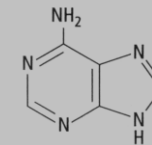


Die Nukleobasen sind:

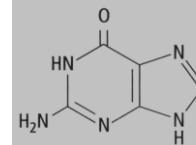
Purinbasen

Adenin

Guanin



Adenin

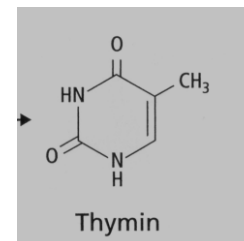


Guanin

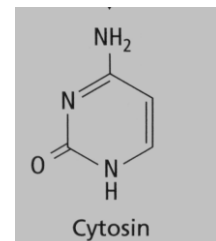
Pyrimidinbasen

Thymin

Cytosin



Thymin



Cytosin