

N u k l e i n s ä u r e n

1. Die Nukleinsäuren (DNA / RNA)	2
1.1. Aufbau d. Desoxyribonukleinsäure	2
1.2. Aufbau der Ribonukleinsäure	2
2. Replikation der DNA	2
3. Biosynthese von Proteinen	2
3.1. Gene / genetischer Code	2
3.2. Transkription	2
3.3. Translation	2
AB: Nukleinsäuren; Bausteine und Struktur	3
Folie: Strukturformeln	4
AB: Identische Reduplikation u. Genetischer Code	5
AB: Proteinbiosynthese; mRNA und tRNA	6
Folie: Nobelpreis Chemie 2009	7

Anmerkung: es gibt kaum Quellenangaben, diese Materialien sind ausschließlich zur Nachbereitung meines Unterrichts vorgesehen, nicht für eine weitere Veröffentlichung.

Bei den Seiten mit dem Unterrichtsgang stehen links die Regieanweisungen (Symbole hoffentlich selbsterklärend) und rechts der Tafelanschrieb.

- Nukleinsäuren; Bausteine und Struktur
- Identische Reduplikation und genetischer Code
- Proteinbiosynthese; mRNA und tRNA

C. Nukleinsäuren, DNA und Proteinbiosynthese



Folie



1. Die Nukleinsäuren (DNA / RNA)

1.1. Aufbau der Desoxyribonukleinsäure (DNS / DNA)

Vier **organische Basen** tragen die genetische Information der DNA.

Die beiden Purine, **Adenin** und **Guanin**, haben Doppelringe; die beiden Pyrimidine, **Cytosin** und **Thymin** haben nur einen Ring. Eine Base und ein Zuckermolekül (Desoxyribose) bilden ein Nukleosid, kommt noch der Phosphorsäurerest dazu bildet sich das Nukleotid.

Das **Rückgrat der DNA** ist ein langes Polymeres aus alternierenden Phosphat- und Desoxyribose-Molekülen, die in Position 3' und 5' des Zuckers verestert sind.

1.2. Aufbau der Ribonukleinsäure (RNS / RNA)

In der Ribonukleinsäure ist Thymin durch Uracil ersetzt (dem die Methylgruppe fehlt). Anstelle der Stelle der Desoxyribose tritt die Ribose.

2. Replikation der DNA

Replikation: identische DNA-Verdoppelung vor der Zellteilung.

Bei der **Replikation** der DNA werden die beiden Stränge voneinander getrennt und zu jedem ein neuer Strang aufgebaut. Die Tochtermoleküle sind exakte Kopien der Eltern, und jedes von ihnen enthält einen Elternstrang.

3. Biosynthese von Proteinen

3.1. Gene / genetischer Code

Als ein **Gen** wird der Abschnitt der **DNA** bezeichnet, der die Information (Baupläne) für **genau ein bestimmtes Protein** gespeichert hat. Jeweils drei aufeinanderfolgende Glieder der Basen Adenin, Guanin, Cytosin und Thymin bzw. Uracil (Basentriplett/Codon) verschlüsseln eine bestimmte Aminosäure.

Der genetische Code: dargestellt als genetische „RNA-Sonne“. Die Triplets (Codons) sind von innen nach außen zu lesen.

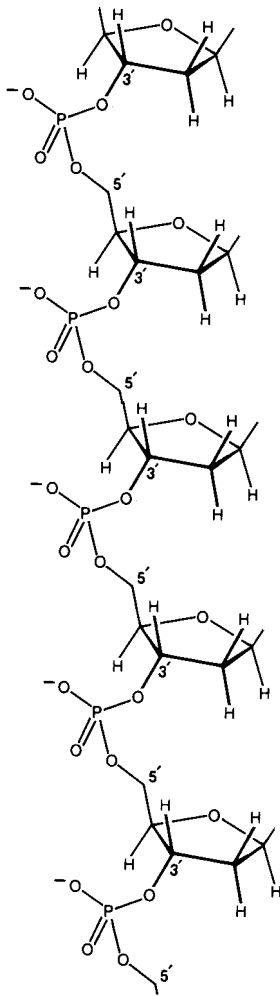
3.2. Transkription

Transkription: Komplementär zur DNA bildet sich die mRNA (messenger RNA). Übersetzung des DNA-Codes in RNA-Moleküle.

3.3. Translation

Translation: Komplementär zur mRNA lagert sich in den Ribosomen an jedem Basentriplett (der mRNA) eine bestimmte t(transfer)RNA an. An jeder tRNA hängt jeweils eine ganz bestimmte Aminosäure (vgl. genetischer Code). Die Aminosäuren werden an die wachsende Peptidkette angeknüpft. Häufig wird die Peptidkette noch in einer bestimmten Struktur gefaltet oder gedreht (vgl. UE: Aminosäuren und Proteine – Punkt 3.: Struktur der Proteine).

Nukleinsäuren; Bausteine und Struktur



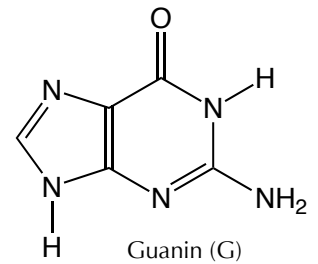
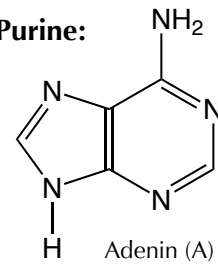
Vier **organische Basen** tragen die genetische Information der DNA.

Die beiden Purine, **Adenin** und **Guanin**, haben Doppelringe; die beiden Pyrimidine, **Cytosin** und **Thymin** haben nur einen Ring.

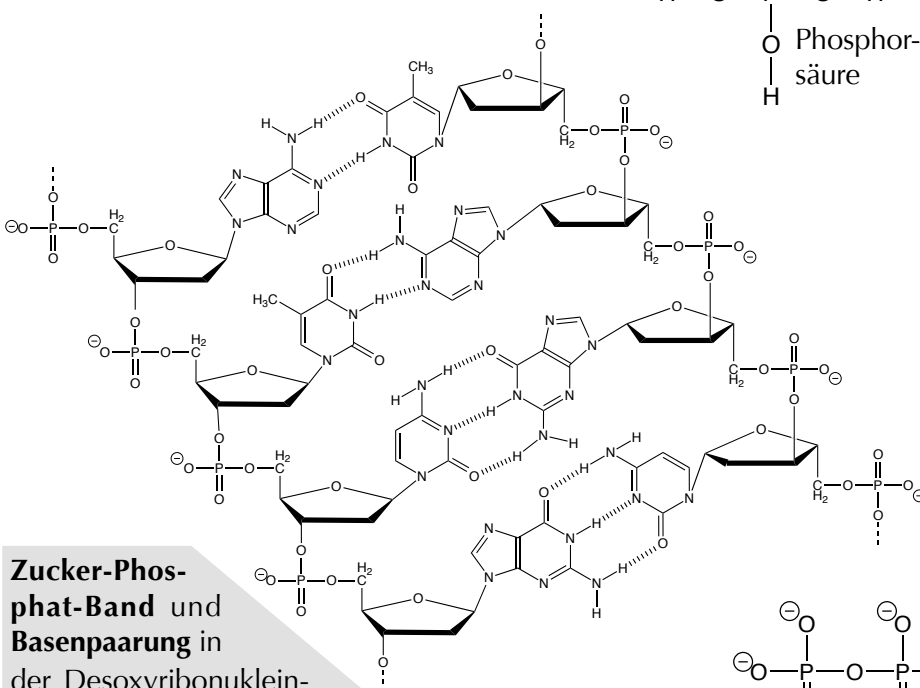
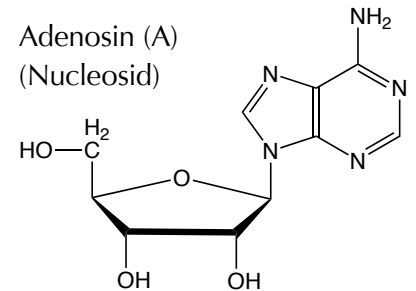
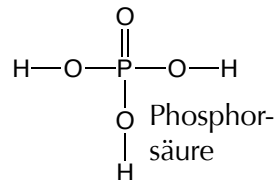
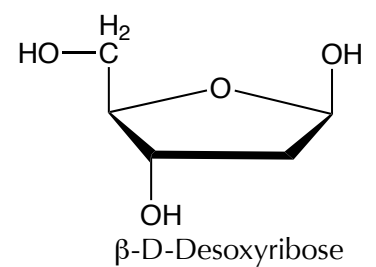
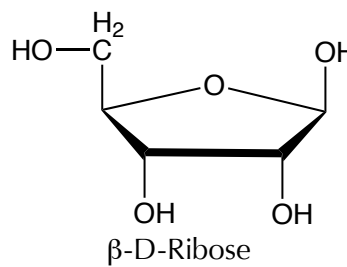
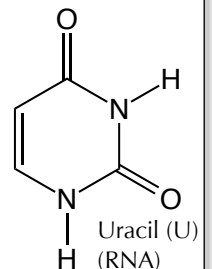
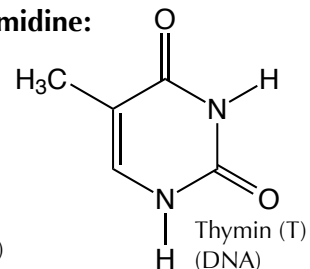
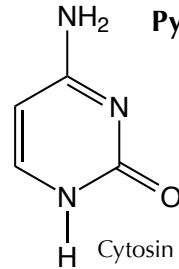
In der RNA ist Thymin durch **Uracil** ersetzt, dem die Methylgruppe fehlt.

Das **Rückgrat der DNA** ist ein langes Polymeres aus alternierenden Phosphat- und Desoxyribose-Molekülen, die in Position 3' und 5' des Zuckers verestert sind.

Purine:

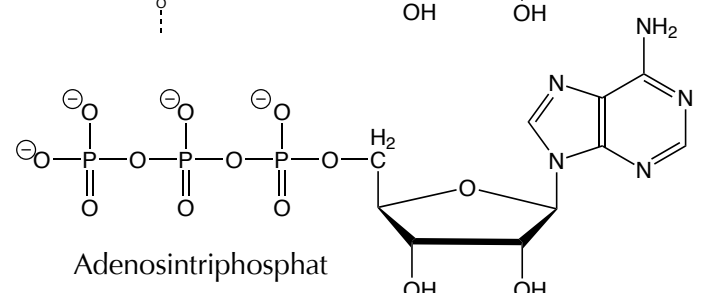
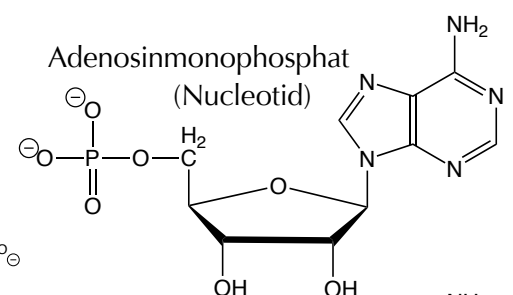


Pyrimidine:

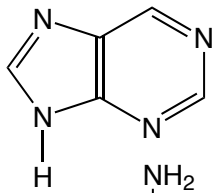


Zucker-Phosphat-Band und Basenpaarung in der Desoxyribonukleinsäure (Formelausschnitt)

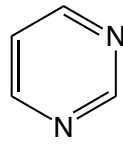
Viren: $5 \cdot 10^4$, Bakterien $4,6 \cdot 10^6$
Mensch: $3,27 \cdot 10^9$ Basenpaare)



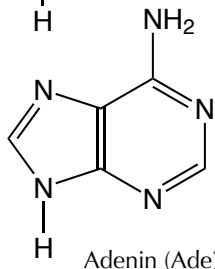
Strukturformeln



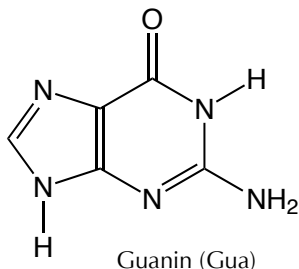
Purin



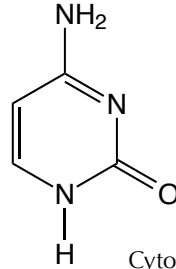
Pyrimidin



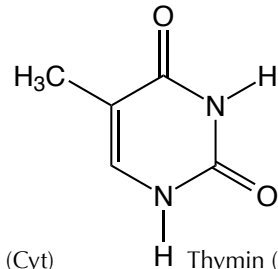
Adenin (Ade)



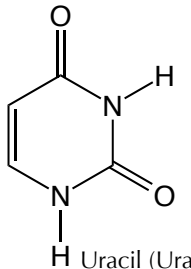
Guanin (Gua)



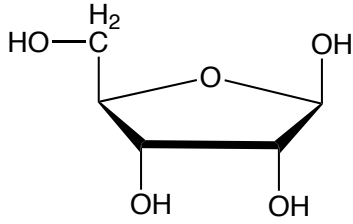
Cytosin (Cyt)



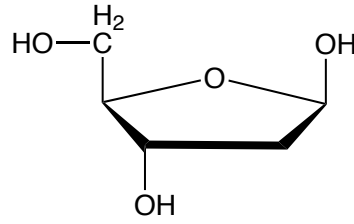
Thymin (Thy)
(DNA)



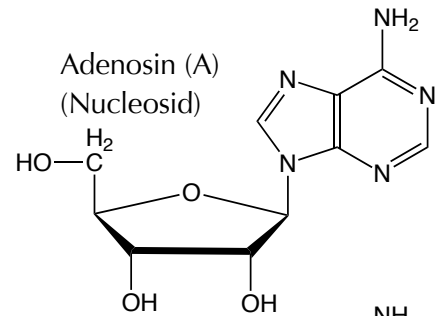
Uracil (Ura)
(RNA)



β -D-Ribose

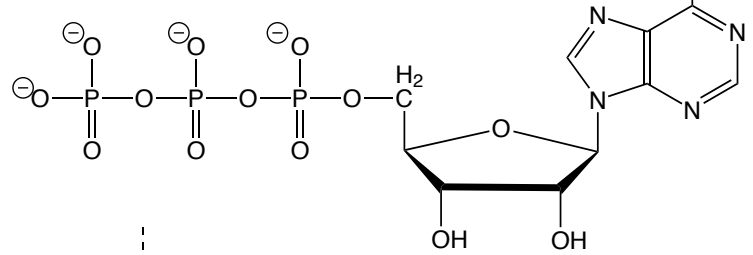
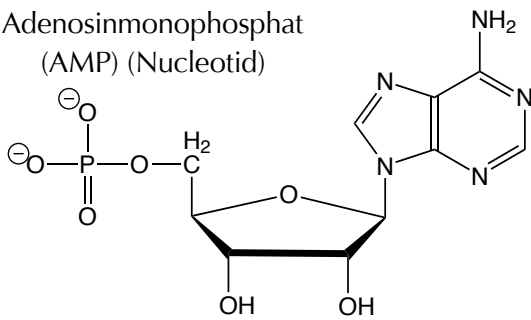


β -D-Desoxyribose

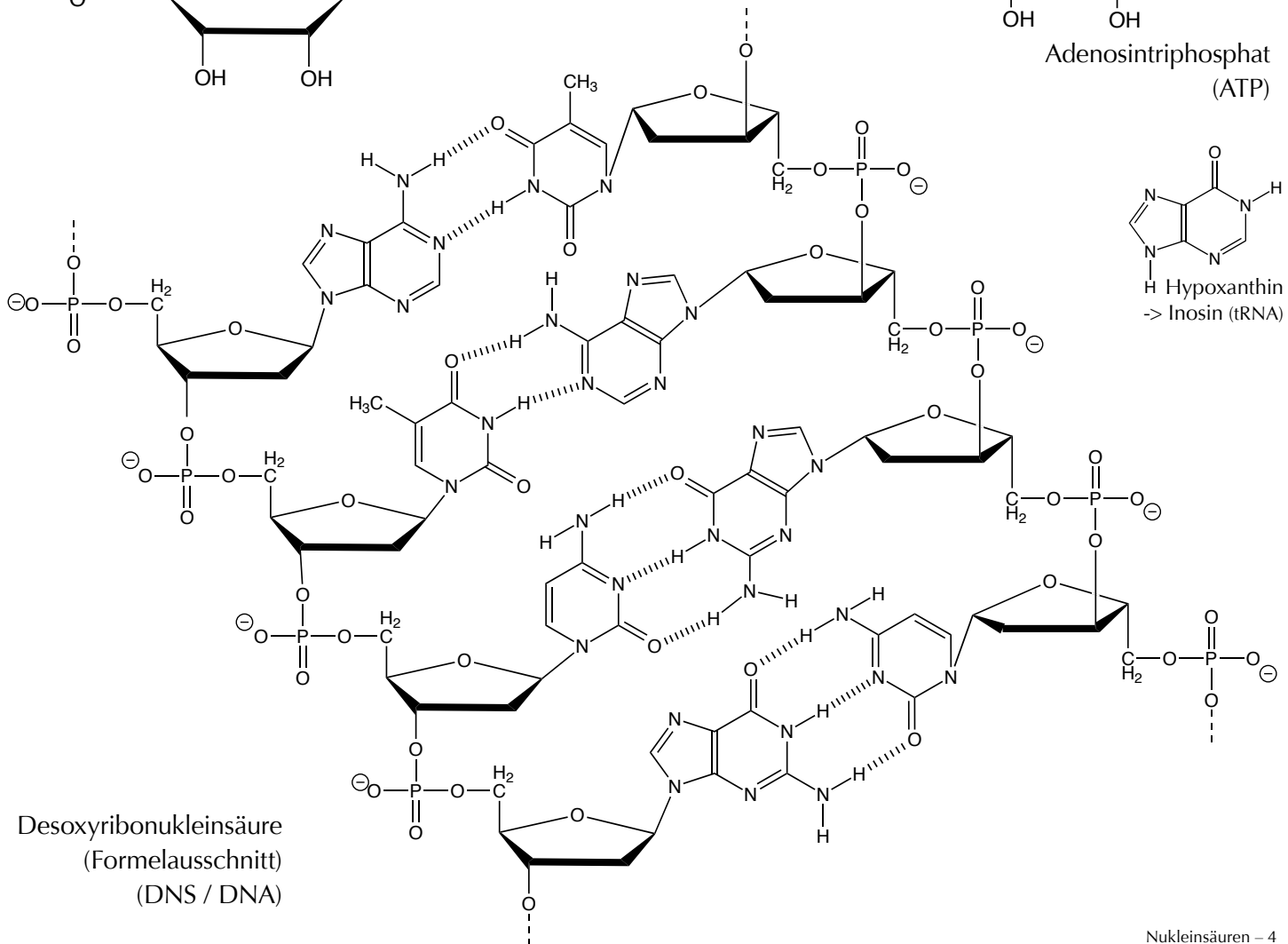


Adenosin (A)
(Nucleosid)

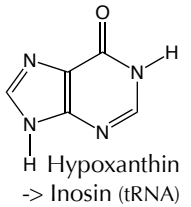
Adenosinmonophosphat
(AMP) (Nucleotid)



Adenosintriphosphat
(ATP)

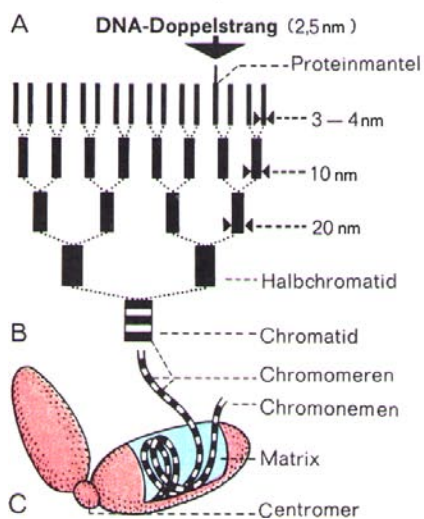
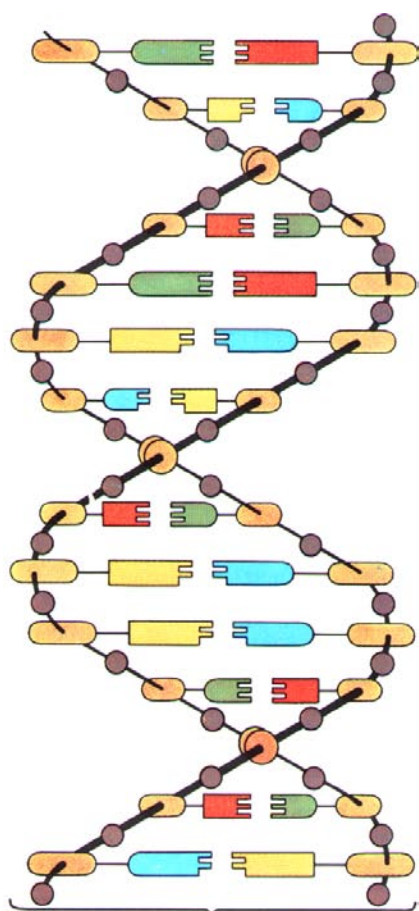


Desoxyribonukleinsäure
(Formelausschnitt)
(DNS / DNA)



Hypoxanthin
-> Inosin (tRNA)

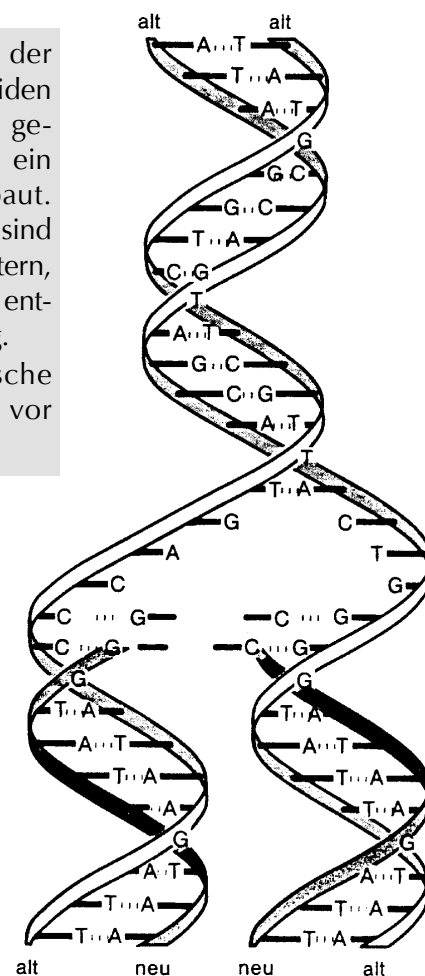
Identische Reduplikation und Genetischer Code



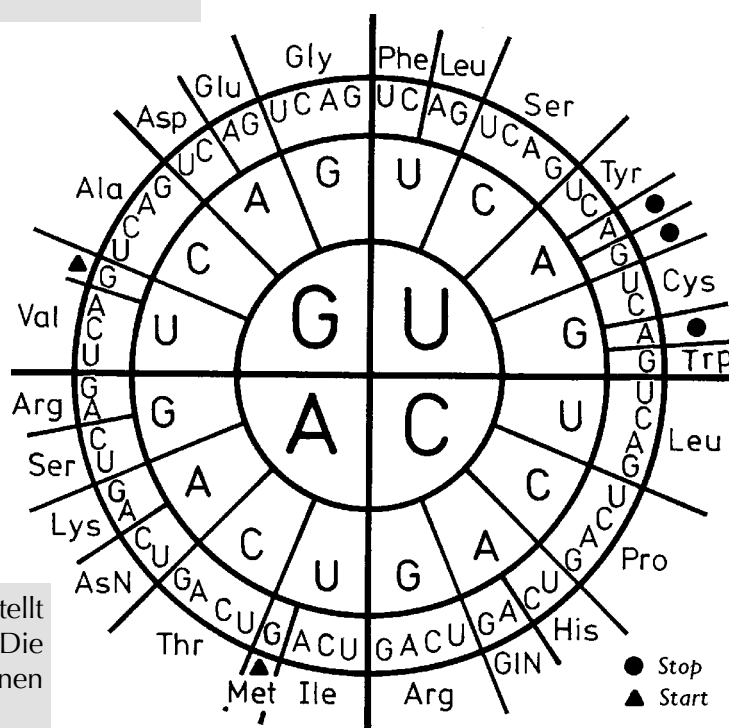
Von der DNA zum Chromosom.

Bei der **Replikation** der DNA werden die beiden Stränge voneinander getrennt und zu jedem ein neuer Strang aufgebaut. Die Tochtermoleküle sind exakte Kopien der Eltern, und jedes von ihnen enthält einen Elternstrang.

Replikation: identische DNA-Verdoppelung vor der Zellteilung.

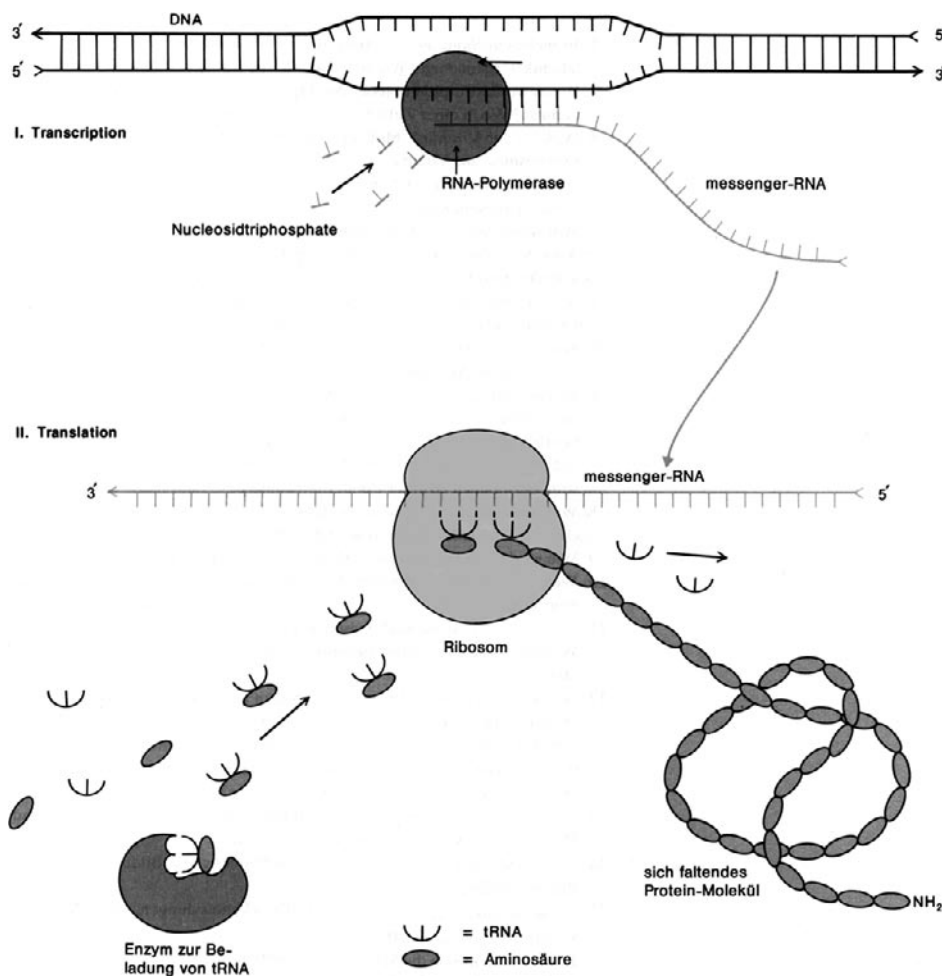


Als ein **Gen** wird der Abschnitt der DNA bezeichnet, der die Information (Baupläne) für **genau ein bestimmtes Protein** gespeichert hat. Jeweils drei aufeinanderfolgende Glieder der Basen Adenin, Guanin, Cytosin und Thymin bzw. Uracil (Basentriplett/Codon) verschlüsseln eine bestimmte Aminosäure.

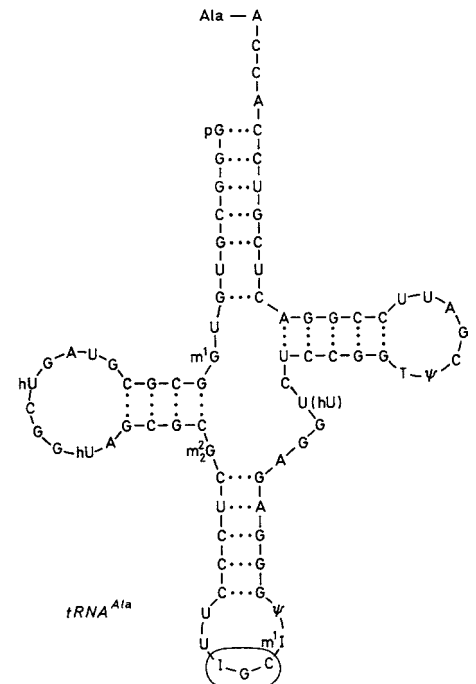


Der genetische Code: dargestellt als genetische „RNA-Sonne“. Die Triplets (Codons) sind von innen nach außen zu lesen.

Proteinbiosynthese; mRNA und tRNA



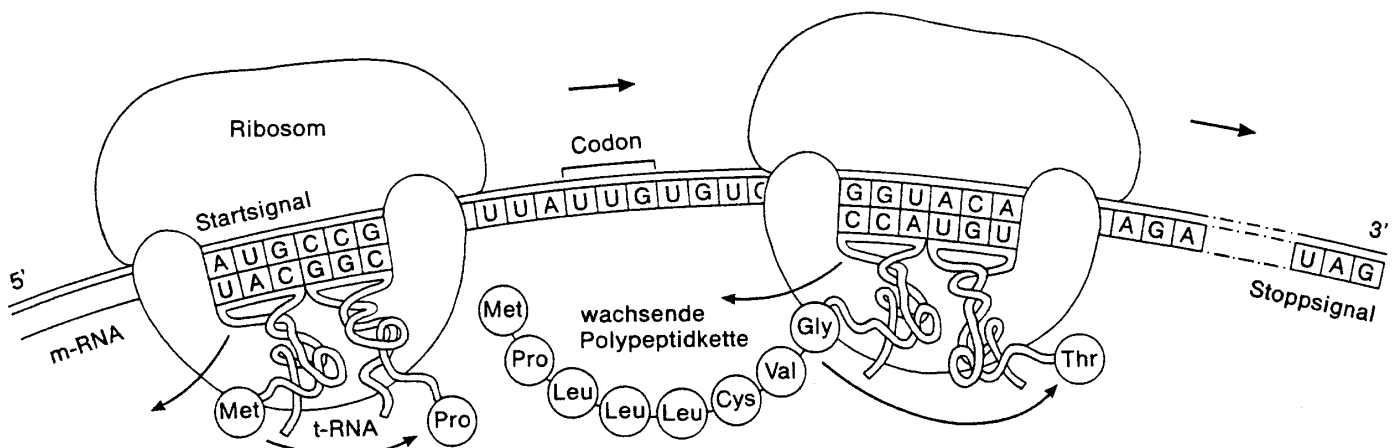
tRNA: hier die tRNA mit der Aminosäure: Alanin = tRNA^{Ala}



Transkription: Komplementär zur DNA bildet sich die mRNA (messenger RNA). Übersetzung des DNA-Codes in RNA-Moleküle.

Translation: Komplementär zur mRNA lagert sich in den Ribosomen an jedem Basentriplett (der mRNA) eine bestimmte t(transfer)RNA an. An jeder tRNA hängt jeweils eine ganz bestimmte Aminosäure (vgl. genetischer Code). Die Aminosäuren werden an die wachsende Peptidkette angeknüpft. Häufig wird die Peptidkette noch in einer bestimmten Struktur gefaltet oder gedreht (vgl. UE: Aminosäuren und Proteine – Punkt 3.: Struktur der Proteine).

Anticodon: CGI (I = Inosinsäure, paart mit U, C, A) an der tRNA lässt auf eines der folgenden **Codons** an der mRNA schließen: **GCU, GCC, GCA** – alle codieren die Aminosäure Alanin (vgl. RNA-Sonne).



Translation: Die Basensequenz der mRNA wird in die Aminosäuresequenz eines Proteins übersetzt.

Für Erforschung der Struktur und Funktion von Ribosomen an Venkatraman Ramakrishnan (UK), Thomas A. Steitz (USA), Ada E. Yonath (Israel)



Das Ribosom übersetzt DNA-Code zu Leben

Der Nobelpreis für Chemie in 2009 belohnt Studien eines zentralen Lebensprozesses: Die Übersetzung der Information aus der DNA in lebenswichtige Strukturen: Ribosomen stellen Proteine her, die die ganzen chemischen Prozesse in Lebewesen kontrollieren. Da Ribosomen lebenswichtig sind, dienen sie auch als interessante Zielstrukturen für neue Antibiotika.

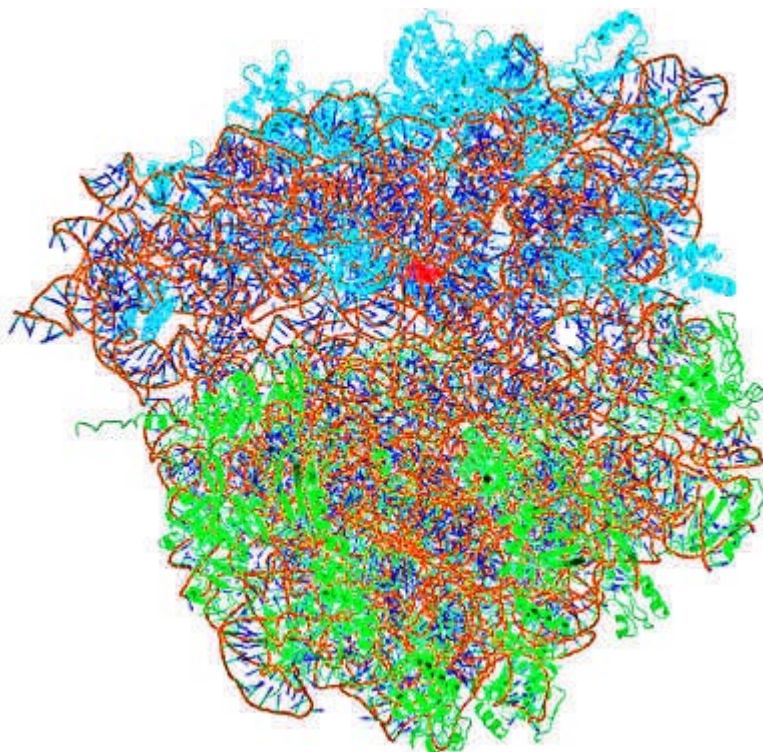
Der Nobelpreis für Chemie in diesem Jahr wird an Venkatraman Ramakrishnan, Thomas A. Steitz und Ada E. Yonath für Erkenntnisse verliehen, wie Ribosomen aussehen und wie sie auf der atomaren Ebene funktionieren. Die drei Forscher haben Röntgenkristallographie genutzt, um die Lage hunderttausender von Atomen festzulegen, welche ein typisches Ribosom bilden.

Innerhalb jeder Zelle befindet sich DNA. Dieses Molekül enthält den gesamten Bauplan des jeweiligen Lebewesens. Funktion und Aussehen von Menschen, Pflanzen und Bakterien sind in der DNA definiert, aber die DNA ist passiv. Wenn sie nicht abgelesen und übersetzt würde, wäre kein Leben möglich.

Die Blaupause wird durch die Arbeit der Ribosomen in lebensfähige Strukturen übersetzt. Basierend auf den Informationen in der DNA werden Proteine hergestellt, die zum Sauerstofftransport dienen wie Hämoglobin, die Antikörper des Immunsystems bilden, Kollagen in der Haut, oder Verdauungsenzyme. Zehntausende von Proteinen mit individuellem Aufbau und Funktion verrichten im Körper ihre Arbeit. Sie ermöglichen und kontrollieren das Leben auf der chemischen Ebene.

Ein wissenschaftliches Verständnis der Arbeit der Ribosomen ist von hohem praktischen Nutzen, denn viele heutige Antibiotika blockieren die Funktion von bakteriellen Ribosomen. Ohne funktionierende Ribosomen können Bakterien nicht überleben. Aus diesem Grund sind Ribosomen die wichtigsten Zielstrukturen für neue Antibiotika.

Die Nobelpreisträger in diesem Jahr haben 3D-Modelle generiert, die unterschiedliche Antibiotika zeigen, wie sie an Ribosomen binden. Diese Modelle werden benötigt, um neue Antibiotika zu entwickeln und damit Menschenleben zu retten und sicherer zu machen.



Röntgen-Struktur eines bakteriellen Ribosoms. Das rRNA-Molekül ist in Orange eingefärbt, die Untereinheiten des Proteins sind grün und blau. Ein Antibiotikum (rot) ist in die kleine Unterheit (in blau) gebunden. Wissenschaftler untersuchen solche Strukturen, um neue und effektivere Antibiotika zu ermöglichen.

Kurzbiographien der Forscher

Venkatraman Ramakrishnan, US Bürger. Geboren 1952 in Chidambaram, Tamil Nadu, Indien. PhD in Physik in 1976 an der Universität von Ohio, USA. Wissenschaftler und Vorstand einer Forschungsgruppe in der Structural Studies Division, MRC Laboratory of Molecular Biology, in Cambridge, UK.

Thomas A. Steitz, US Bürger. Geboren in 1940 in Milwaukee, WI, USA. PhD in molekularer Biologie und Biochemie in 1966 von Harvard, MA, USA. Anschliessend Sterling Professur für Molekulare Biophysik und Biochemie und Forscher am Howard Hughes Medical Institute, beides an der Yale, CT, USA.

Ada E. Yonath, Israelische Bürgerin. Geboren in 1939 in Jerusalem, Israel. PhD in Röntgenkristallographie vom Weizmann Institute of Science, Israel. Martin S. und Helen Kimmel Professur für strukturelle Biologie und Direktor des Helen & Milton A. Kimmelman Center for Biomolecular Structure & Assembly, beides am Weizmann-Institut in Rehovot, Israel