

Aufbau und Struktur organischer Verbindungen

Inhalt

- 12.1 Kohlenhydrate**
- 12.2 Aminosäuren, Peptide und Proteine**
- 12.3 Nucleinsäuren**

Schlüsselbegriffe

- | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| ■ Saccharide | ■ Glykoside | ■ Enzyme |
| ■ cyclische Halbacetale | ■ proteinogene Aminosäure | ■ Nucleotide |
| ■ Epimere | ■ isoelektrischer Punkt | ■ Nucleinbasen |
| ■ Furanose | ■ Amidbindung | ■ Watson-Crick-Paarung |
| ■ Pyranose | ■ Peptide | ■ Proteinbiosynthese |

Literatur zur Vor- und Nachbereitung:



Chemie für Mediziner
Schmuck, Engels, Schirmeister, Fink
ISBN: 978-3-8273-286-4

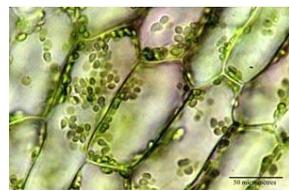
Kapitel 12: Seite 589 – 700

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

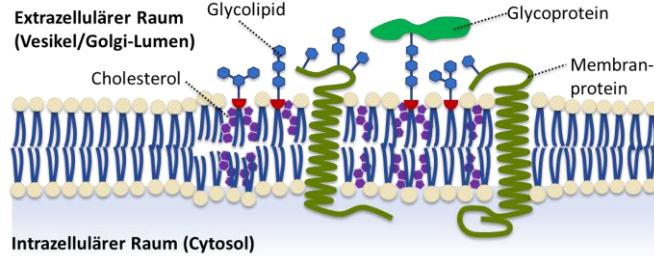
Kohlenhydrate

Funktionen von Kohlenhydraten:

- **Energiequelle:** Hauptenergielieferanten im Stoffwechsel
- **Strukturelle Komponente:** Festigkeit und Form von grünen Pflanzen
- **Erkennungsbausteine:** auf Zelloberflächen als Erkennungsstellen für andere Zellen
(→ Zell-Zell-Kommunikation; Infektion von Zellen durch Bakterien und Viren)
- Ausgangsstoff für Biosynthesen: z.B. Vitamin C, Nucleoside (= Bestandteile der DNA und RNA)



Cellulose



www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

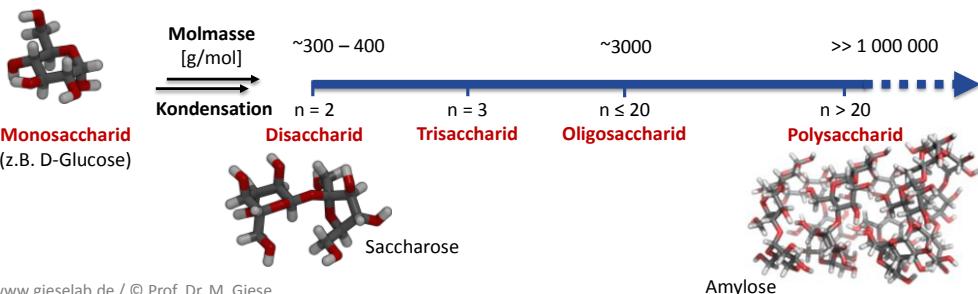
UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

Einteilung der Kohlenhydrate

- Kohlenhydrate = Polyhydroxyaldehyde oder –ketone und abgeleitete Verbindungen
- Namen enden häufig auf die Endsilbe „-ose“

Man unterscheidet:

- einfache Kohlenhydrate (= **Monosaccharide**) = Polyhydroxyaldehyde (**Aldosen**) oder Polyhydroxyketone (**Ketosen**). Natürliche Monosaccharide: drei bis zu neun C-Atome
- Komplexe Kohlenhydrate aus zwei oder mehr verknüpften Monosacchariden:
Disaccharide (2 Monosacchariden), **Oligosaccharide** (3-20 Monosaccharide) und **Polysaccharide** (mehr als 20 Monosaccharide) → Hydrolyse komplexer Kohlenhydrate führt zu Monosacchariden



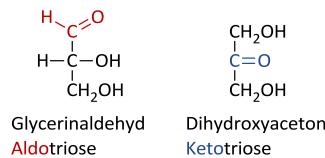
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

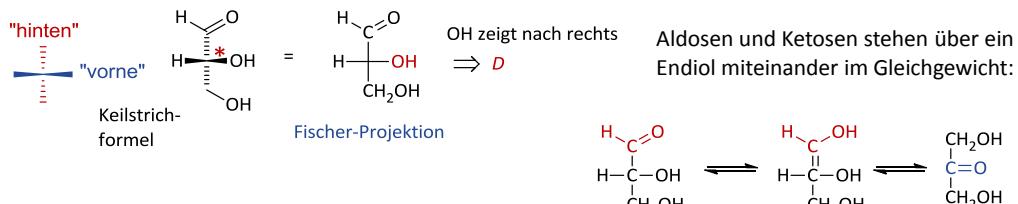
Monosaccharide - Triosen

- zwei Triosen: Glycerinaldehyd und Dihydroxyaceton → Konstitutionsisomere



In der Natur kommen bei fast allen Kohlenhydraten nur die **D-Formen** vor.

- Glycerinaldehyd besitzt ein stereogenes Zentrum und ist daher chiral.



gilt für alle Zucker

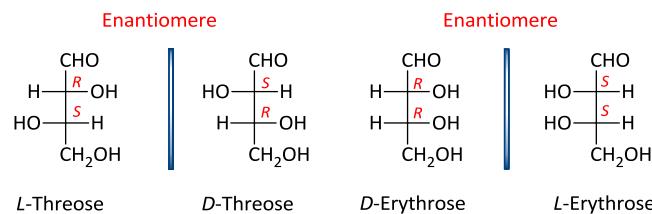
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

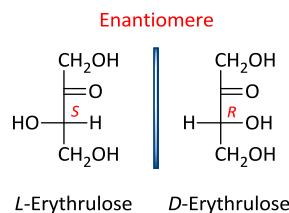
Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Tetrosen

- Aldotetrosen besitzen zwei Stereozentren, es existieren daher $2^2 = 4$ Stereoisomere
- unterschiedliche Diastereomere tragen einen Trivialnamen: **Threose** und **Erythrose**



- Ketosen haben immer ein Stereozentrum weniger als die entsprechende Aldose
→ nur zwei stereoisomere **Ketotetrosen**, die Enantiomere der **Erythrulose**



www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

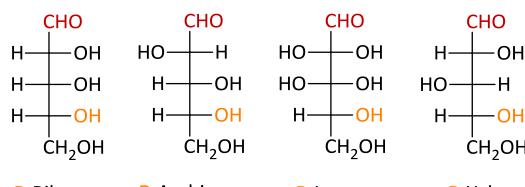
Pentosen

- Pentosen besitzen $2^3 = 8$ stereoisomere Aldopentosen und $2^2 = 4$ Ketopentosen

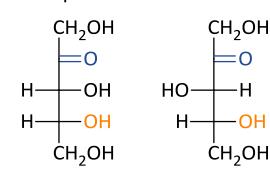
Natürlich vorkommende Kohlenhydrate sind fast immer *D*-konfiguriert.

⇒ im Folgenden werden nur noch die *D*-Enantiomere gezeigt
Es gibt somit sechs *D*-Pentosen:

Aldopentosen



Ketopentosen



vier zueinander diastereomere *D*-Aldopentosen und
zwei dazu konstitutionisomere *D*-Ketopentosen

www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

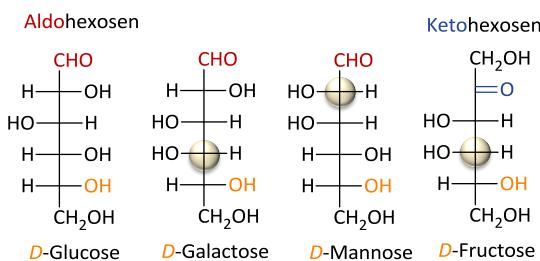
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

Hexosen

- wichtigste Gruppe der Monosaccharide mit der Summenformel $C_6H_{12}O_6$
→ acht D-Aldohexosen und vier D-Ketohexosen
- 4 Hexosen besonders relevant



D-Glucose → häufigste Monosaccharid (Monomerbaustein der Stärke, Cellulose und des Glycogens)
Galactose und Mannose sind Epimere der Glucose, Fructose ist ein Konstitutionsisomer.

www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

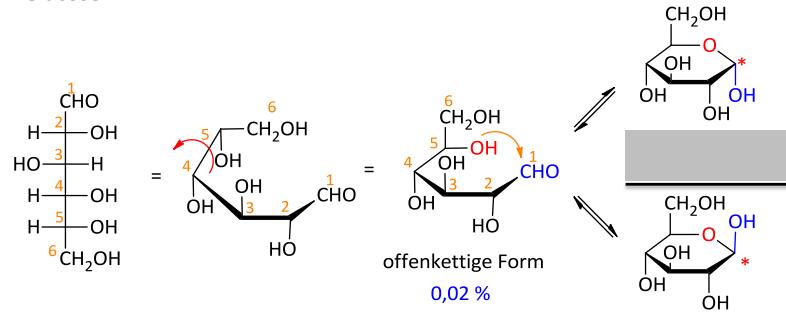
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Bildung cyclischer Halbacetale

- Pentosen und Hexosen liegen in Lösung in ihrer cyclischen Halbacetal-Form vor
- Halbacetal wird durch intramolekulare Reaktion der Carbonylgruppe mit einer Alkoholgruppe gebildet

Beispiel: D-Glucose



Es entsteht ein neues Stereozentrum an C1 (**anomeres C-Atom**)
→ 2 Diastereomere: α- und β-Form (sogenannte **Anomere**)

www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

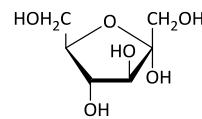
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

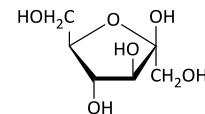
UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

Cyclische Halbacetale aus Hexosen

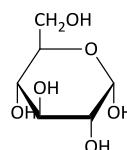
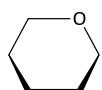
- Halbacetalbildung kann zu Fünfringen (**Furanosen**) oder Sechsringen (**Pyranosen**) führen



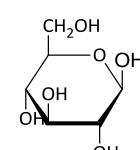
α -D-Fructofuranose



β -D-Fructofuranose



α -D-Glucopyranose



β -D-Glucopyranose

www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

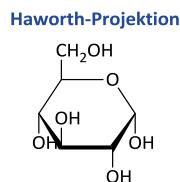
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

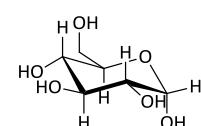
Konformation der Zucker

- Pyranosen liegen in **Sesselkonformation** vor (vgl. Cyclohexan)

α -D-Glucopyranose



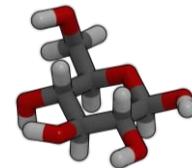
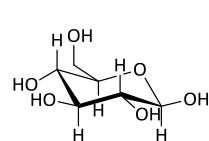
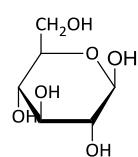
perspektivische Projektion



Molekülstruktur



β -D-Glucopyranose



β -D-Glucopyranose: alle Substituenten äquatorial \rightarrow stabilste Hexose!

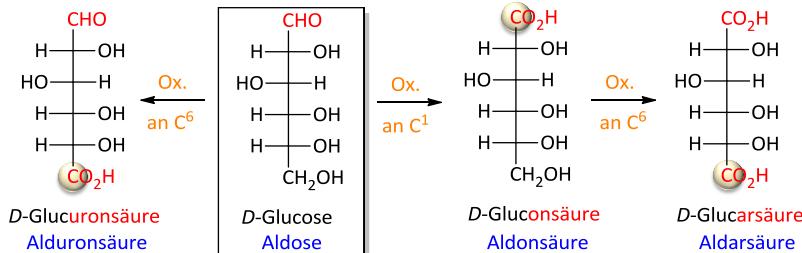
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Redoxreaktionen der Monosaccharide

- Aldehydgruppe in Aldosen lässt sich zu einer **Aldonsäure** oxidieren
 → Unterscheidung von Ketosen und Aldosen (Fehling-Probe, Tollens-Reagenz)
- stärkere Oxidationsmittel oxidieren einzelne OH-Gruppen

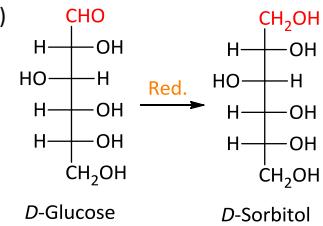


- Reduktion der Carbonylgruppe führt zu **Zuckeralkoholen (= Alditole)**

wichtige Zuckerersatzstoffe
 (Sorbit, Xylit, Mannit)



www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese



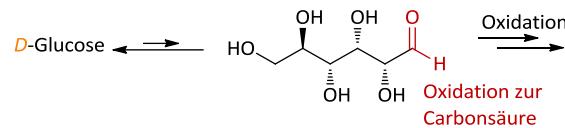
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

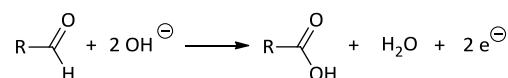
UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

Nachweisreaktionen für Monosaccharide

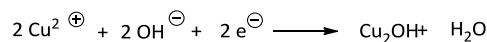
- **Fehling- und Tollens-Probe** zur Unterscheidung von Ketosen und Aldosen



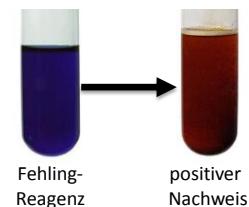
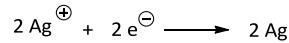
Oxidation



Reduktion: Fehling-Probe



Reduktion: Tollens-Probe



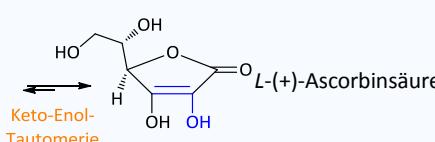
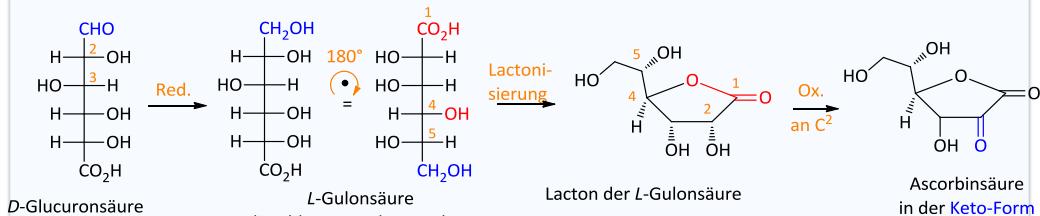
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Exkurs Vitamin C (Ascorbinsäure) – ein Oxidationsprodukt der Glucose

- Ascorbinsäure kann von Primaten nicht selbst synthetisiert (Aufnahme mit Nahrung erforderlich)
- Biosynthese ausgehend von D-Glucose bzw. deren Oxidationsprodukt D-Glucuronsäure.



Ascorbinsäure in der Enol-Form Endiol-Struktur bewirkt antioxidative Eigenschaften

Vitamin C Mangel führt z.B. zu Skorbut



kleinfleckige Kapillarblutungen

www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

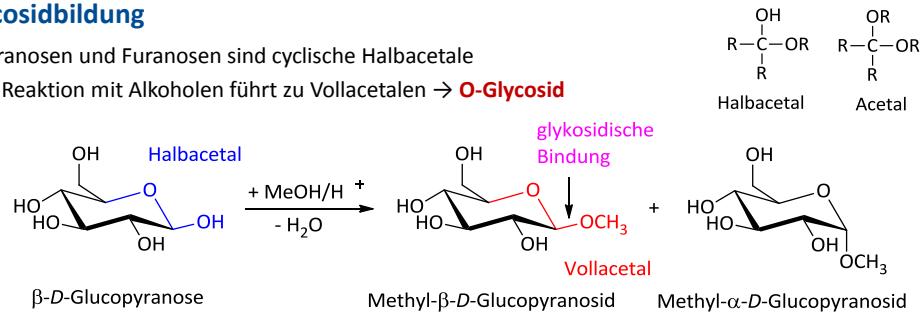
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

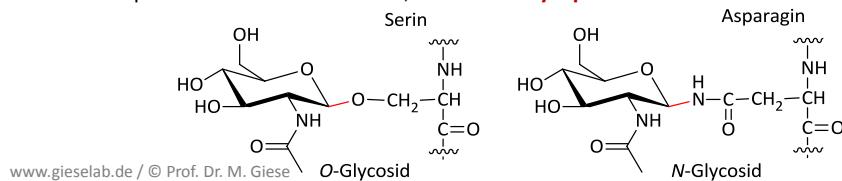
Glycosidbildung

- Pyranosen und Furanosen sind cyclische Halbacetale
→ Reaktion mit Alkoholen führt zu Vollacetalen → **O-Glycosid**



- Glycoside zeigen nicht mehr die typischen Eigenschaften der Aldosen (z.B. nicht-reduzierend) und

Analog wird mit einem Amin ein Aminal gebildet (**N-Glycosid**). Stammt die Alkohol- oder Aminkomponenten aus einem Protein, entstehen **Glycoproteine**.



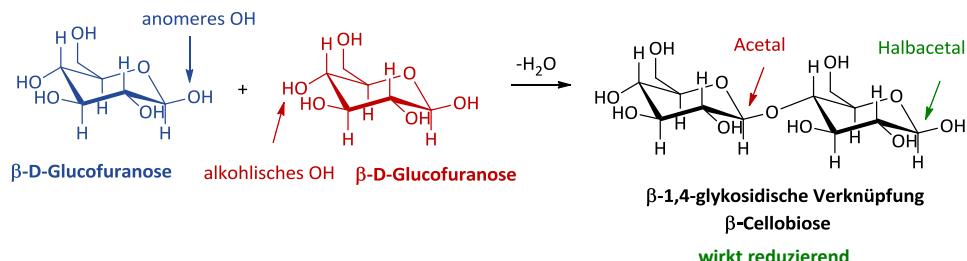
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

Disaccharide

- Reaktion des Halbacetal eines Zuckers mit einer Alkoholgruppe eines zweiten Monosaccharid führt zur Glycosidbildung → Bildung eines Disaccharid.



Merke Kondensation

Verknüpfung zweier Moleküle unter Abspaltung eines kleineren Moleküls (z.B. Wasser).

www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

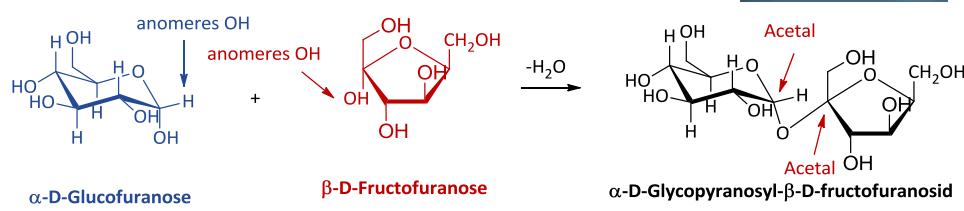
Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

Nichtreduzierende Disaccharide

- Glycosidbildung zwischen den beiden **anomeren OH-Gruppen** der Zucker
→ Bildung von **Vollacetalen** → **nichtreduzierendes Disaccharid**

„Haushaltszucker“



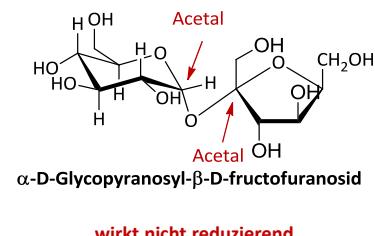
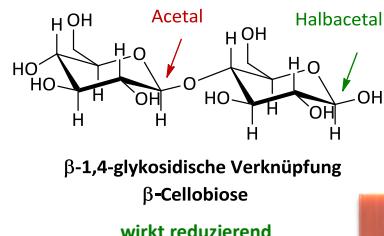
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Reduzierende und Nichtreduzierende Disaccharide - Vergleich

- Glycosidbildung zwischen einer **anomeren** und einer **alkoholischen OH-Gruppen** der Zucker
→ Bildung eines **Halbacetals** → **reduzierender Zucker**
- Glycosidbildung zwischen den beiden **anomeren OH-Gruppen** der Zucker
→ Bildung von **Vollacetalen** → **nichtreduzierendes Disaccharid**



positive Fehling-Probe

negative Fehling-Probe

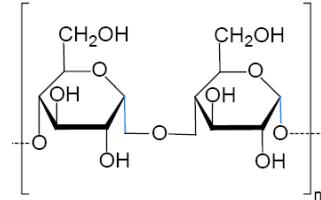
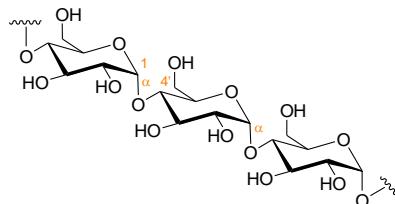
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

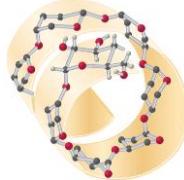
Polysaccharide: Amylose

- **Polysaccharide** entstehen durch Glycosidbindungen zwischen Monosacchariden
- drei wichtigsten Polysaccharide sind Stärke, Glycogen und Cellulose



Amylose (= löslicher Bestandteil der **Stärke**): α -D-Glucosemoleküle, die **1,4- α -glycosidisch** verknüpft sind

linearer Strang, der eine Helix bilden



→ **Iod-Stärke Reaktion**
(Einbau von I₂ in die Helix gibt blaue Farbe)



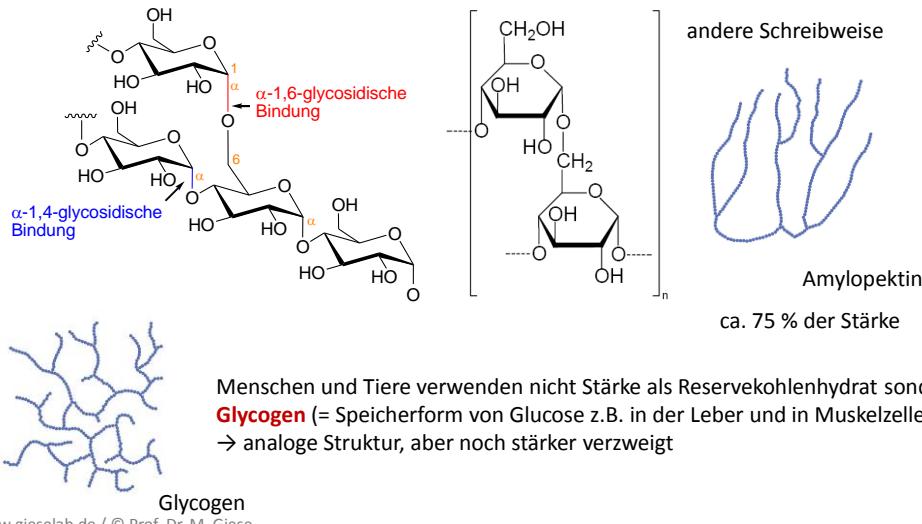
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Polysaccharide: Amylopektin und Glycogen

- alle 25-30 Glucoseeinheiten ist Stärke **verzweigt** durch eine α -1,6-glycosidische Bindung
- verzweigtes Polysaccharid wird als **Amylopektin** bezeichnet

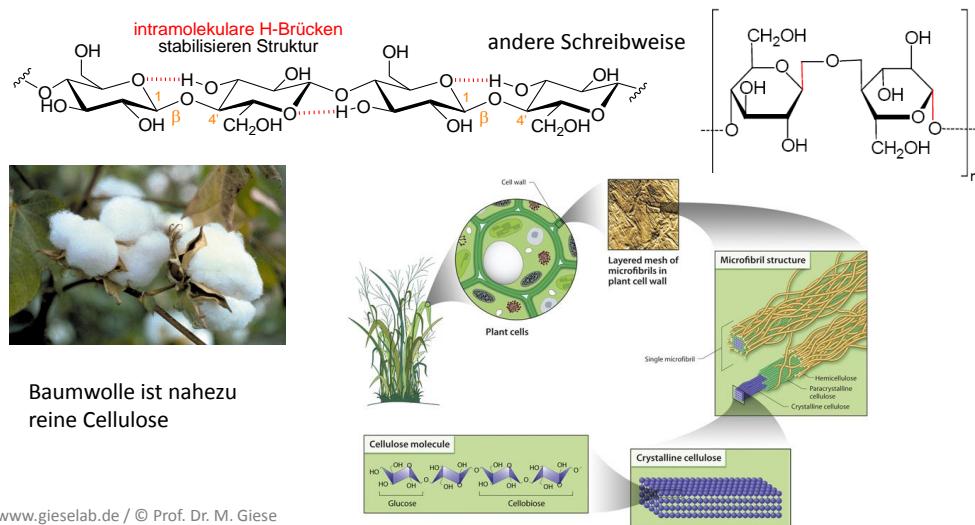


Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Polysaccharide: Cellulose

- Cellulose ist struktureller Baustein aller höheren Pflanzen
- Cellulose ist ein lineares Polysaccharid aus β -1,4-glycosidisch verknüpften β -D-Glucoseeinheiten



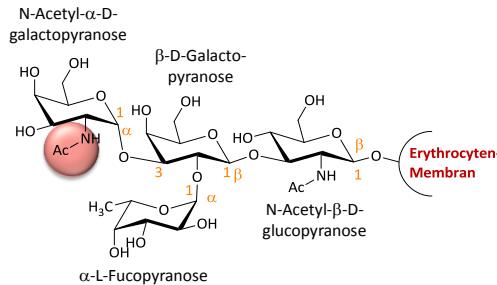
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

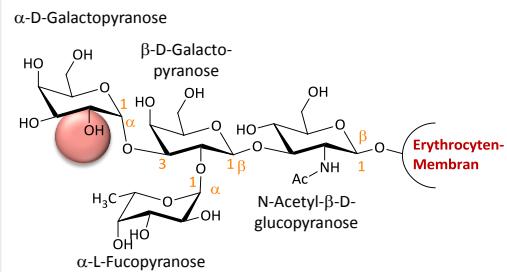
Glycosyierte Strukturen

- Kohlenhydrate sind an Zell-Zell-Erkennungsprozessen beteiligt
- Spezifität beruht auf glycosylierten Peptiden und Lipiden
- Blutgruppenspezifität ergibt sich aus der Tetrasaccharidstruktur auf der Erythrocytenmembran

Blutgruppe A-Spezifität



Blutgruppe B-Spezifität



www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

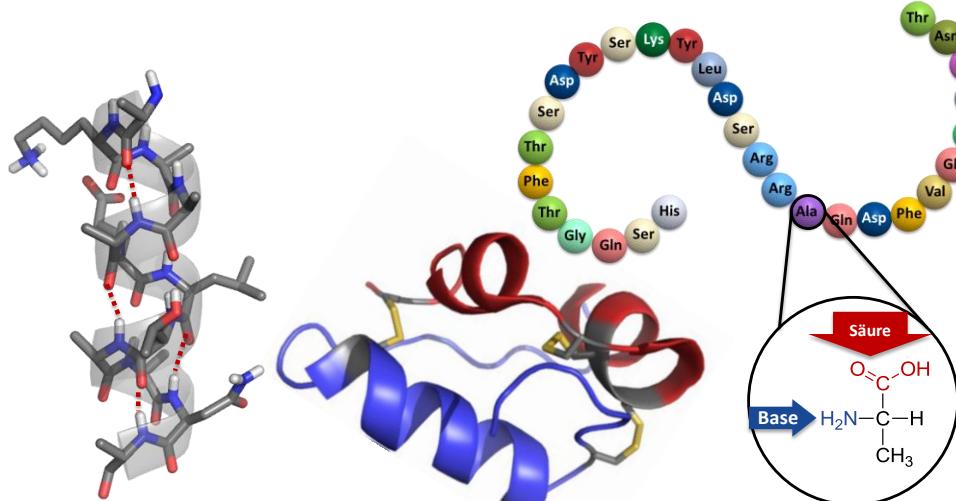
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

Aminosäuren, Peptide und Proteine

- **Peptide** und **Proteine** sind Oligomere bzw. Polymere von **Aminosäuren**
- Verknüpfung der einzelnen Aminosäuren über **Amidbindungen** (= **Peptidbindung**)



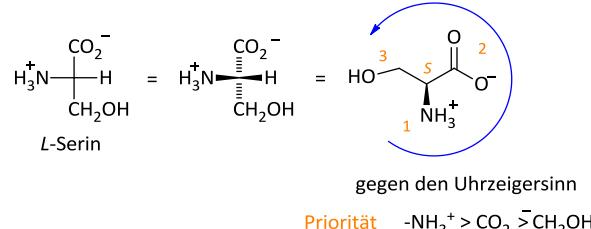
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

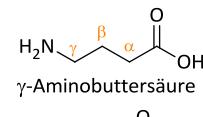
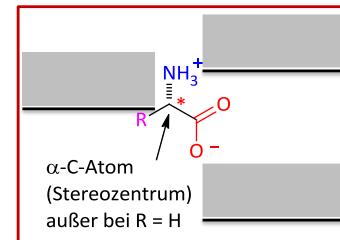
Aminosäuren

- Proteine sind lineare Polymere aus α -Aminosäuren.
- α -Aminosäuren sind **chiral** (Ausnahme Glycin, R = H)
- es gibt 20 proteinogene Aminosäuren



In Proteinen kommen nur die **L-Aminosäuren** vor.

diese sind alle *S*-konfiguriert (Ausnahme Cystein)



Neurotransmitter
im Gehirn

www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

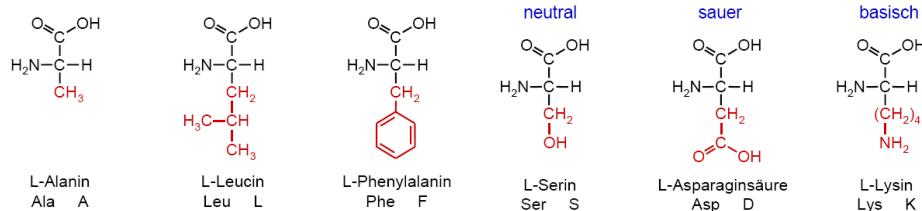
Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

Einteilung der Aminosäuren

Seitenkette R bestimmt die chemische Eigenschaften, daher unterscheidet man:

- Aminosäuren mit **unpolaren Seitenketten**
aliphatischen (Glycin, Alanin, Leucin, Valin, Isoleucin, Methionin, Prolin) oder aromatischen Resten (Phenylalanin, Tryptophan, Tyrosin, Histidin).
- Aminosäuren mit **polaren, ungeladenen Seitenketten**
mit OH- (Serin, Threonin), SH- (Cystein) oder Carboxamid-Gruppe (Asparagin, Glutamin)
- Aminosäuren mit **polaren, unter physiologischen Bedingungen geladenen Seitenketten**
mit **sauen** (Asparaginsäure, Glutaminsäure) oder mit **basischen** Resten (Lysin, Arginin)

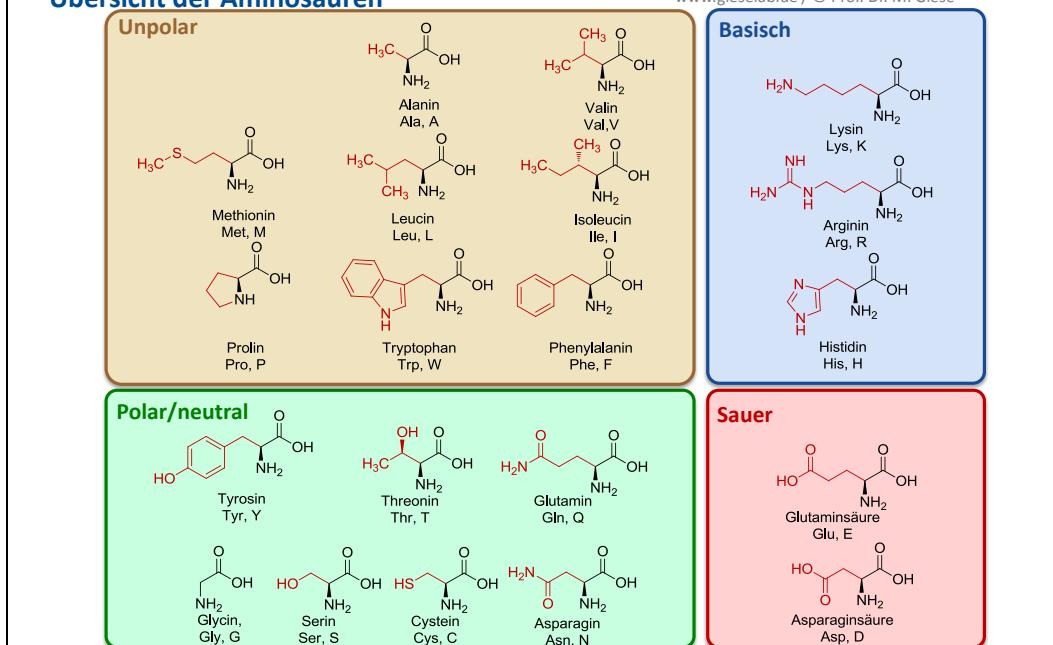


www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Übersicht der Aminosäuren

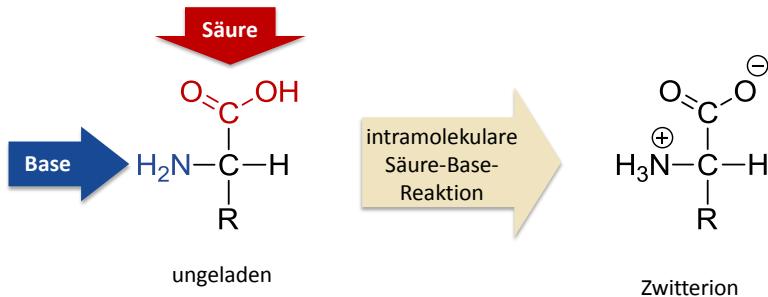


Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Säure-Base-Eigenschaften der Aminosäuren

- Jede Aminosäure enthält eine Säuregruppe und eine basische Aminogruppe → **Ampholyte**



Unter physiologischen Bedingungen liegen Aminosäuren daher als Zwitterionen vor.

Allerdings besitzen einige Aminosäuren zusätzlich noch saure oder basische Gruppen in der Seitenkette, die ebenfalls protoniert (Lys, Arg) oder deprotoniert (Asp, Glu) vorliegen.

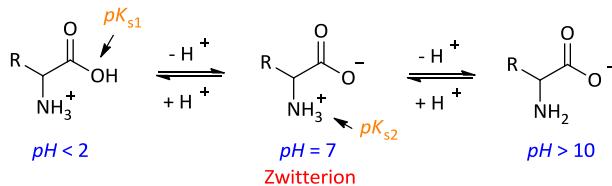
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

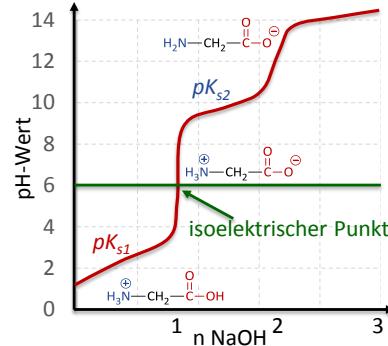
Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Isoelektrischer Punkt

- jede Aminosäure hat genau einen pH-Wert, bei dem die Aminosäure als Zwitterion vorliegt (= **isoelektrischer Punkt IEP (pH_{IP}, pI)**)
- isoelektrischer Punkt entspricht dem Mittelwert der beiden pKs-Werte



$$pH_{IP} = \frac{1}{2}(pK_{S1} + pK_{S2})$$

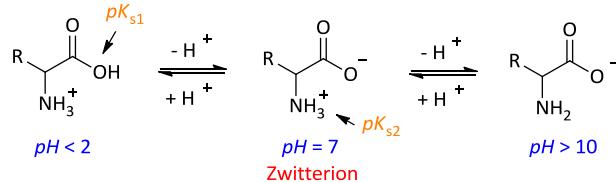


IEP ist für jede Aminosäure unterschiedlich
⇒ **charakteristische Stoffkonstante**

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

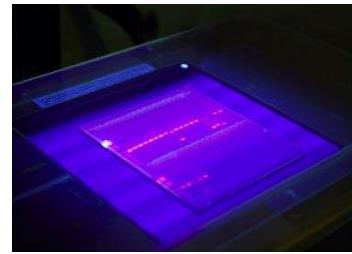
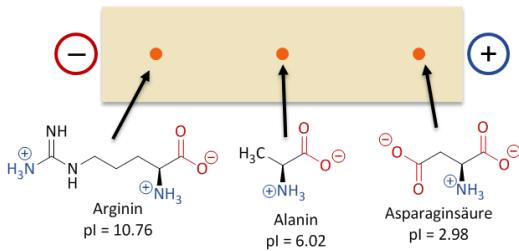
UNIVERSITÄT
 DUISBURG
 ESSEN
Offen im Denken

Trennung von Aminosäuren - Gelelektrophorese



$$pH_{IP} = \frac{1}{2}(pK_{S1} + pK_{S2})$$

Trennung von Aminosäuren mittels Elektrophorese



www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

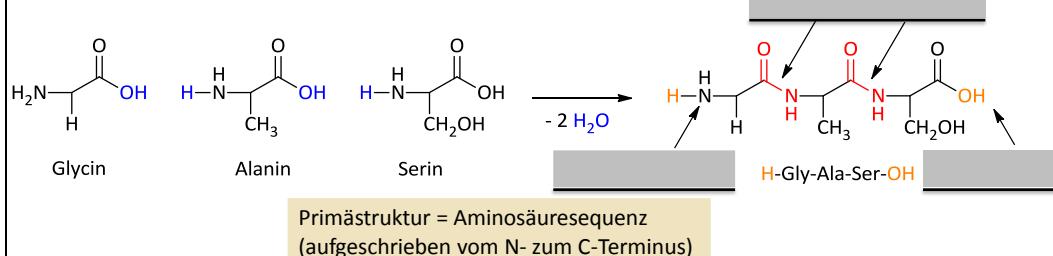
Auswertung eines Elektrophorese-Gels unter UV-Licht.

Notizen:

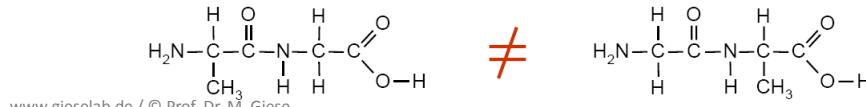
Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Peptide

- Peptid = lineares Polymer aus α -Aminosäuren, die über **Amidbindungen** verknüpft sind



Achtung: Ein Peptidstrang besitzt eine definierte Richtung.

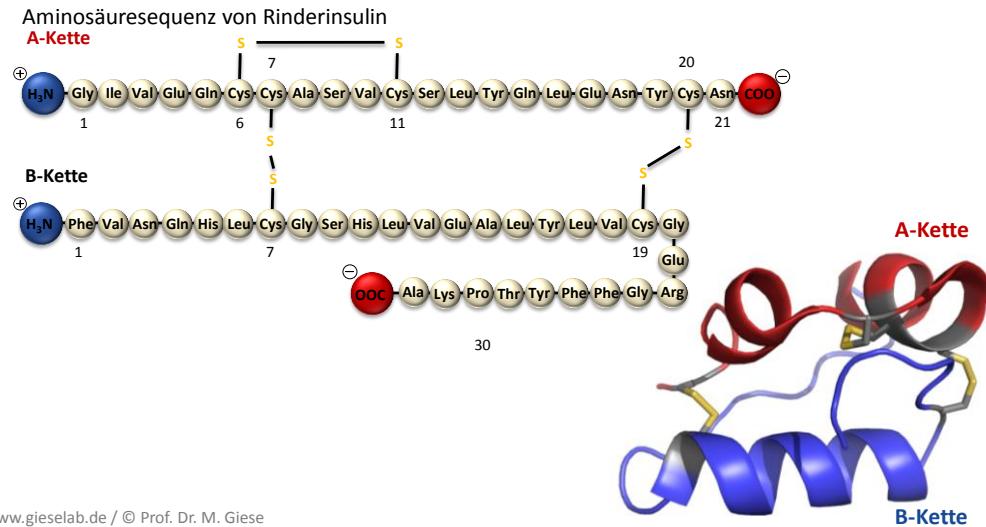


Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Primärstruktur von Peptiden

- Abfolge der Aminosäuren (Aminosäuresequenz)

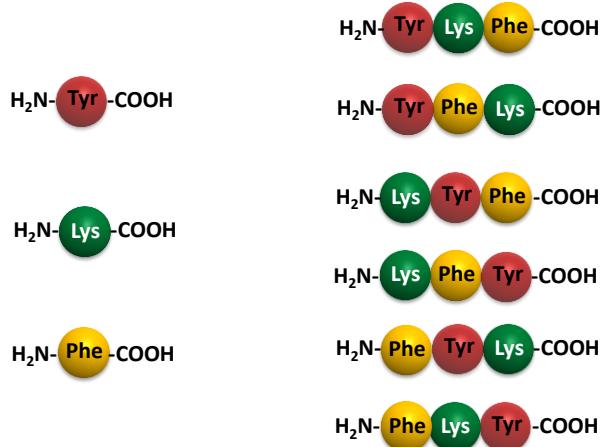


Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Konstitutionsisomere Tripeptide

- drei Aminosäuren → $3! = 3 \cdot 2 \cdot 1 = 6$ konstitutionsisomere Tripeptide in denen alle drei Aminosäuren einmal vorkommen



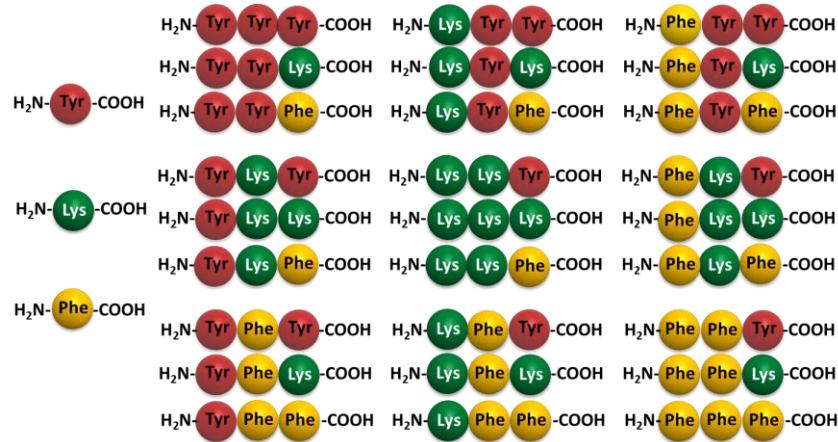
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Tripeptide

- können die Aminosäuren zudem mehrfach auftauchen $\rightarrow 3^3 = 27$ Tripeptide



Achtung: Diese sind natürlich nicht mehr alle Konstitutionsisomere zueinander.

Peptide wie H-Ala-Ala-Ala-OH und H-Ala-Ala-Met-OH sind überhaupt keine Isomere.

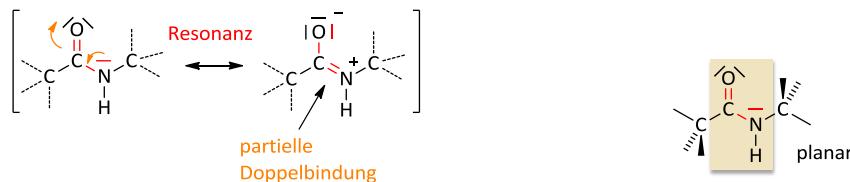
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

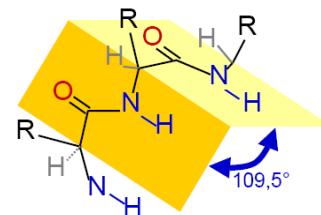
Besonderheiten der Amidbindung

- Peptide weisen relativ **starre Struktur** auf → Amidbindung besitzt ~40% **Doppelbindungscharakter**



- Amidgruppe ist **planar**
- keine freie Drehbarkeit** um die C-N-Bindung
- Amidbindung ist sehr **stabil**
- Stickstoff ist **nicht** mehr **basisch**

Planarität der einzelnen Amidgruppen schränkt die möglichen Konformationen einer Peptidkette stark ein
⇒ nur wenige stabile **Sekundärstrukturen**



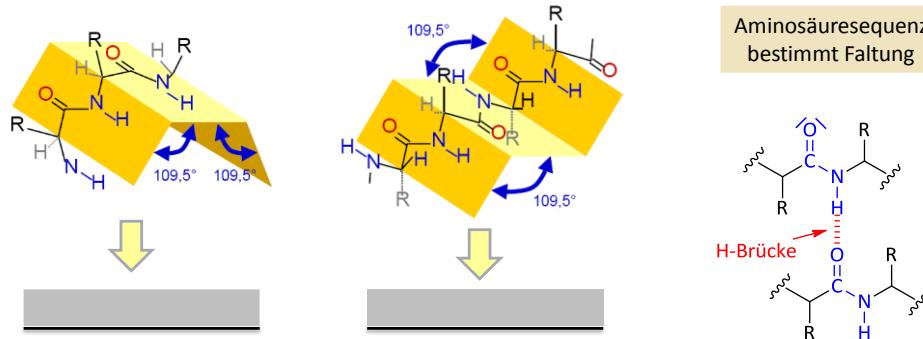
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Sekundärstruktur von Peptiden

- Peptidkette = Aneinanderreihung von *trans*-konfigurierten Amidbindungen
- 109°-Verdrehung entweder in die gleiche oder in entgegengesetzte Richtungen



⇒ Zwei **Sekundärstrukturelemente**
die durch Wasserstoffbrücken zwischen weiter entfernten Amidgruppen
entlang der gefalteten Kette stabilisiert werden.

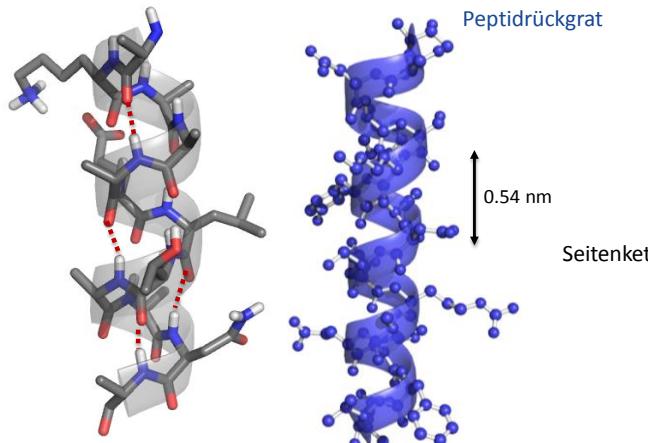
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

α -Helix

- planaren Amidgruppen in gleicher Richtung verdreht
- rechtsgängige Helix
- Ganghöhe 3,6 Aminosäuren (= 0,54 nm)
- H-Brücken zwischen den Aminosäuren i und i+4



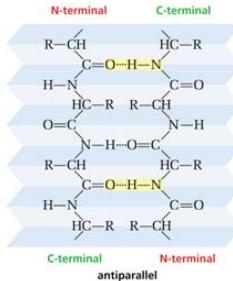
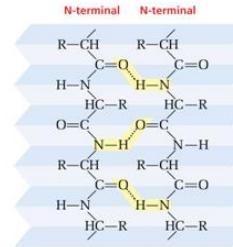
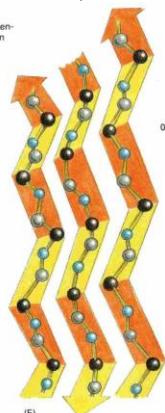
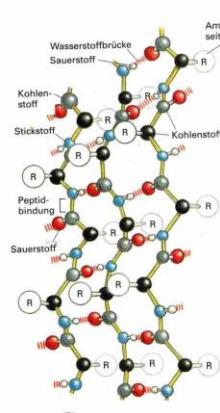
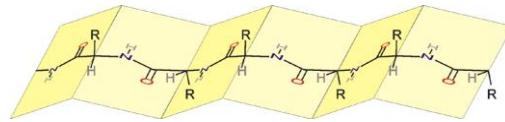
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

β -Faltblatt

- planaren Amidgruppen in entgegengesetzte Richtung verdreht
- flache, gefaltete, zickzackartige Bandstruktur
- H-Brücken zwischen benachbarten Bändern
- Bänder können parallel oder antiparallel angeordnet sein



Seitenketten R zeigen von der Ebene des Faltblattes abwechselnd nach oben und unten

Notizen:

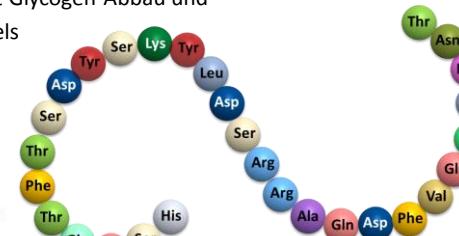
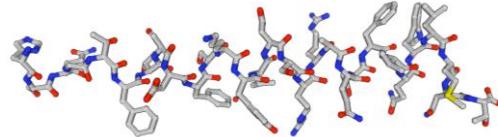
Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

Peptide mit eindeutiger Sekundärstruktur

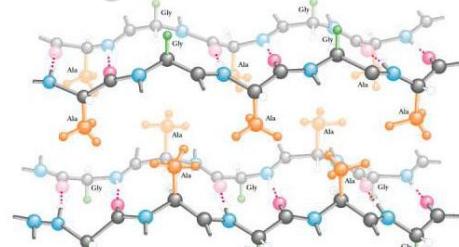
Glucagon

- Pankreas-Hormon: Antagonist des Insulins: steigert Glycogen-Abbau und Gluconeogenese → Erhöhung des Blutzuckerspiegels
- 29 Aminosäuren, ausschließlich α -Helix



Seidenproteine

- β -Keratin, ausschließlich β -Faltblatt



www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

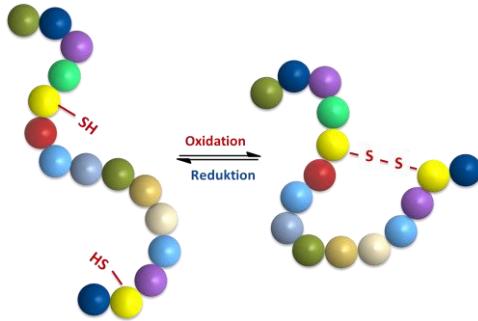
Tertiärstruktur eines Proteins

Tertiärstruktur = dreidimensionale Struktur des gesamten Proteins

Abfolge der Sekundärstrukturelemente (α -Helix, β -Faltblattstruktur) und ihre relative Anordnung zueinander

Die meisten Proteine enthalten sowohl α -Helices als auch β -Faltblätter sowie Schleifen (Loops) und ungeordneten Bereiche.

Disulfidbrücken



Die Aminosäuresequenz (Primärstruktur) bestimmt die Faltung eines Proteins.

www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

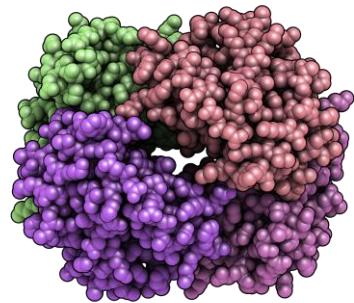
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

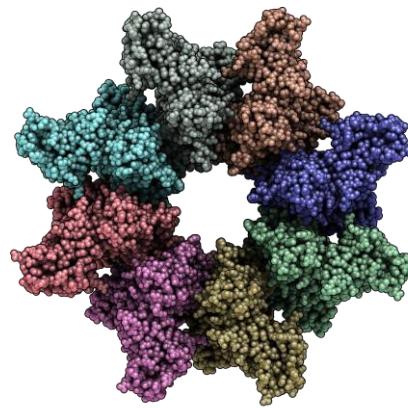
UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

Quartärstruktur eines Proteins

Häufig lagern sich auch mehrere Proteine zu einem funktionellen Komplex zusammen →
Quartärstruktur



Hämoglobin (Tetramer)



Anthrax Toxin (Octamer)

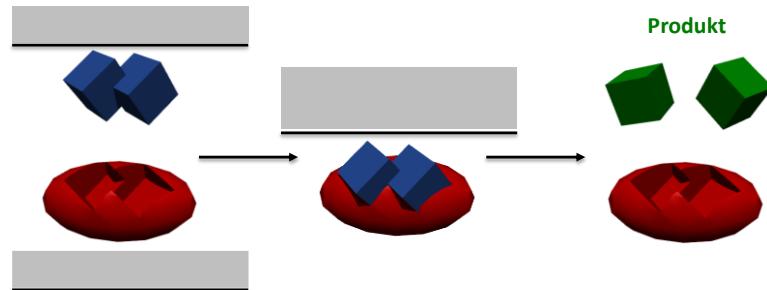
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Enzyme

- Enzyme sind meistens Proteine die als Biokatalysatoren fungieren
- kleine Moleküle wie ATP, NADH oder Hämgruppen dienen als Cofaktoren (= **Coenzyme**)
- im **aktiven Zentrum** findet die chemische Reaktion statt
- Substrat und aktives Zentrum müssen komplementär zueinander sein → **Schlüssel-Schloss-Prinzip**



www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

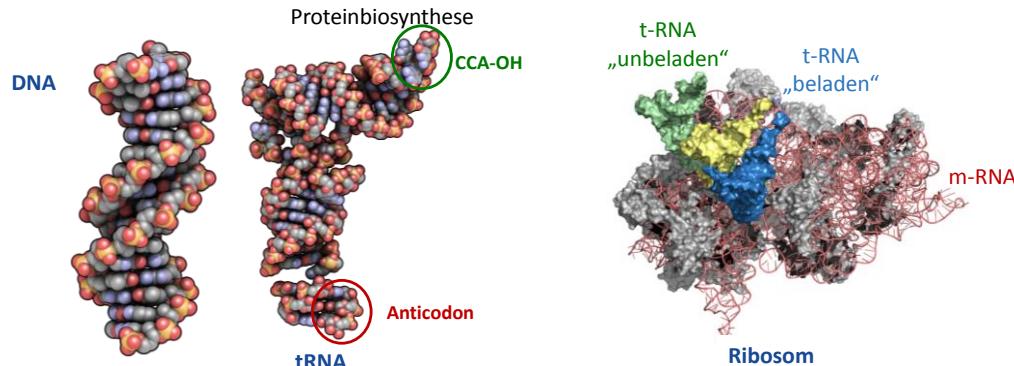
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Nucleinsäuren

Nucleinsäure tragen Informationen:

- **Desoxyribonucleinsäure (DNA)** = Erbinformation eines Lebewesens
 - Gesamtheit der DNA = **Genom** bezeichnet
 - Einzelne Abschnitte der DNA codieren Informationen zur Biosynthese von Proteinen oder RNA-Molekülen → Abschnitte = **Gene**
- **Ribonucleinsäuren (RNA)** = Übermittlung der Information der DNA, Unterstützung der Proteinbiosynthese

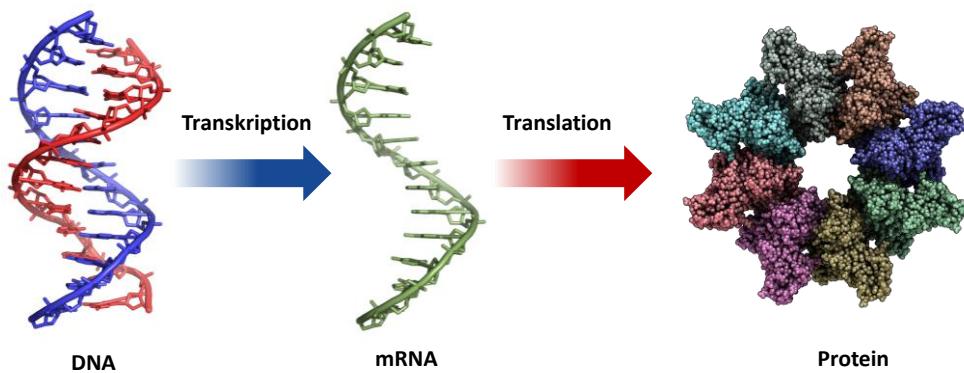


www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Zentrales Dogma der Molekularbiologie



F. Crick (1958)

www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

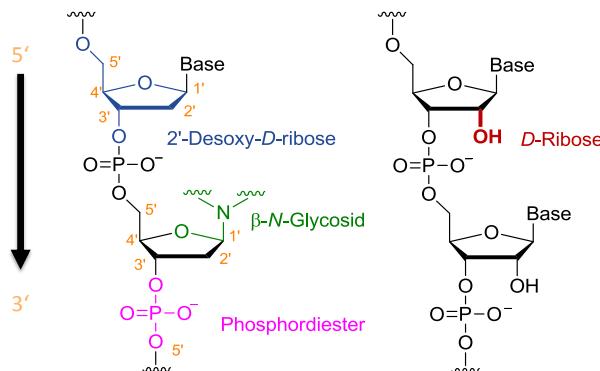
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Aufbau der Nucleinsäuren

DNA und RNA sind analog aufgebaut:

- lineares Polymer von **Zuckerbausteinen**, verknüpft über **Phosphordiesterbindungen**
- **Nucleinbase** (= aromatischer Heterocyclus) am anomeren C-Atom (β -N-glycosidisch gebunden)
- Unterschied: DNA (Zucker = **2'-Desoxy-D-ribose**), RNA (Zucker = **D-Ribose**)



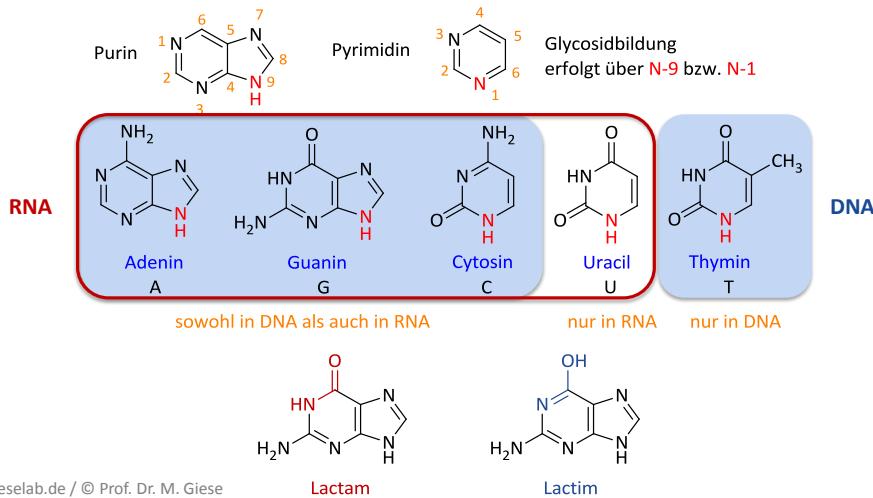
www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Die Basen der Nucleinsäuren

- DNA und RNA enthalten je vier heterocyclische Nucleinbasen
- Nucleinbasen sind β -N-glycosidisch an Zucker
- Zwei Nucleinbasen leiten sich vom **Purin** und zwei vom **Pyrimidin** ab



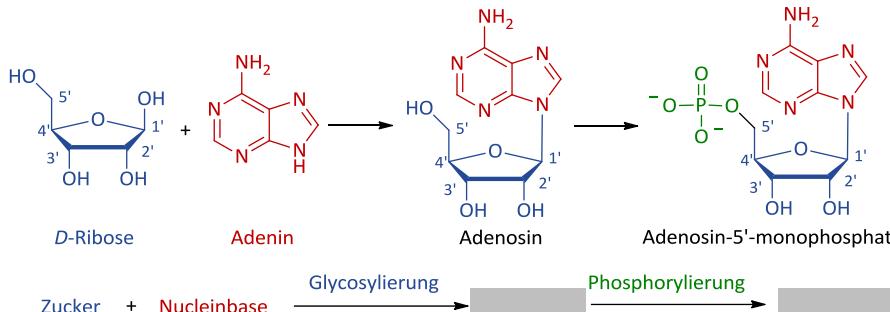
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

Aufbau eines Nucleotids

- Zucker + Nucleinbase = **Nucleosid**
- Phosphorylierung führt zum **Nucleotid** (= Ester der Phosphorsäure)
- Polykondensation führt zur Nucleinsäure (= **Polynucleotid**)



www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

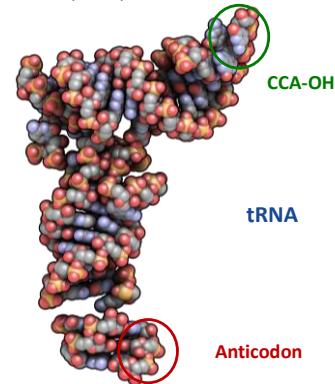
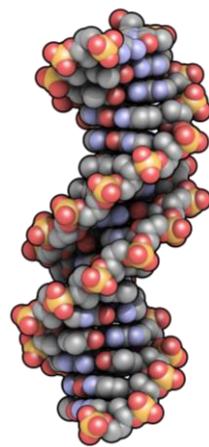
Struktur der Nucleinsäuren

- **DNA** = langes Polynucleotid (> 100.000 Nucleotide), Doppelhelix, chemisch sehr stabil
- **RNA** = relativ kurz (einige Tausend Nucleotide), Einzelstrang, instabil, hydrolysiert leicht



Bakteriophage T2 mit DNA

DNA Doppelstrang



- RNA kommt fast nur als Einzelstrang vor
- viele verschiedene Strukturen bekannt

www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

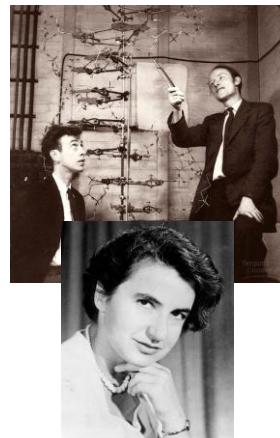
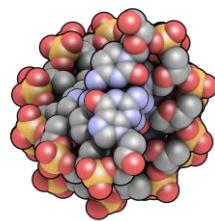
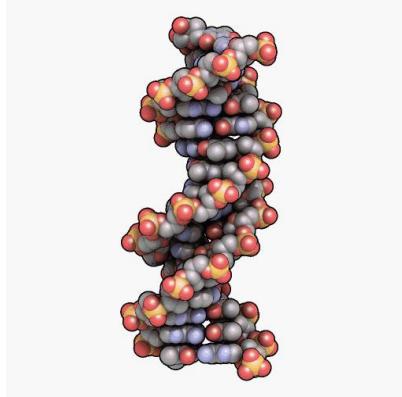
Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

DNA-Doppelstrang

- unter physiologischen Bedingungen bilden zwei Stränge der Desoxyribonucleinsäure eine rechtsgängige Doppelhelix (B-Form) aus
- Nucleinbasen zeigen nach innen
- Zucker-Phosphat-Rückgrat zeigt nach außen

Watson und **Crick** (1953)
Nobelpreis für Physiologie und Medizin, 1962



Rosalind Franklin

www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

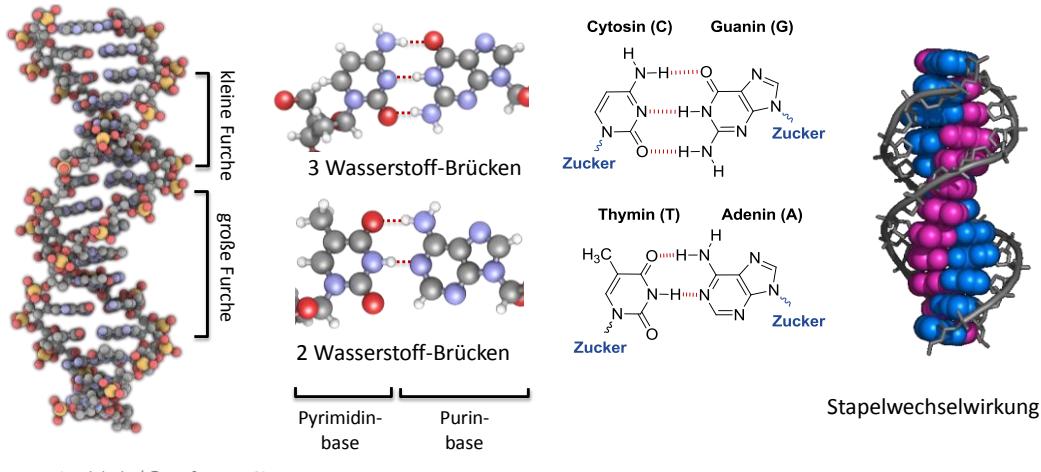
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

Basenpaarung

- nur bestimmte Basenpaare möglich: Adenin + Thymin (**A-T**) und Guanin + Cytosin (**G-C**)
- **Wasserstoffbrücken** halten Basenpaare zusammen
- zusätzliche Stabilisierung der Doppelhelix durch **Stapelwechselwirkung** der aromatischen Basen

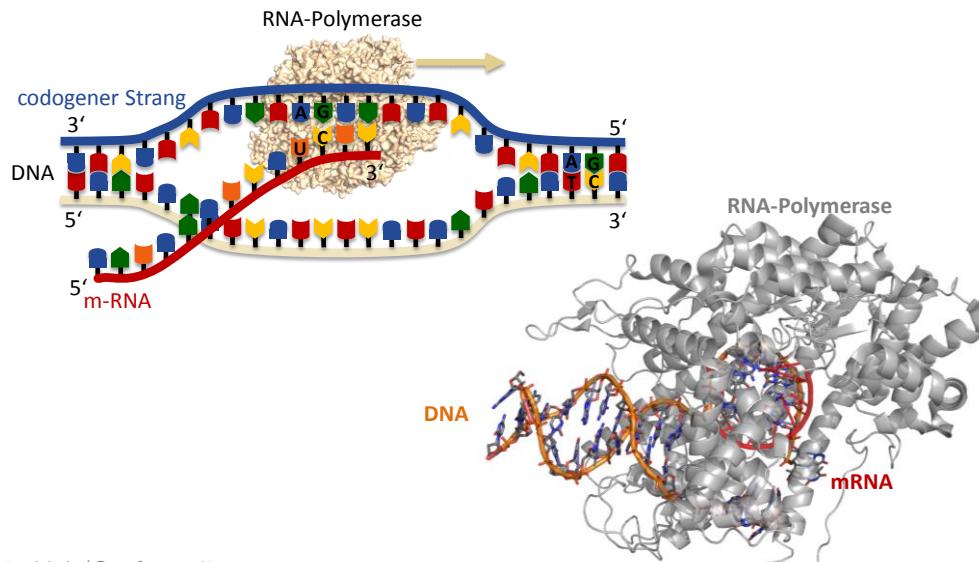


www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

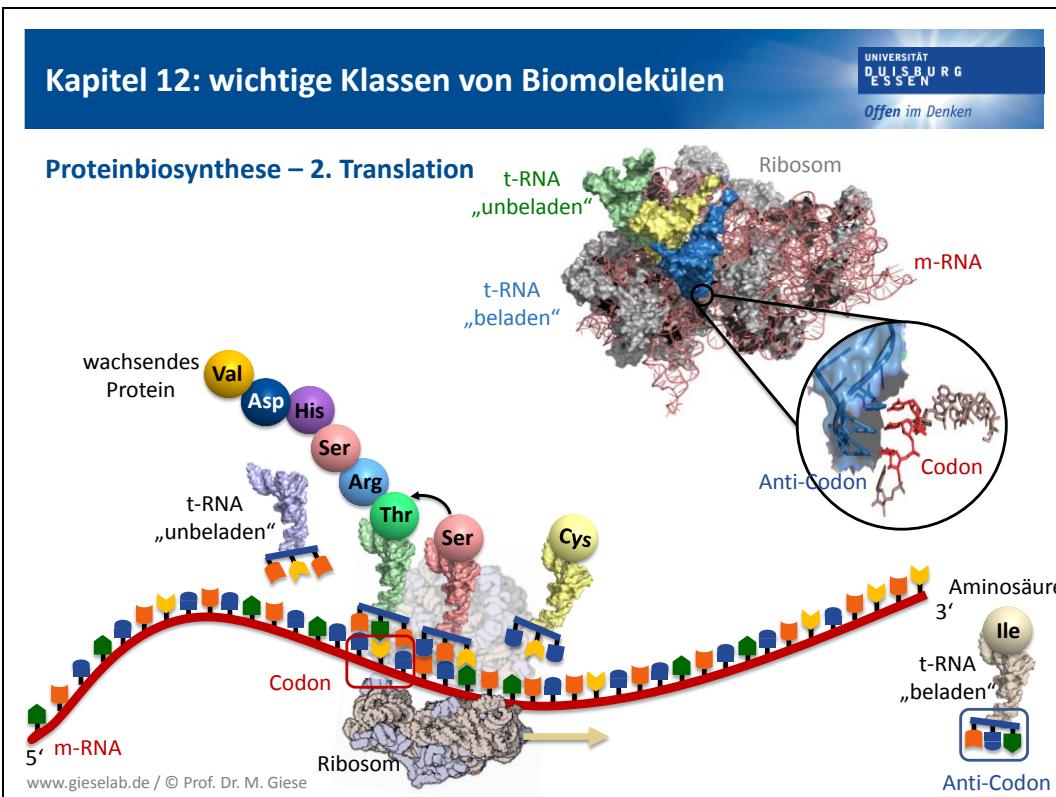
Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

Proteinbiosynthese – 1. Transkription



www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:



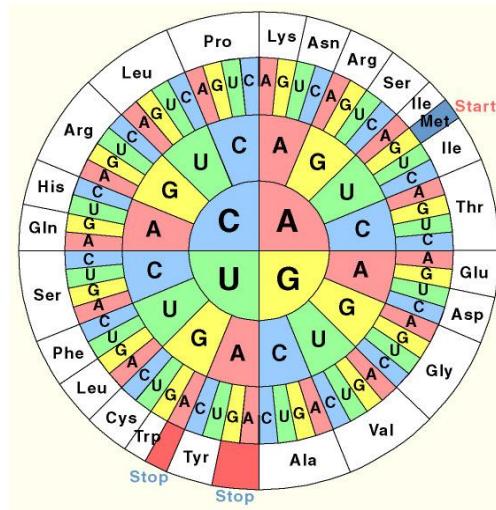
Notizen:

Kapitel 12: wichtige Klassen von Biomolekülen

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

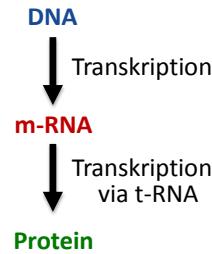
Der genetische Code

- DNA enthält die Aufbauanleitung für die Synthese der Proteine.
- Drei DNA-Basen (= Codon) stehen jeweils für eine Aminosäure



insgesamt $4^3 = 64$ verschiedene Codons

pro Aminosäure jeweils mehrere Codons



www.gieselab.de / © Prof. Dr. M. Giese

Notizen:

Zusammenfassung

- **Kohlenhydrate** (Saccharide) sind **Polyhydroxycarbonylverbindungen** und deren Derivate
- man unterscheidet: **Aldosen** und **Ketosen**
- Monosaccharide werden nach der Anzahl ihrer C-Atome klassifiziert: Triosen, Tetrosen, Pentosen, Hexosen
- **D-Glucose** ist das wichtigste Monosaccharid
- **D-Mannose** und **D-Galactose** sind weitere wichtige Monosaccharide und **Epimere** der **D-Glucose**
- Monosaccharide weisen chemische Eigenschaften von Alkoholen und Carbonylverbindungen auf
→ reduzierende Eigenschaften von Aldosen dienen als Zuckernachweis
- Pentosen und Hexosen liegen in wässriger Lösung als **cyclische Halbacetale** vor
→ Fünfring (**Furanosen**) oder Sechsring (**Pyranosen**)
→ neues Stereogenes Zentrum führt zu zwei Diastereomeren: **α** und **β-Anomere**
- Reaktion eines Nucleophils mit der anomeren OH-Gruppe führt zu einem **Glycosid**
- Bausteine der Proteine und Peptide sind **α-Aminosäuren**
- man unterscheidet **21 proteinogene L-Aminosäuren**:
 - Aminosäure mit unpolaren Resten (Ala, Val, Leu, Ile, Met, Pro)
 - Aminosäure mit aromatischen Resten (Phe, Tyr, Trp)
 - Aminosäure mit polaren, ungeladenen Resten (Ser, Cys, Thr, Asn, Gln, Sec)
 - Aminosäuren mit basischen Resten (Lys, Arg, His)
 - Aminosäuren mit sauren Resten (Asp, Glu)
- Aminosäuren sind Ampholyte und besitzen einen charakteristischen **isoelektrischen Punkt** ($\text{pI} = \frac{1}{2} \cdot (\text{pK}_{\text{S1}} + \text{pK}_{\text{S2}})$)
- Aminosäuren sind durch **Amidbindungen** zu Peptiden oder Proteinen verknüpft
- man unterscheidet:
 - **Primärstruktur** (Abfolge der Aminosäuren)
 - **Sekundärstruktur** (α -Helix oder β -Faltblatt)
 - **Teriärstruktur** (3-dimensionale Gesamtstruktur eines Proteins)
 - **Quartärstruktur** (Zusammenlagerung mehrerer Proteine)
- **Enzyme** (meist Proteine) sind biochemische Katalysatoren
- **Nucleinsäuren** sind **Polynucleotide** und tragen die Erbinformation
- **Nucleotide** bestehen aus einem an der 3'- oder 5'-OH-Gruppe phosphorylierten **Nucleosid** (Zucker + Nucleinbase)
- Zucker der Nucleoside sind: **D-Ribose** (RNA) oder **2'-Desoxy-D-ribose** (DNA)
- **Nucleinbasen** sind: **Adenin** und **Guanin** (Purinbasen) und **Cytosin, Thymin** und **Uracil** (Pyrimidinbasen)
- in der DNA bilden die Nucleinbasen Paare aus, die durch Wasserstoffbrückenbindungen verknüpft sind (**Watson-Crick-Paarung**):
 - Adenin und Thymin bilden 2 H-brücken aus
 - Guanin und Cytosin bilden 3 H-Brücken