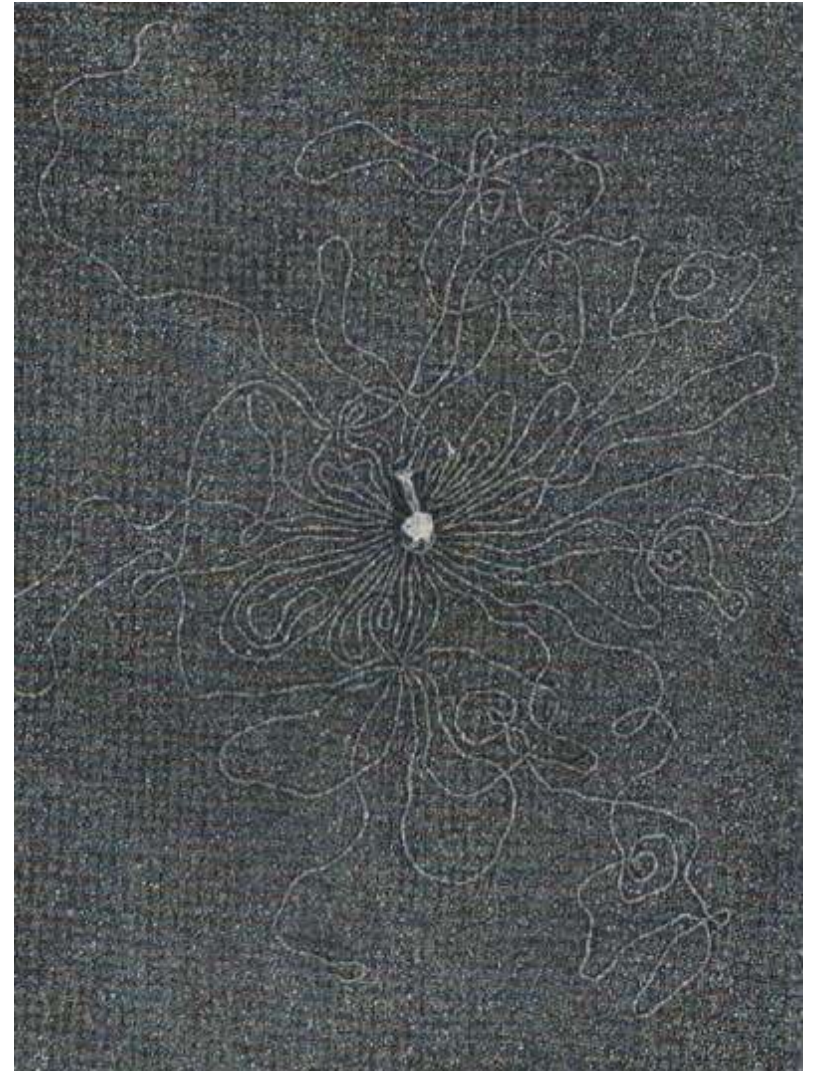
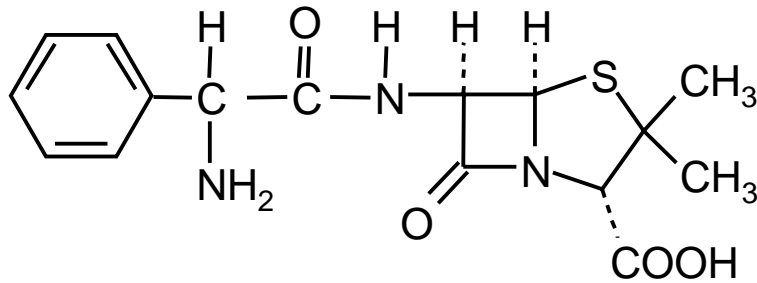


Heterocyclen im Organismus

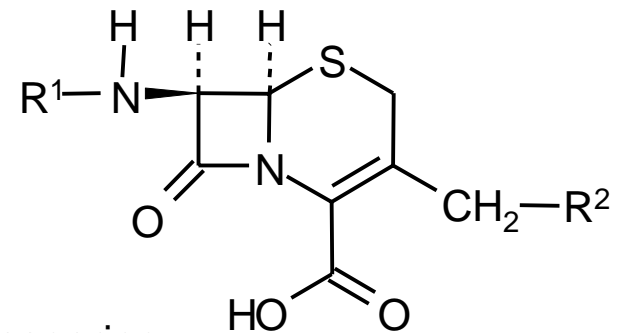
- Nucleinsäuren
- Porphyrine
- Vitamine



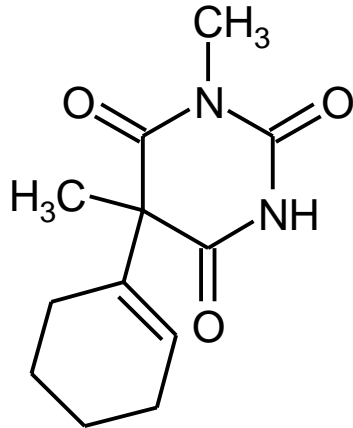
Bacteriophage T2 mit DNA
Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme
ca. 50.000fache Vergrößerung
A. K. Kleinschmidt & D. Lang, 1962



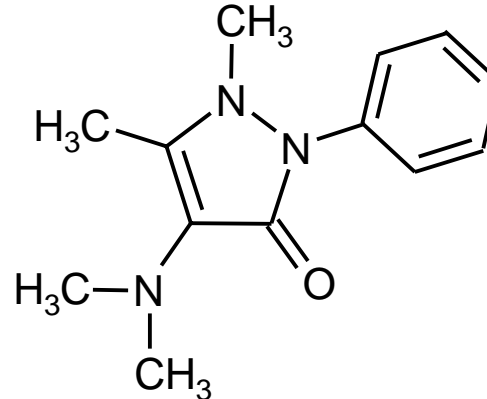
Penicilline (hier: Ampicillin)
Antibiotika



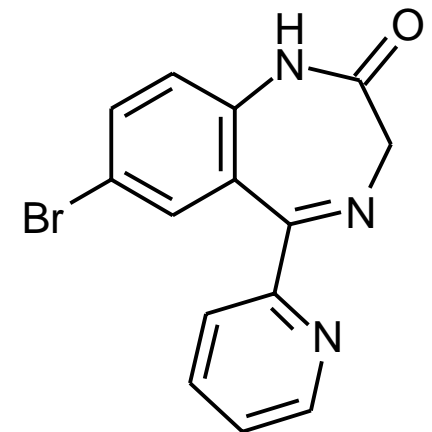
Cephalosporine
Antibiotika



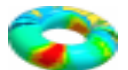
Hexobarbital
Narkotikum



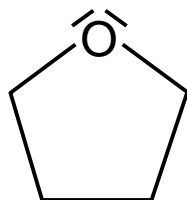
Aminophenazon
Analgetikum & Antipyretikum



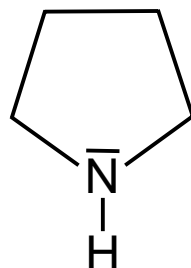
Bromacepam
Tranquillizer



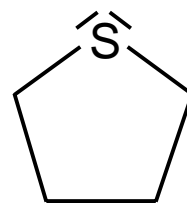
Aliphatische Heterocyclen



Tetrahydrofuran

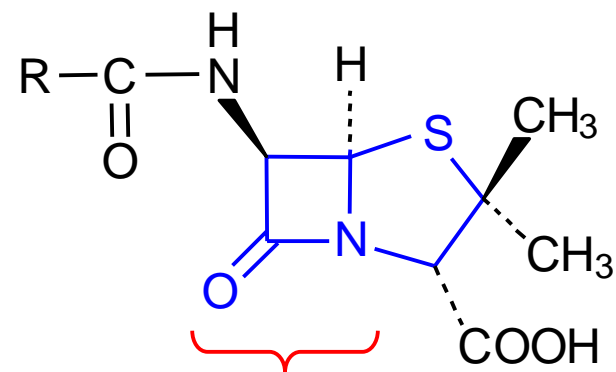


Pyrrolidin



Tetrahydrothiophen

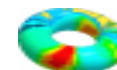
(Ein Stinkstoff: bei der Lecksuche in Gasleitungen eingesetzt)



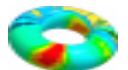
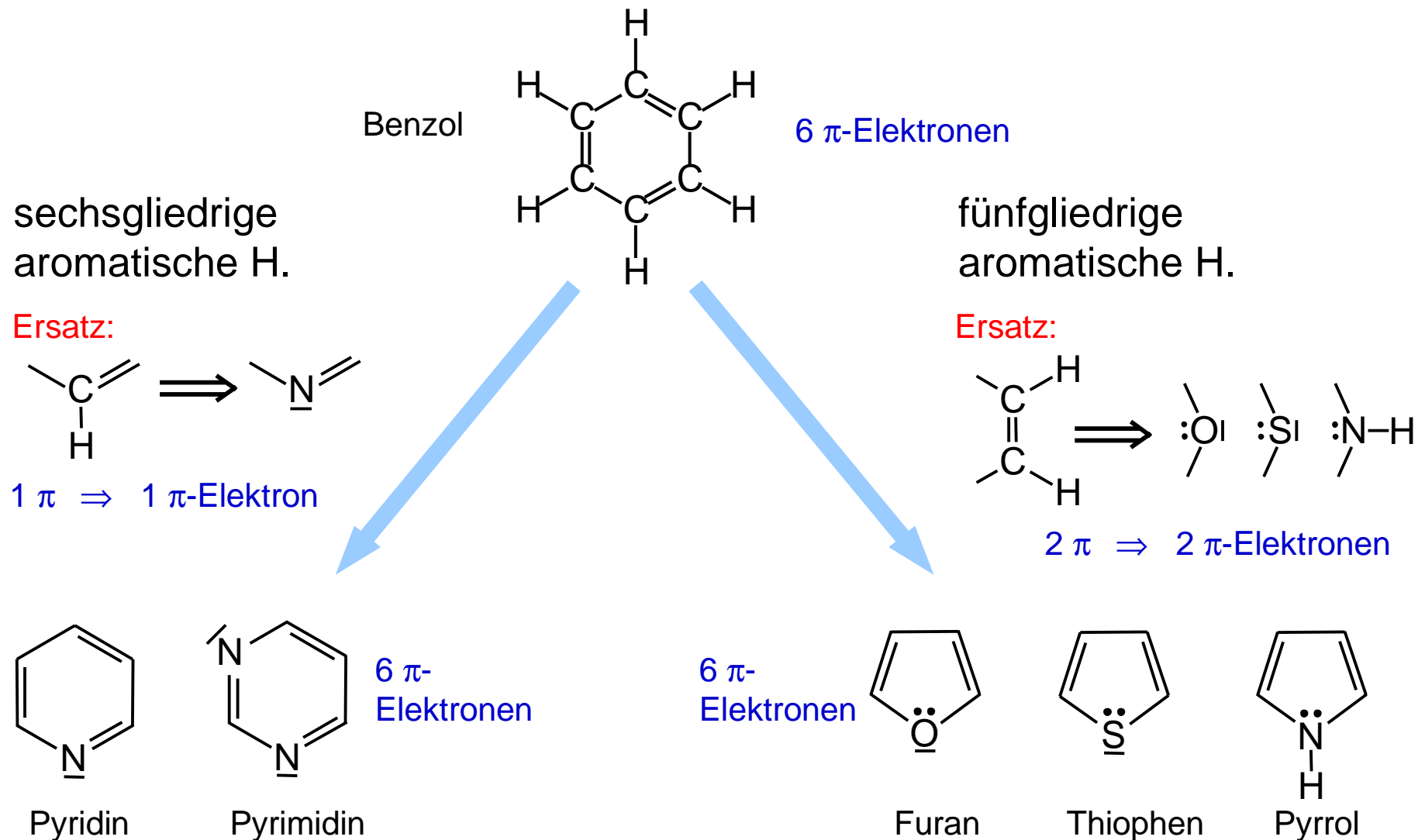
β -Lactamring

Penicillin-Grundgerüst

Die Eigenschaften entsprechen in etwa den offenkettigen Verbindungen mit Heteroatomen (also den Ethern, Thioethern und Aminen)

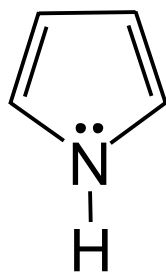


Aromatische Heterocyclen

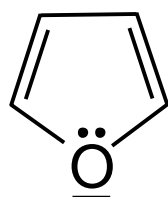


Fünfgliedrige aromatische Heterocyclen

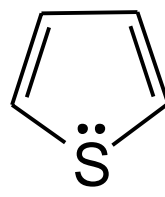
Elektronensysteme der fünfgliedrigen aromatischen Heterocyclen



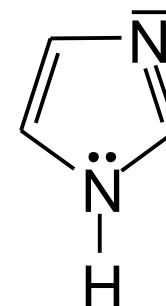
Pyrrol



Furan



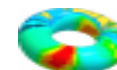
Thiophen

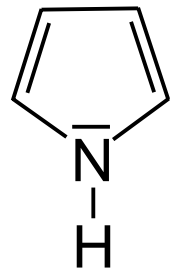


Imidazol

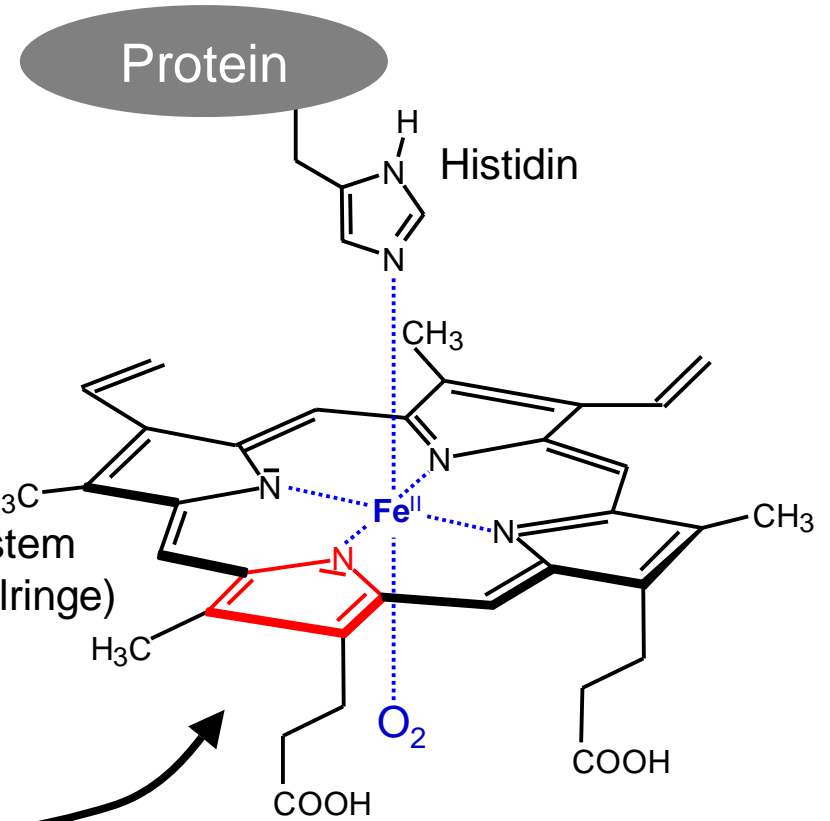
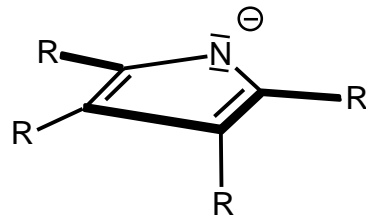
Ein freies Elektronenpaar am Heteroatom mit zwei Doppelbindungen konjugiert \implies 6 π -Elektronen über alle Ringatome delokalisiert (aromatisches System)

Vergleich der Basenstärke: Pyrrol = sehr schwache Base, weil das freie Elektronenpaar des Stickstoffs Teil des π -Elektronensystem ist
Imidazol = mittelstarke Base (das freie Elektronenpaar des zweiten Stickstoffatoms ist nicht Teil des π -Elektronensystems)





Pyrrol

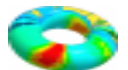


Porphyrin-System
(enthält 4 Pyrrolringe)

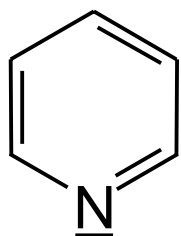
Häm (= Porphyrin und Eisenion)

mit den zusätzlichen Liganden im
Hämoglobin (Histidin der Proteinkette
und Sauerstoff)

Weitere Pyrrolderivate: • Chlorophyll
• Vitamin B₁₂

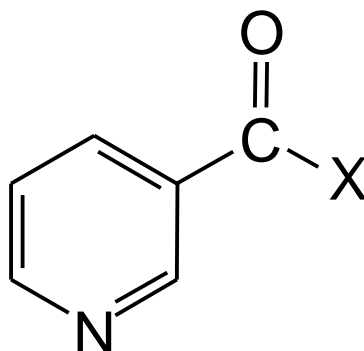


Sechsgliedrige Heterocyclen: Pyridin



Pyridin

\Rightarrow
wichtiges
Derivat

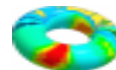


X = OH Nicotinsäure

X = NH₂ Nicotinsäureamid

} gehören zur Vitamin-B₂-Gruppe und sind Bestandteil wichtiger Coenzyme wie z.B. NADH

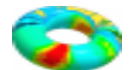
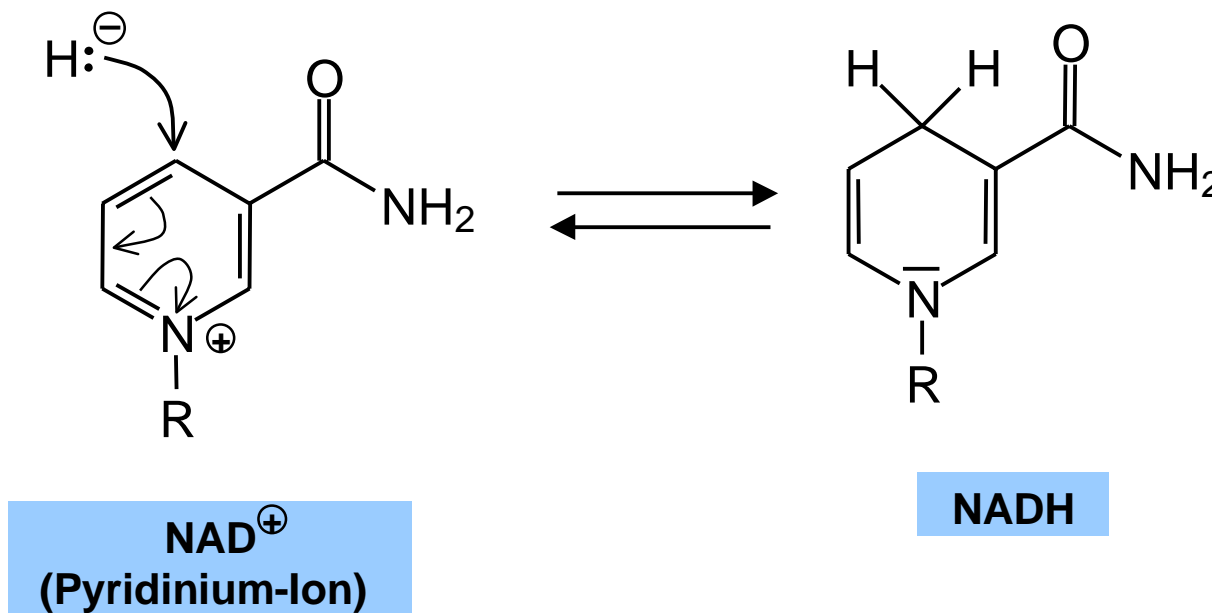
- Am Stickstoff ein freies Elektronenpaar \Rightarrow basisch
- Aufgrund der elektronenziehenden Eigenschaft des Stickstoffs ist der Aromat elektronenärmer als Benzol \Rightarrow geringere Reaktivität mit Elektrophilen



Biologisch bedeutendstes Pyridinderivat: NADH

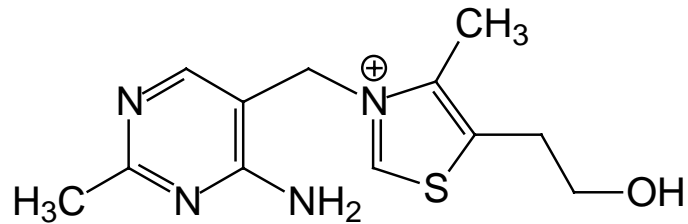
Exkurs

Beim Coenzym NADH ist der Aromat aufgrund des quartären Stickstoffatoms noch elektronenärmer als beim Pyridin. Es reagiert deshalb sogar mit Nucleophilen:

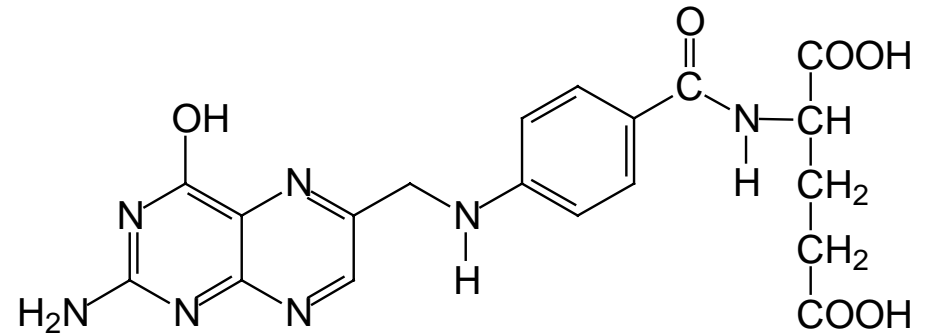


weitere heterocyclische Vitamine

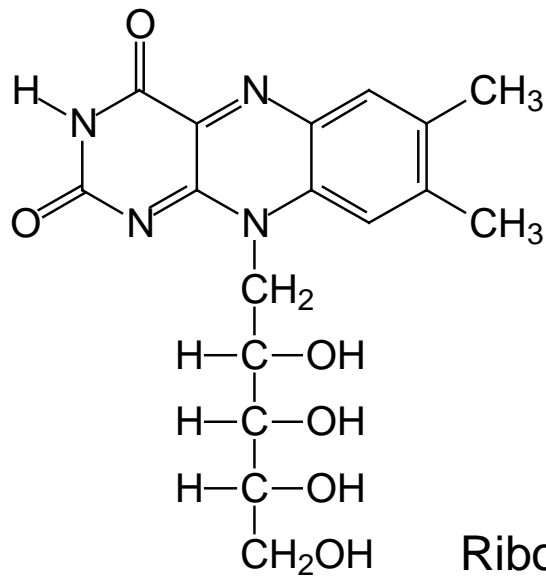
Exkurs



Thiamin (Vitamin B₁)

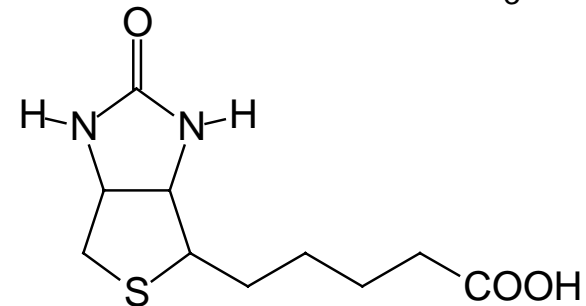
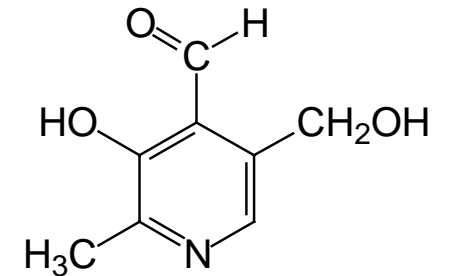


Folsäure

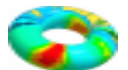


Riboflavin

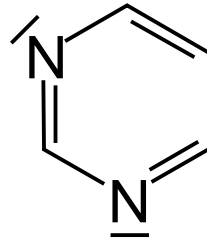
Pyridoxal
(Vitamin B₆)



Biotin
(Vitamin H)

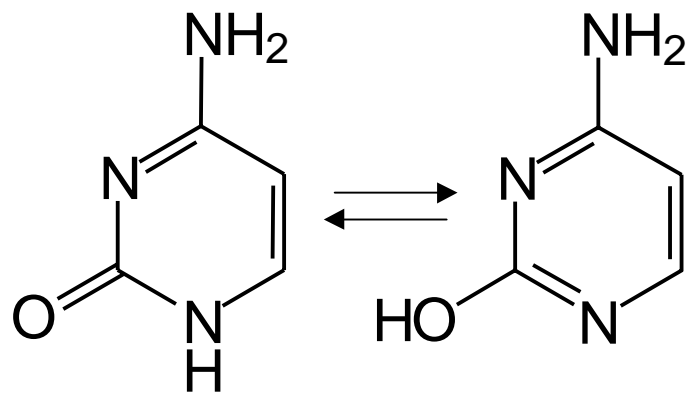


Sechsgliedrige Heterocyclen: Pyrimidin

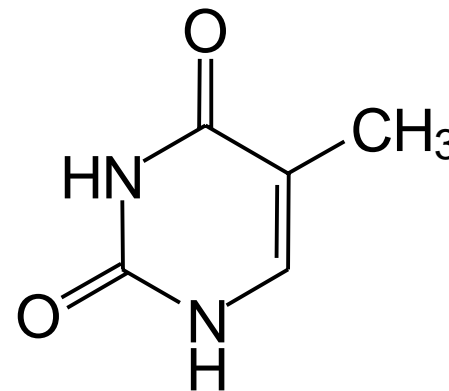


Pyrimidin

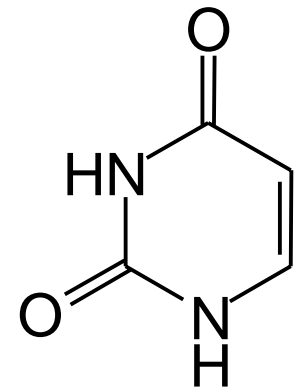
Pyrimidinbasen sind Bestandteil der Nucleinsäuren
(Cytosin und Thymin in der DNA / Cytosin und Uracil in der RNA) :



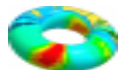
Cytosin



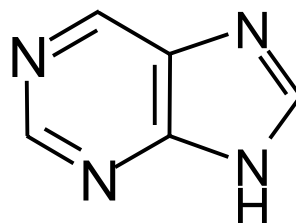
Thymin



Uracil

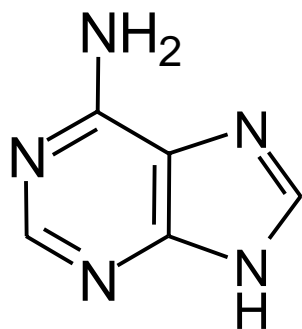


Mehrkettige Heterocyclen: Purin

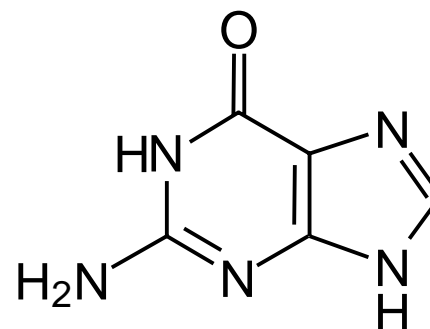


Purin

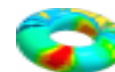
Neben den Pyrimidinbasen kommen in DNA und RNA noch zwei Purinbasen vor:



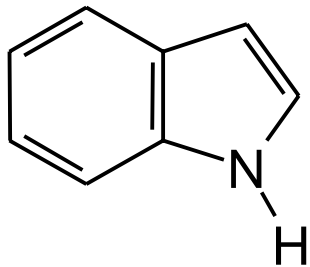
Adenin



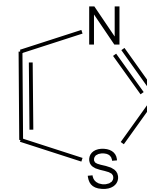
Guanin



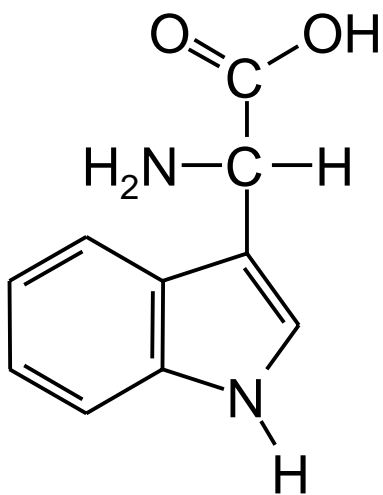
weitere wichtige Heterocyclen



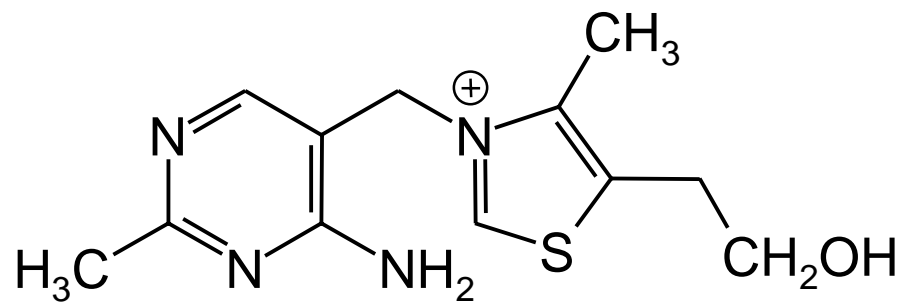
Indol



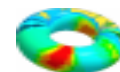
Thiazol



Tryptophan

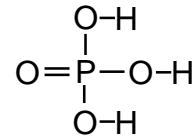


Thiamin

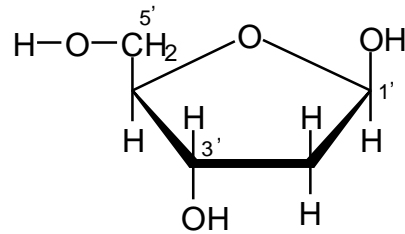


Nucleinsäuren: Bausteine

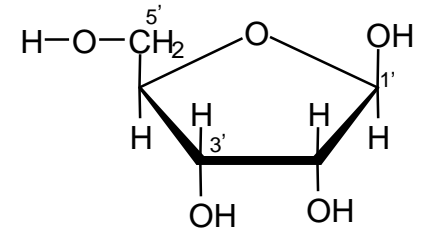
Phosphorsäure



Zucker (Pentosen)

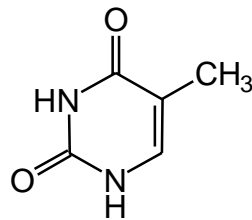


2-Desoxy-D-ribose

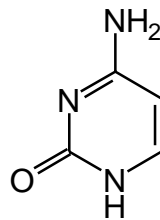


D-Ribose

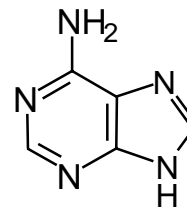
Pyrimidin- und Purinbasen



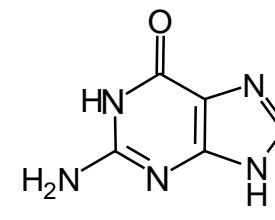
Thymin



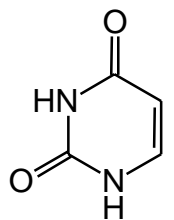
Cytosin



Adenin



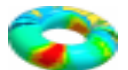
Guanin



Uracil

Desoxyribonucleinsäure (DNA)

Ribonucleinsäure (RNA)

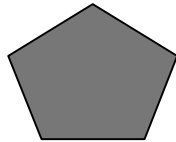


Bausteine: schematische Darstellung

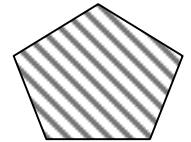
Phosphorsäure



Zucker
(Pentosen)



2-Desoxy-D-ribose



D-Ribose

Pyrimidin-
und
Purinbasen



Thymin



Cytosin



Adenin



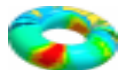
Guanin



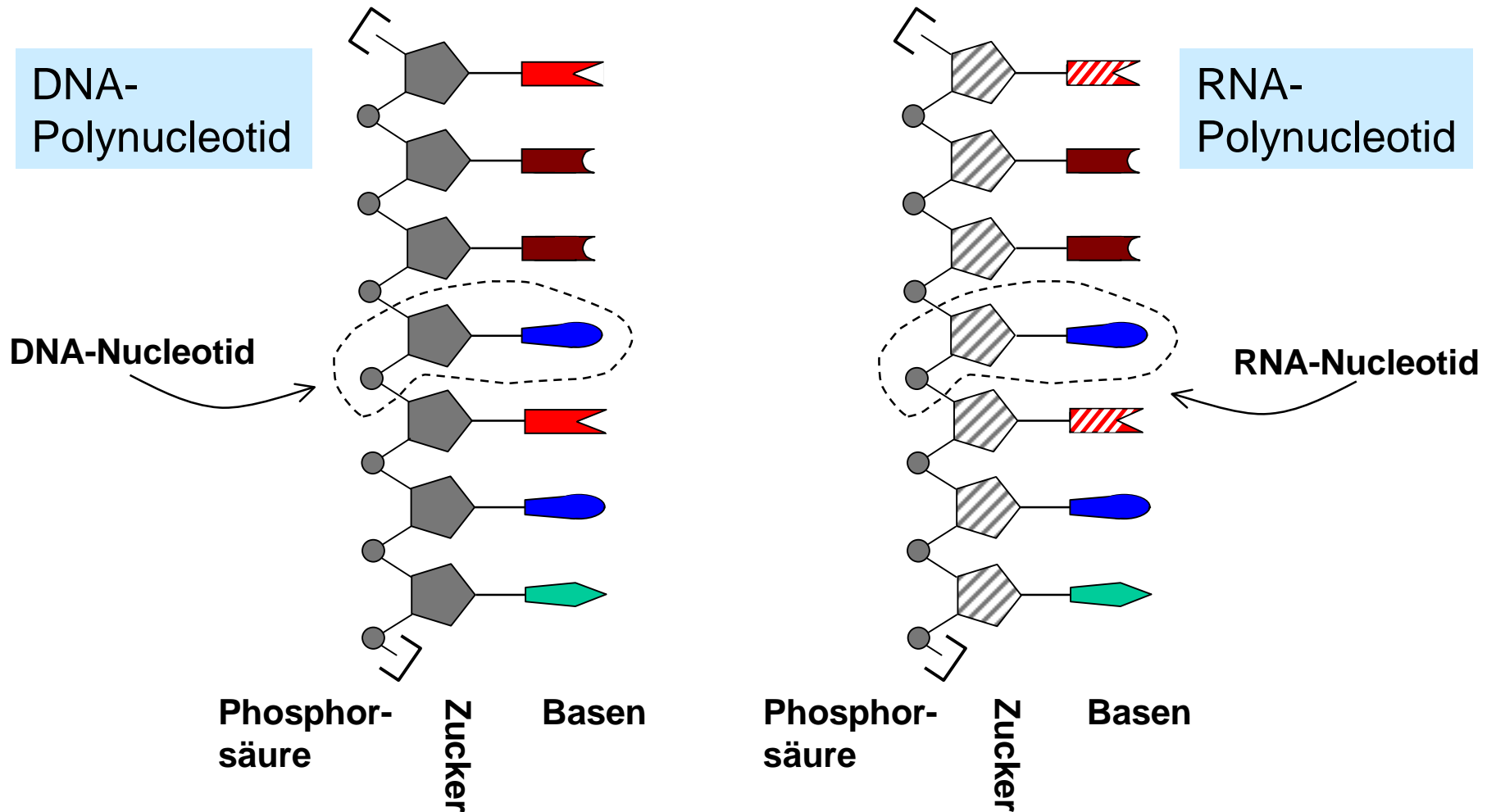
Uracil

Desoxyribonucleinsäure (DNA)

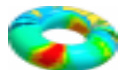
Ribonucleinsäure (RNA)



Nucleotide und Polynucleotide

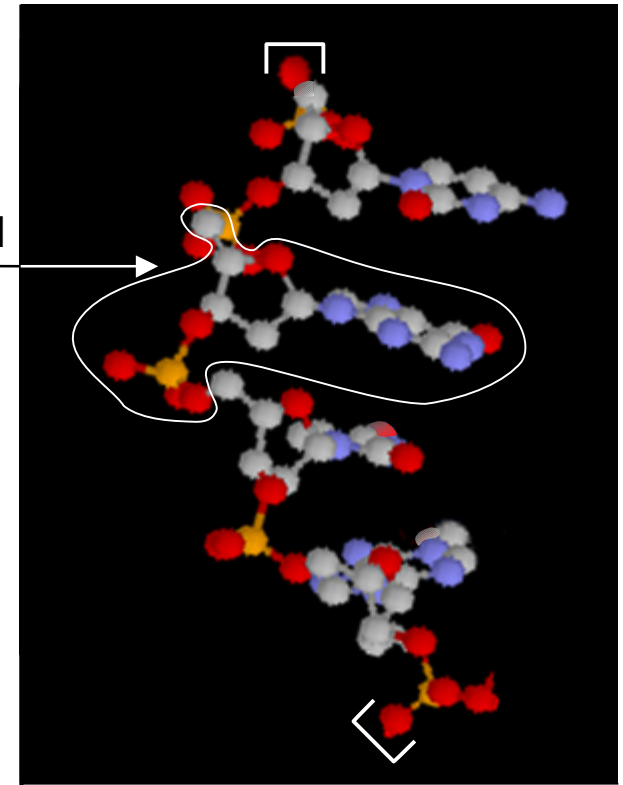
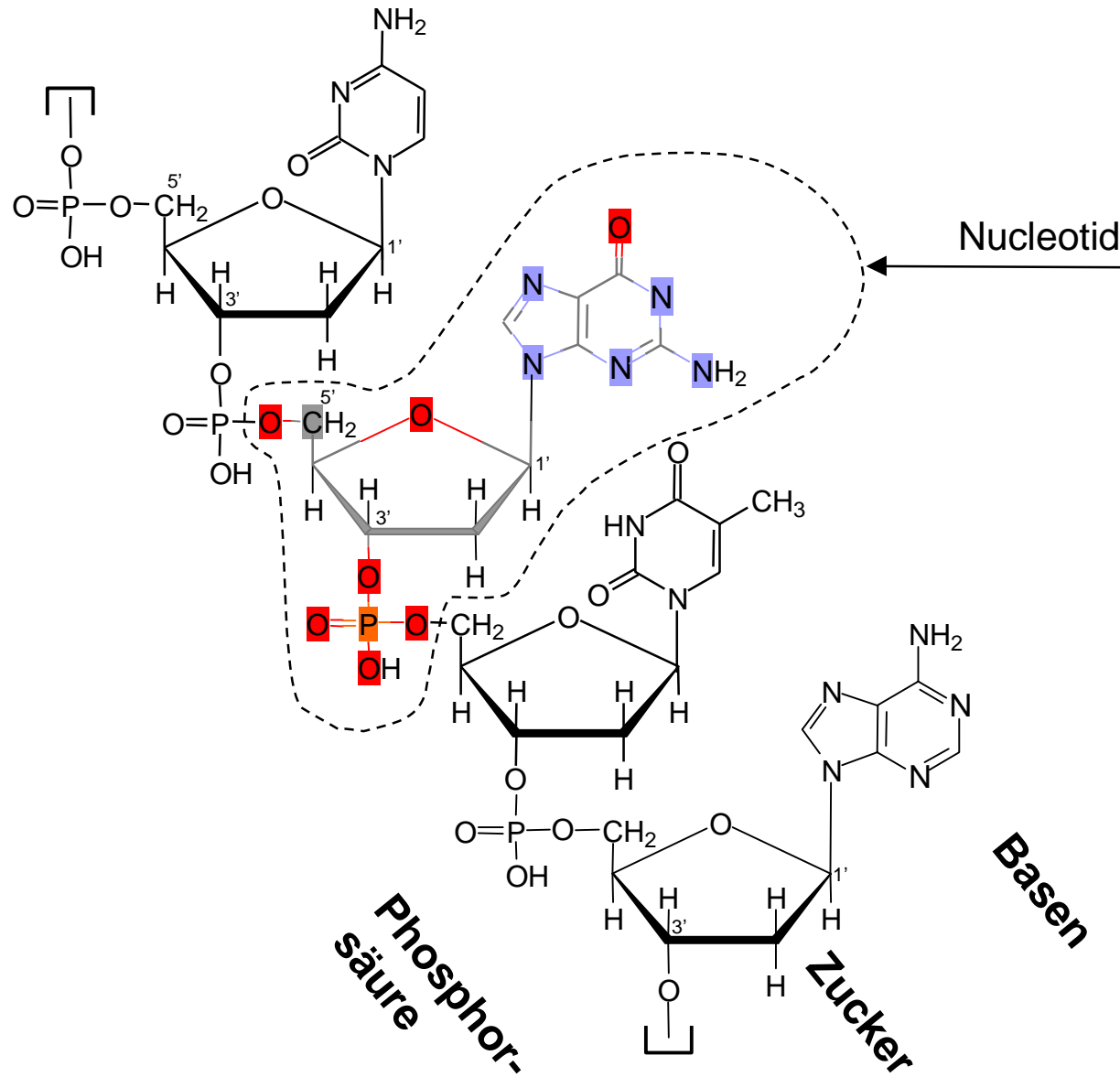


DNA-Polynucleotide sind sehr lang \implies können aus mehr als 100.000 Nucleotiden bestehen!
RNA-Polynucleotide sind recht unterschiedlich lang, aber im Vergleich zur DNA kurz (einige Tausend Nucleotide)

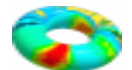


Bindungen des Polynucleotidstranges

Exkurs

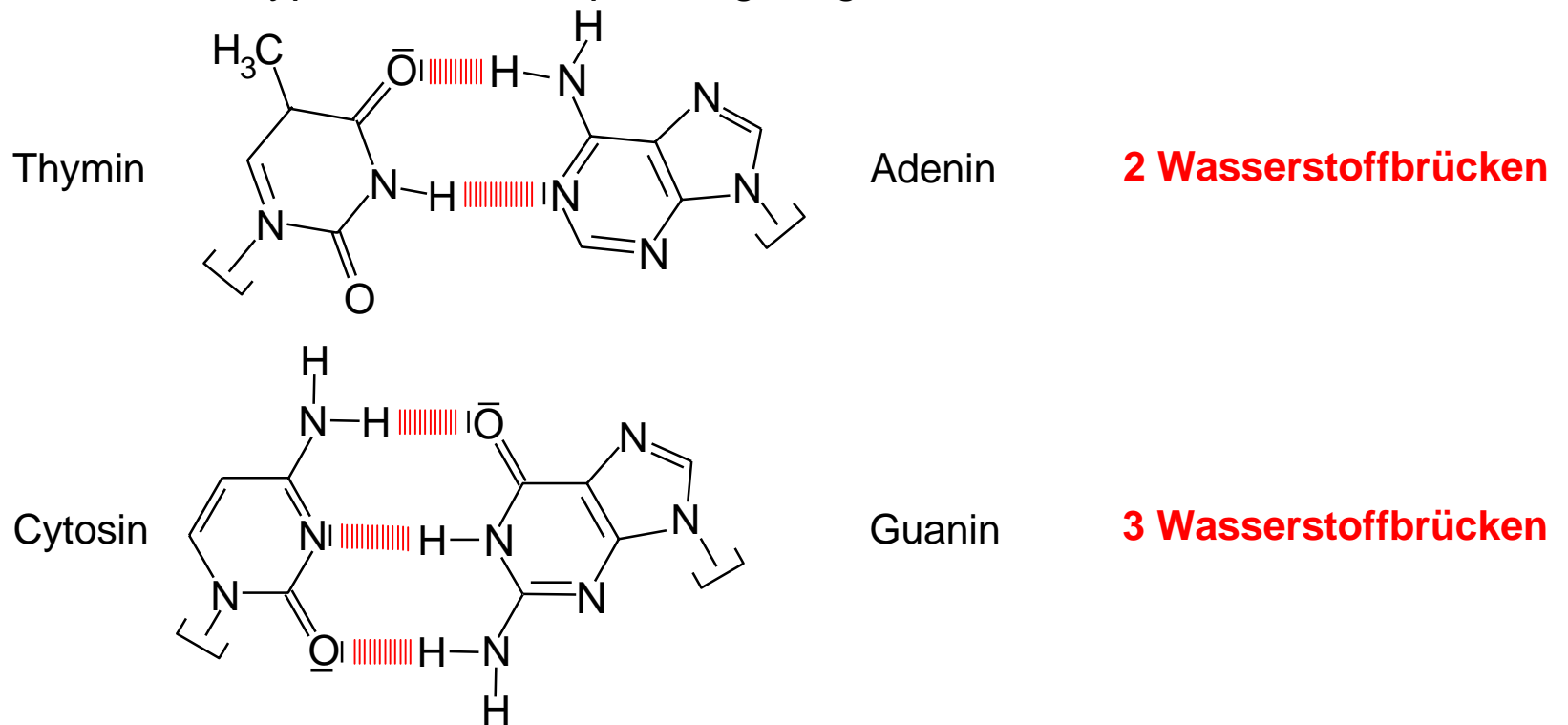


Abschnitt eines DNA-Stranges (H-Atome nicht abgebildet): Das Rückgrat des Stranges bilden die 2-Desoxy-D-ribosemoleküle, welche durch Phosphorsäurediestergruppen zu Ketten verknüpft sind.

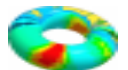


Basenpaarung

- In der DNA winden sich jeweils zwei Polynucleotidstränge um eine gemeinsame Achse
- Die Stränge werden durch **Wasserstoffbrücken** zwischen den Basen zusammengehalten
- Es sind nur zwei Typen der Basenpaarung möglich:

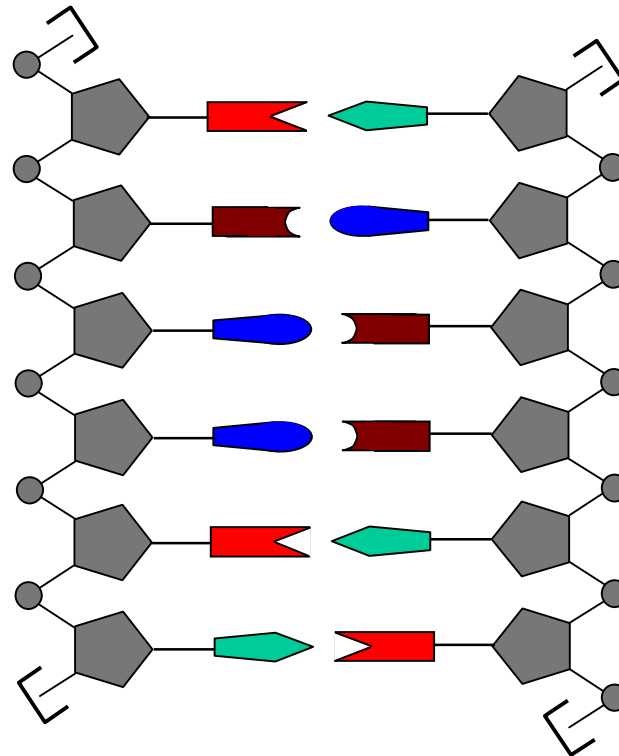


- Die RNA kommt fast nur als Einzelstrangmolekül vor \Rightarrow nimmt sehr verschiedenartige Raumstrukturen an

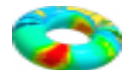


DNA-Doppelstrang

Exkurs

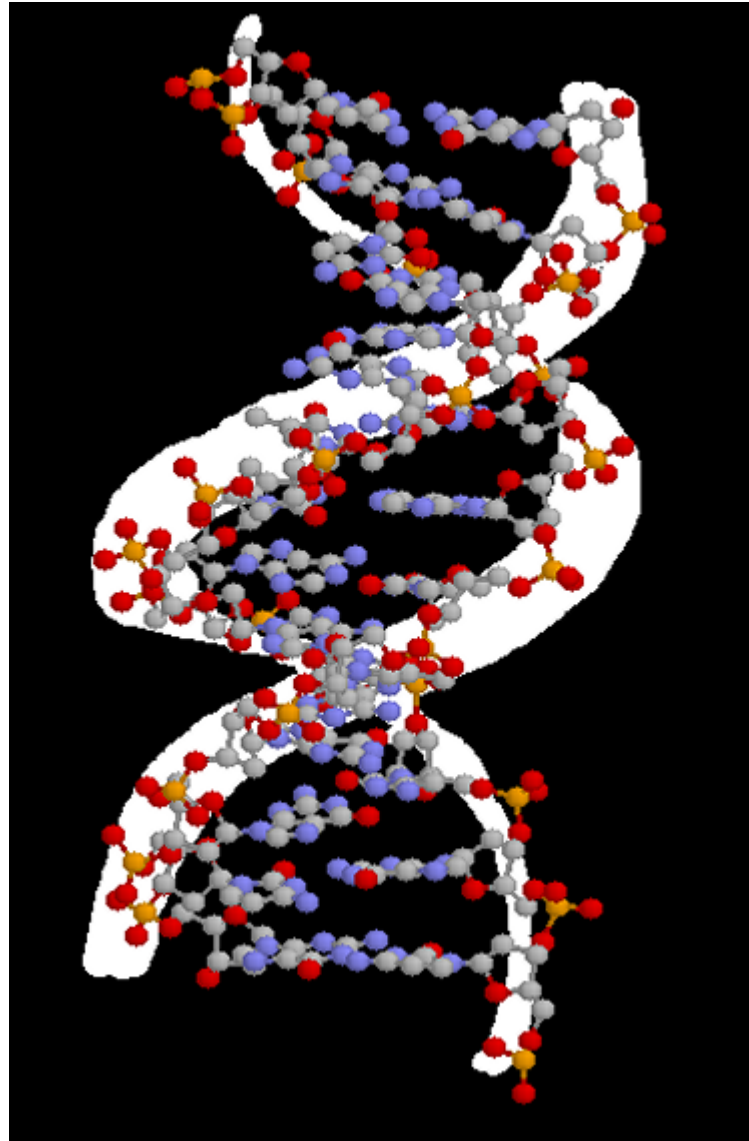


- Der gegenüberliegende Strang ist komplementär gebaut (wie ein Negativ)
- Die chemische Struktur der DNA führt zu folgenden Eigenschaften:
 - ⇒ DNA kann Information speichern (Reihenfolge der Basen = Code)
 - ⇒ die Information lässt sich kopieren (Strang kann aufgetrennt werden und durch Anlagerung komplementärer Nucleotide identisch verdoppelt werden)
 - ⇒ die Information kann abgelesen werden und über Botenstoffe aus dem Zellkern ins Cytoplasma gebracht werden



Synopsis: Die Doppelhelix

Exkurs



Doppelhelixmodell der DNA, postuliert von Watson und Crick, 1953

Nobelpreis für Physiologie und Medizin, 1962

Weiss unterlegt ist das Gerüst aus Zucker und Phosphorsäurediester

