

## Bedeutung der Heterozyklischen Aromaten

### I. Purine und Pyrimidine

### II. Alkaloide

### III. Nukleotide:

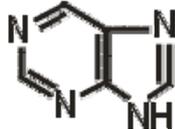
- → Energieträger
- → Phytohormone
- → Proteinbiosynthese
- → Hauptbestandteil von DNA und RNA
- → Gen-Umwelt-Kontroverse:
  - $V_{\text{Gesamt}} = V_{\text{Umw.}} + V_{\text{Gen}} + V_{\text{Rest}}$
- Einschätzung des Anteils der Umwelt-Einflüsse und genetischen Einflüsse an der Variabilität von Biomasse und Pflanzenproduktivität

4

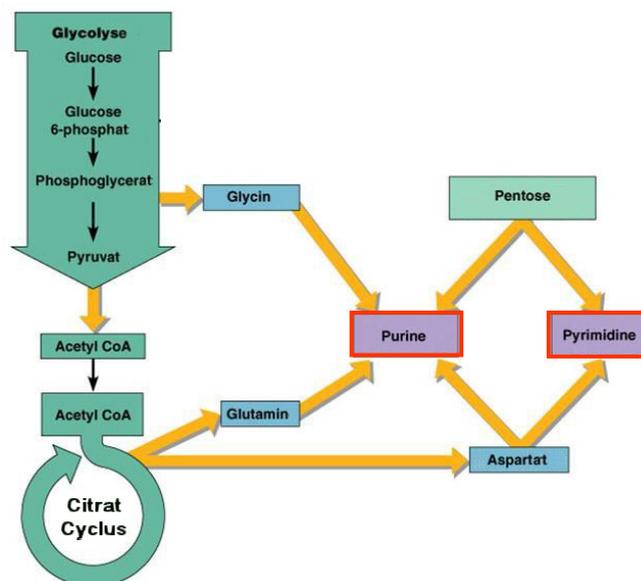
## Ausgangsstoffe zur Bildung der Nucleinsäuren

- Biosynthese N-haltiger heterocyclischer Aromaten:

#### ▪ Purine:



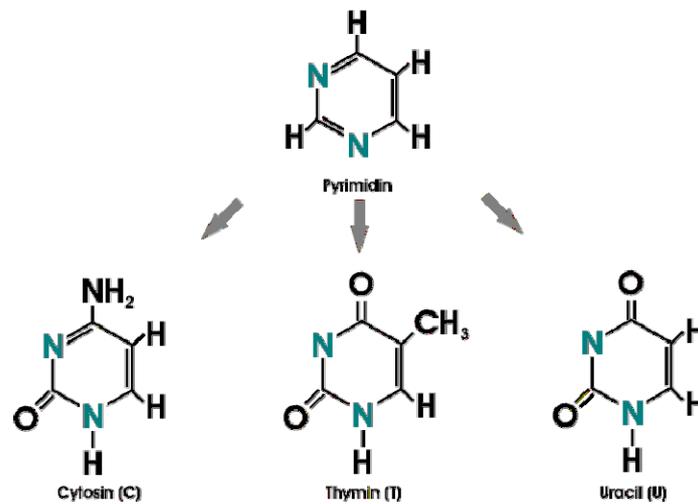
#### ▪ und Pyrimidine:



Alkaloid-Biosynthese: aus Lys , Phe , Tyr , Trp , Nicotinsäure

6

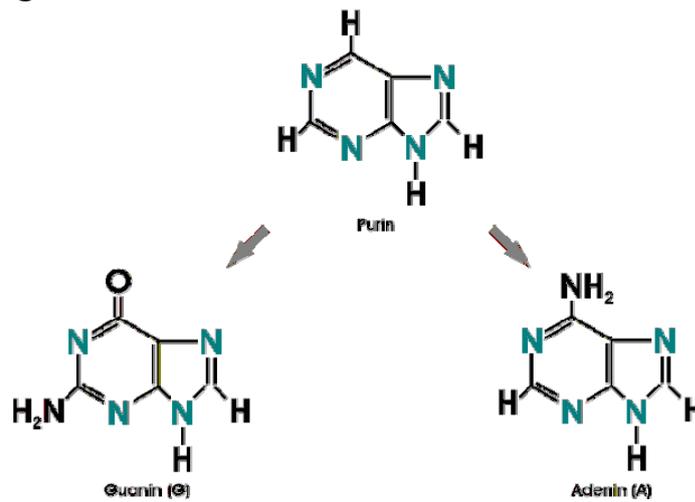
## Wichtige Pyrimidine



- DNA-Pyrimidine: Cytosin + Thymin
- RNA: Cytosin + Uracil

7

## Wichtige Purine

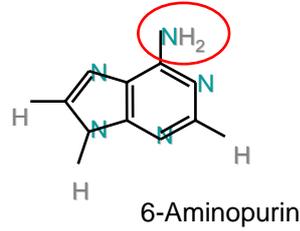
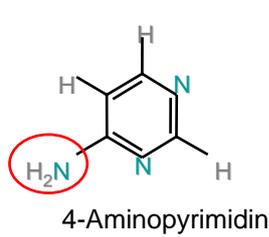


- Adenin und Guanin in DNA und RNA

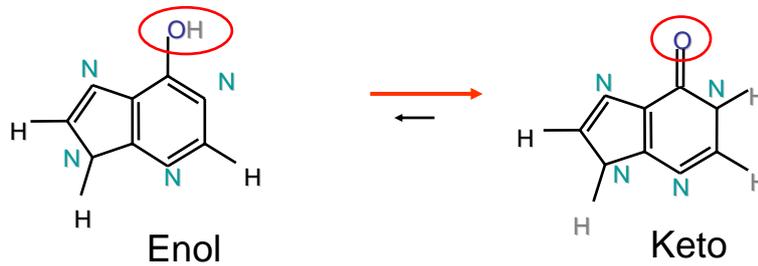
8

## Pyrimidine und Purine

### Amino-substituierte Derivate der Pyrimidine und Purine



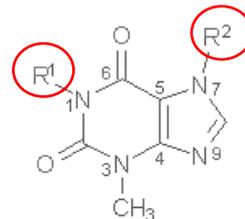
### Hydroxy-substituierte Pyrimidine und Purine existieren v.a. in Keto-Formen.



## Alkaloide:

### Coffein:

- Kaffeebohnen 1-1,5%,
- getrockneter schwarzer Tee bis zu 5%,
- Guarana (bis 6,5%)
- Kakaobohnen (bis 0,2%)



R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = CH<sub>3</sub>: Theobromin  
 R<sup>1</sup> = CH<sub>3</sub>, R<sup>2</sup> = H: Theophyllin  
 R<sup>1</sup> = R<sup>2</sup> = CH<sub>3</sub>: Coffein

### Theobromin

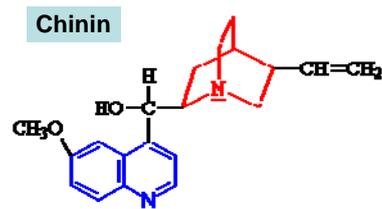
- Kakao 1,5 - 3%
- in Tee,
- Colanuss
- Mate

### Theophyllin:

- "typisches" Alkaloid des grünen Tees

### Chinin:

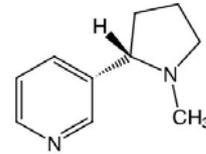
- Krampf-, Fiebersenkend v.a. bei Malaria
- Aus *Chinarinde*



## Nicotinerge Acetylcholinrezeptoren und Insektizide

- besetzt Acetylcholin-Rezeptoren

- Sterische Ähnlichkeit zu ACh



- Erregungsübertragung:

- → Erregung der sympathischen und parasympathischen Nerven
- Ausschüttung von Noradrenalin und Adrenalin
- in höheren Dosen: Rezeptoren ständig besetzt
- → verhindert weitere Erregung durch natürliches Acetylcholin

11

## Alkaloid-Pflanzen

- **Nachtschattengewächse**

- Tropanalkaloide (typisch f. Solanaceen)

- bei inneren Krankheiten und Augenheilkunde
- wirken auf glatte Muskulatur
- Krampflösend
- Spezif. Wirkung d abhängig vom Verhältnis zw. Atropingehalt : Scopolamingehalt

- Schwarze Tollkirsche (*Atropa bella-donna* L., A: Scopolamin, Hyoscyamin, Atropin, Apoatropin)

- Schwarzes Bilsenkraut (*Hyoscyamus niger* L., : Scopolamin, Hyoscyamin, Atropin)

- Gemeiner Stechapfel (*Datura stramonium* L., A: Scopolamin, Atropin, Hyoscyamin),

- Alraune (*Mandragora officinarum* L., A: Scopolamin, Hyoscyamin, Mandragorin).

- Schlafmohn (*Papaver somniferum* L., A: Morphin, Codein, Thebain, Papaverin, Narvein).

- Schmerzstillend
- hustenstillend
- krampflösend

- Mutterkorn (*Claviceps purpurea*)

- Behandlung von Nervenkrankheiten.

- Weißer Germer (*Veratrum album* L.),

- Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale* L.)

- blauer Eisenhut (*Aconitum napellus* L.)

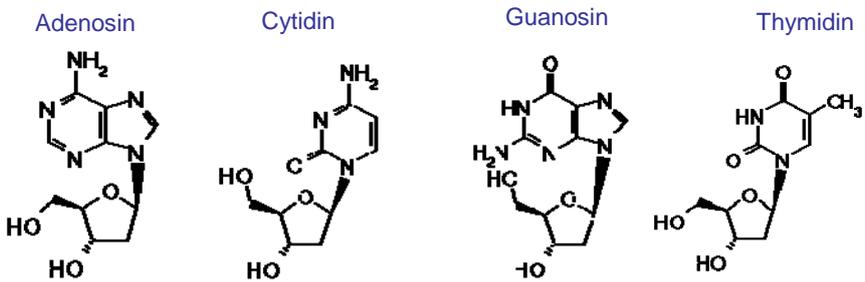
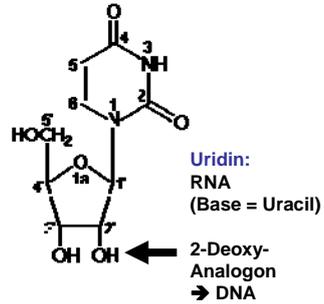
- großes Schöllkraut (*Chelidonium majus* L.)



## Nucleoside

Klassische strukturelle Definition:

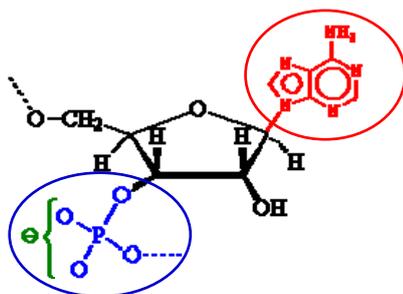
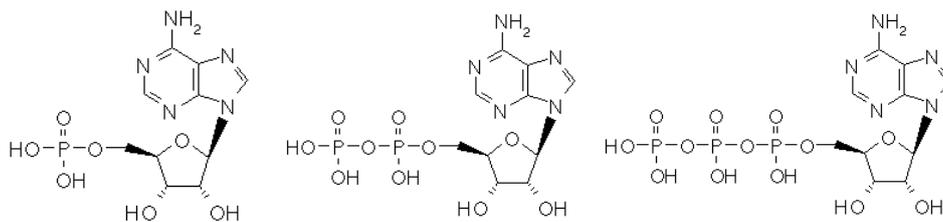
- Nucleosid =
  - Pyrimidin o. Purin- N-glycosid von:
    - D-Ribofuranose oder 2-Deoxy-D-Ribofuranose.
- Ausweitung der Def. auf Purine oder Pyrimidin-N-glycoside von fast allen Kohlehydraten.
- Purin oder Pyrimidin- Teil eines Nucleosides = "Purin oder Pyrimidin-Base"



14

## Adenosin Triphosphat (AMP, ADP ATP)

- ATP: ein prominentes Nucleotid:  
Nucleotide = Phosphorsäure-Ester von Nucleosiden

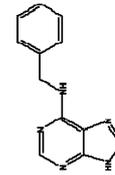


- Die Nucleotide ATP, CTP, GTP, TTP sind notwendig für
  - Energie-Haushalt u
  - Phosphorylierung
- dienen auch als Cofaktoren bei enzymatischen Reaktionen

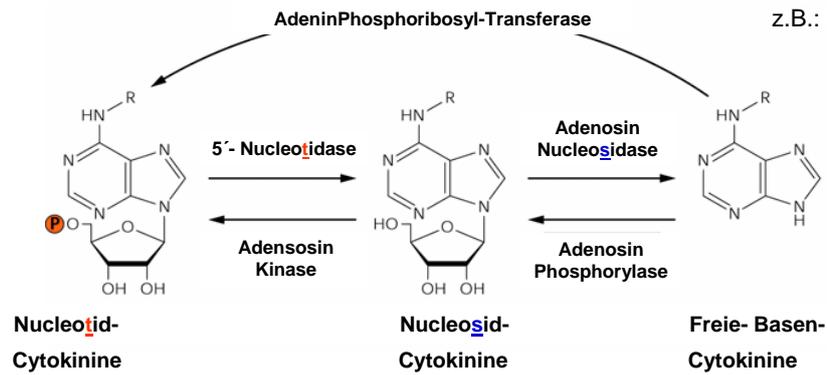
16

## Cytokinin

- Cytokinine – Die Wurzelhormone
- Entdeckt durch Folke Skoog im Labor ..
- Cytokinin-Biosynthese: → Mehrere Wege

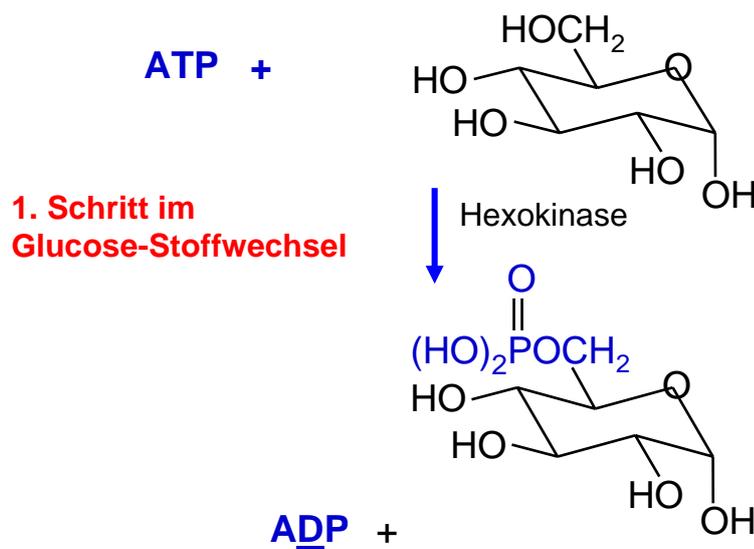


z.B.: Kinetin



18

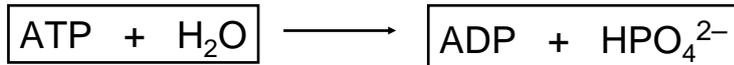
## ATP und Phosphorylierung



19

## Hydrolyse des ATP

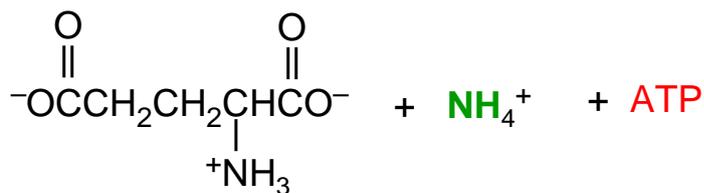
- = die Thermodynamik biologischer Prozesse.
- $\Delta G$  beschreibt:
  - ob eine Reaktion Energie freisetzt ( $\rightarrow$  **exergonisch**)
  - oder Energiezufuhr benötigt ( $\rightarrow$  **endergonisch**)
- Wichtig ist der "Freie Energie Wechsel" ( $\Delta G$ ):
  - wenn  $\Delta G$  negativ ist  $\rightarrow$  Spontane Reaktion
  - wenn  $\Delta G = 0$  ist  $\rightarrow$  Reaktionsgleichgewicht
  - wenn  $\Delta G$  positiv ist  $\rightarrow$  keine spontane Reaktion



- $\Delta G^\circ$  für die Hydrolyse des ATP zu ADP =  $-31$  kJ/mol
- ATP: eine "hoch-energetische" Verbindung: im Vergl. zu  $\text{ADP} + \text{HPO}_4^{2-}$ .
- Umwandlung von ATP in ADP: Kopplung mit anderen Prozessen
  - $\rightarrow$  Lieferung v. Energie
  - $\rightarrow$  Umwandlung des endergonischen Prozess  $\rightarrow$  exergonischer Prozess

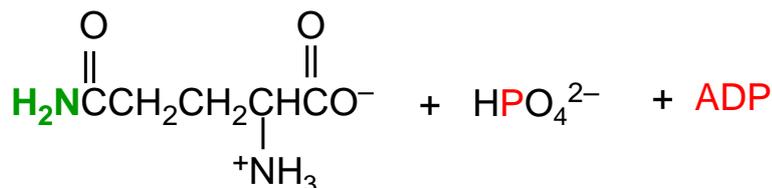
21

## Glutaminsäure $\rightarrow$ Glutamin



$$\boxed{\begin{array}{l} \Delta G^\circ = -31 + 14 \text{ kJ} \\ = \underline{-17 \text{ kJ}} \end{array}}$$

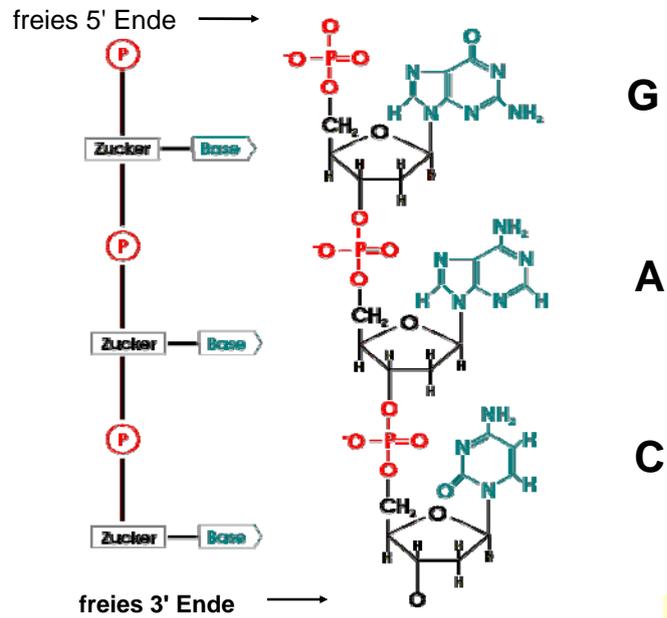
Reaktion in Verbindung mit der Hydrolyse von ATP: **exergonisch**



23

**Phosphodiester, Oligonukleotide und Polynukleotide**  
**- Das Trinukleotid GAC**

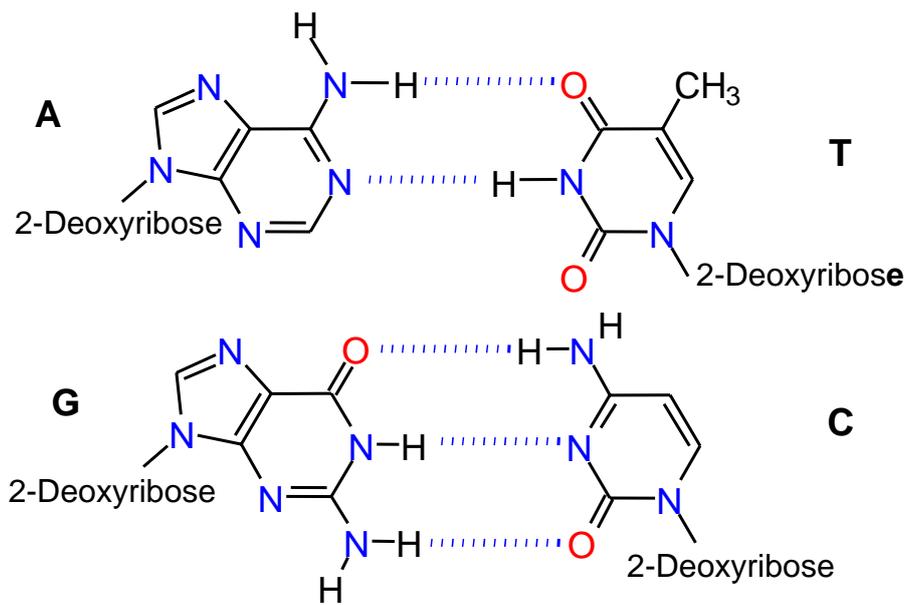
- Phosphodiester Bindg. zw. 3' des einen Nt und 5' des nächsten Nts.
- Freie 3' u. 5' Enden



27

**Basen-Paarung**

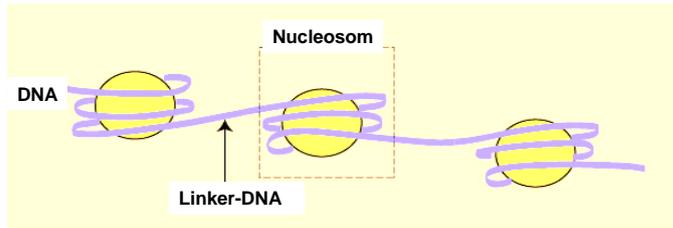
Watson and Crick: komplementäre Wasserstoffbrückenbindungen



29

## Histone

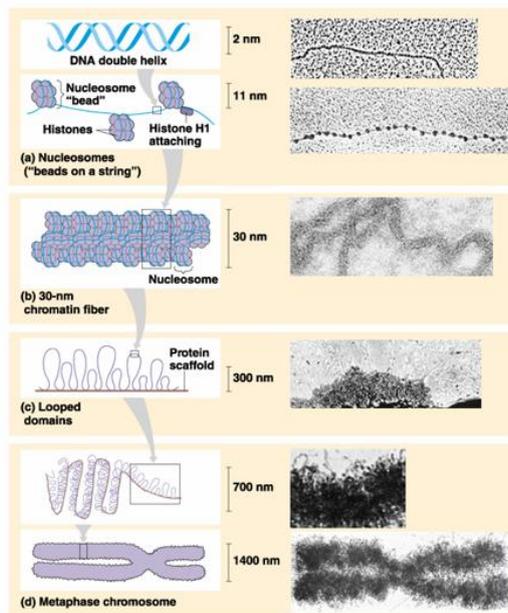
- Tertiär-Struktur der DNA: Supercoils
  - Generelle Tendenz zum 'coiling'
  - Proteine, sog. *Histone* bewirken effizientes 'coiling' der DNA
- Histone im Zellkern
  - Histone: reich an basischen Aminosäuren (Lysin und Arginin).
  - Histone: bei biologischen pH positiv geladen.
- DNA ist negativ geladen
  - → DNA windet sich um Histonproteine um Nucleosomen zu formen.



- Ein Nucleosom bindet ca. 146 Basenpaare
- Der Linker enthält ca. 50 Basenpaare

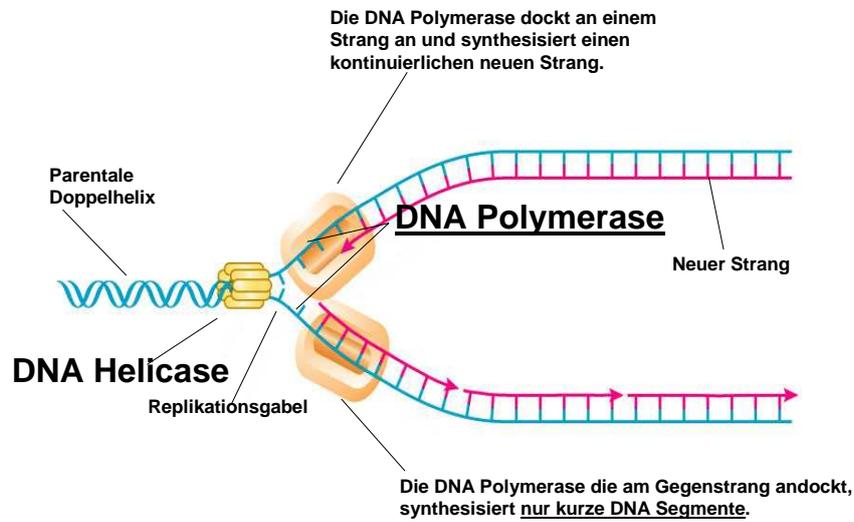
31

## Von der Helix zum Chromosom



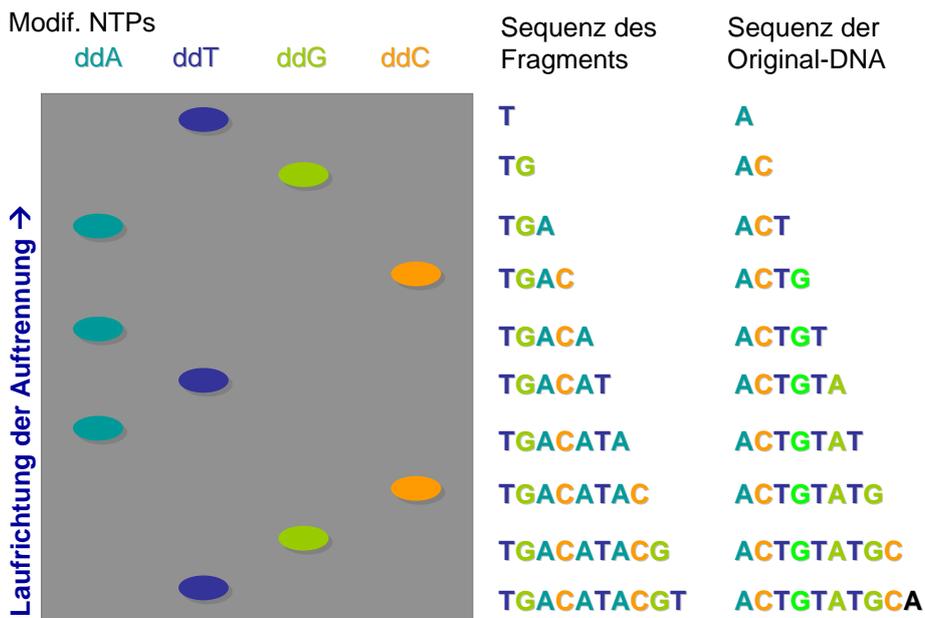
35

## DNA Replikation



37

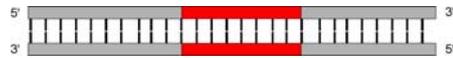
## Sequenzierung nach Sanger:



Fluoreszenz-markierte Didesoxy-NTPs → Kettenabbruch

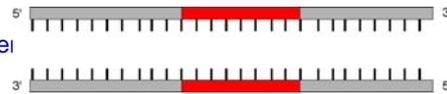
38

## PCR *Polymerase Chain Reaction* (PCR)



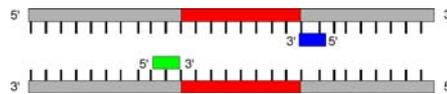
Zielregion

- 1. Denaturieren



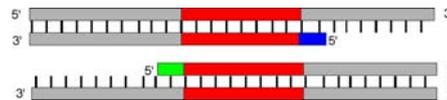
95°C

- 2. Annealing ("priming")



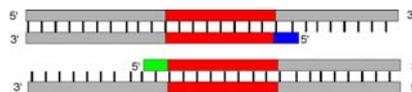
- 3. Synthese

"Extension"  
oder  
"Elongation"

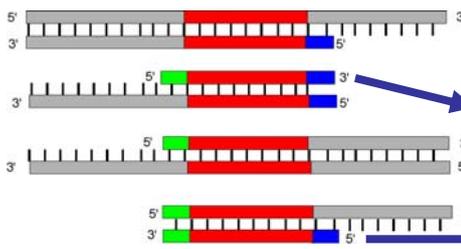
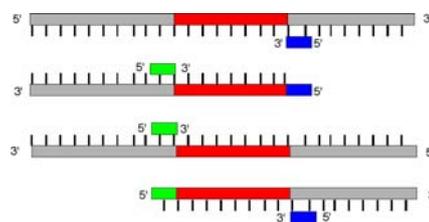


48

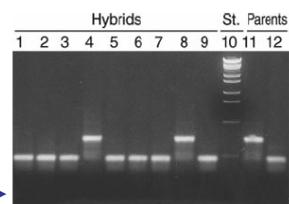
## PCR



Elongation

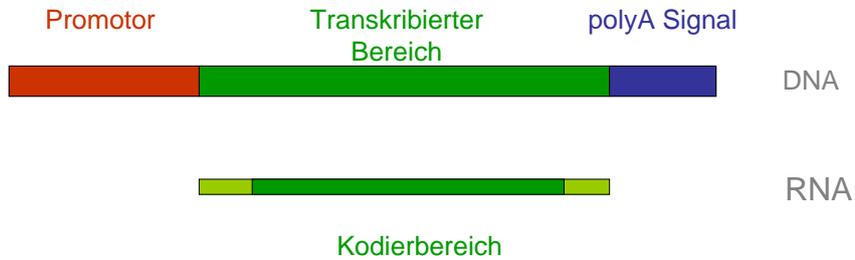


Gel-Elektrophorese nach PCR



## Transkription

Transkriptionskontrolle setzt am Promotor an



- → Ermöglicht der Pflanze die Situationsgerechte Reaktion auf wechselnde Umwelt-Bedingungen. Z.B.
  - Nährstoff-Mangel (Bsp. Siderophor-Bildung)
  - Trockenstress
  - Pathogen-Befall
  - etc.

52

## Agrobacterien

