



# Grundlagen der organischen Chemie II

## Chemische Evolution

Tim Clark

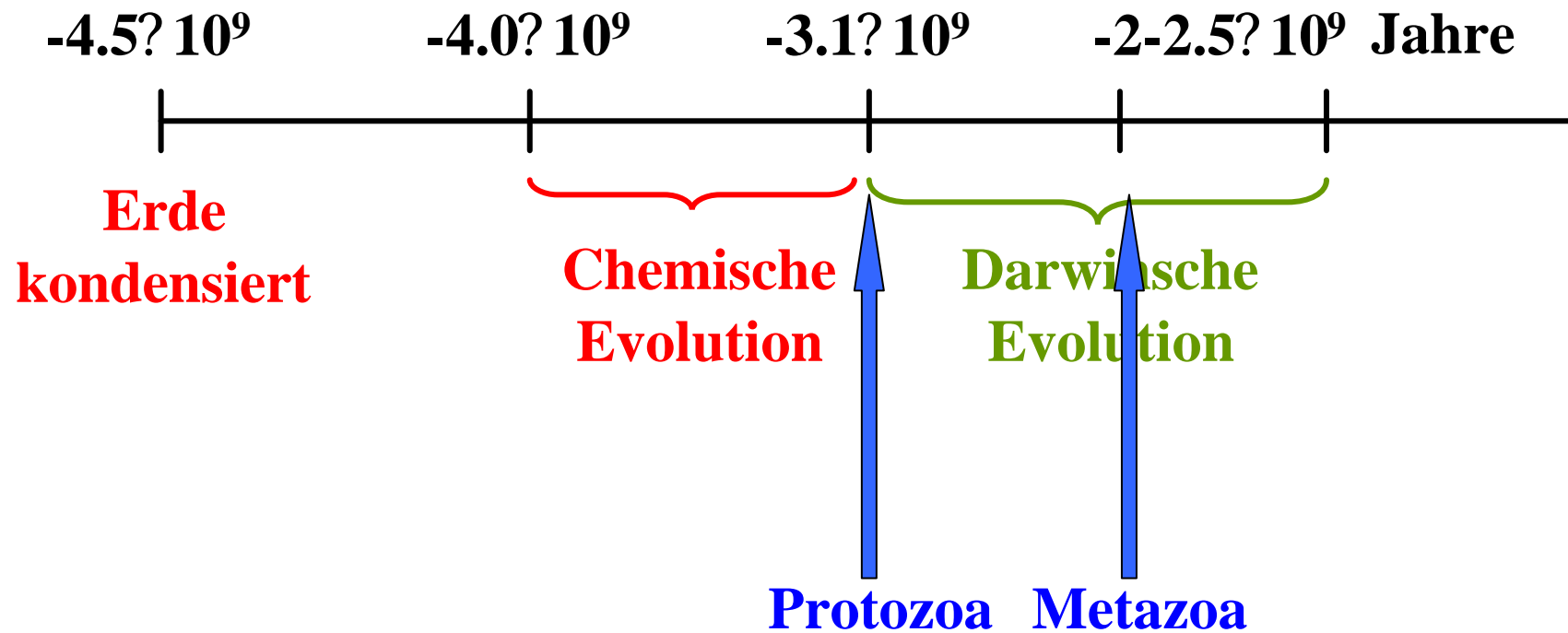
Computer-Chemie-Centrum

Universität Erlangen-Nürnberg

[clark@chemie.uni-erlangen.de](mailto:clark@chemie.uni-erlangen.de)



# Chemische Evolution





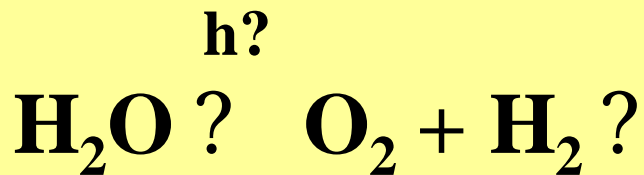
# Chemische Evolution

- **Alexander Oparin : 1924**
  - Lebendes Material stammt von einem Reservoir organischer Verbindungen
- **J. B. S. Haldane : 1928**
  - Präbiotische Erde enthielt große Meere wäßrigen organischer Verbindungen
- **? die Oparin/Haldane-Theorie**



# Entwicklung der Atmosphäre

1. Reduzierende ( $\text{H}_2$ ) Atmosphäre
  - Zu leicht, um gehalten zu werden
  - Kohlenstoff als Carbide gebunden
2. Entgasen ? reduzierende Atmosphäre  
( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ )



und später

**Photosynthese ?  $\text{O}_2$**

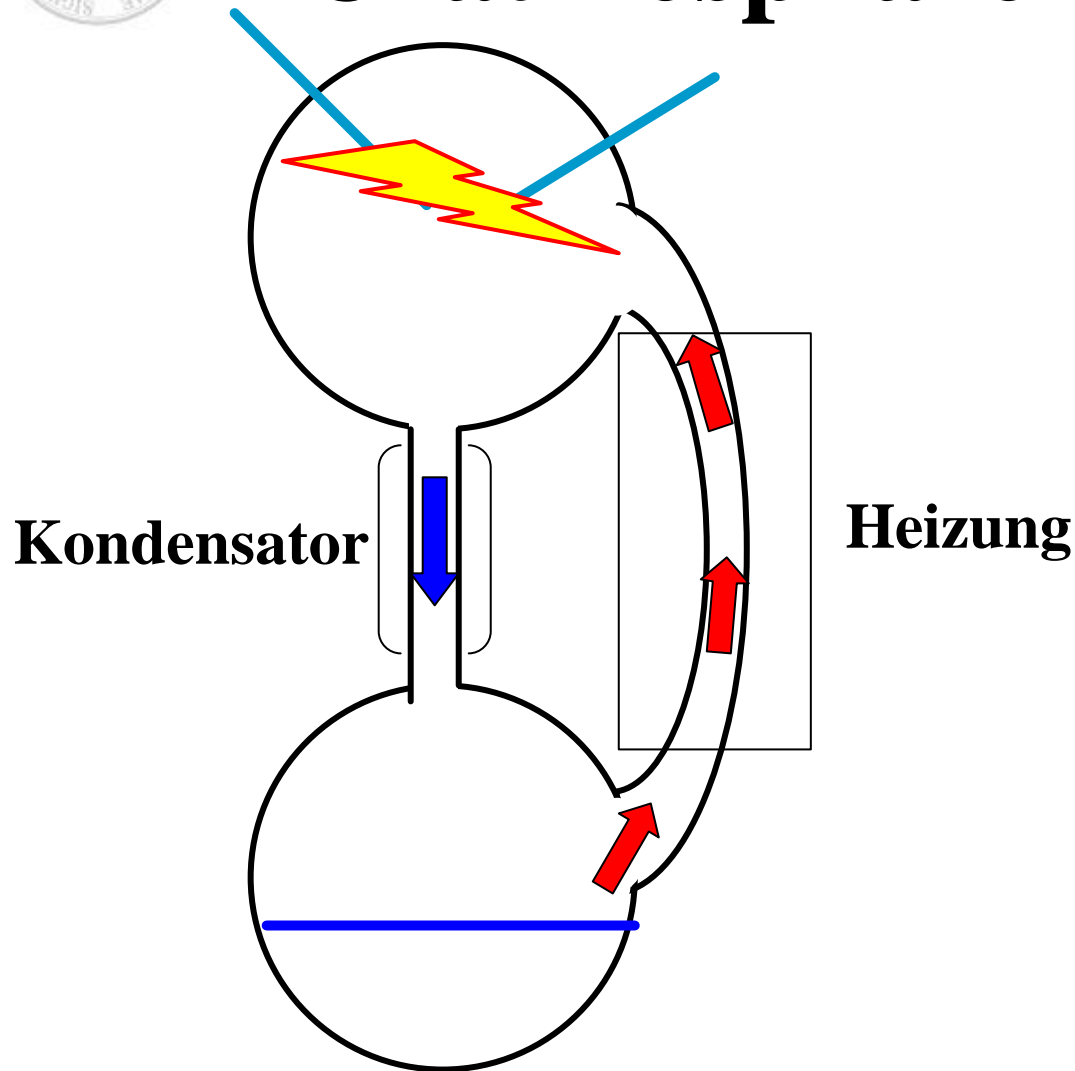


# Energiequellen

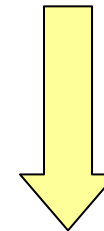
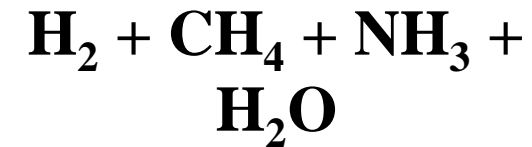
Energie	cal/Jahr ? $10^{-14}$
Gesamtsonnenenergie	132,000
uv: < 250nm	300
< 200nm	45
< 150nm	1.8
Elektrische Entladung	2.1
Radioaktivität	1.4 – 0.4
Vulkane	0.07
Kosmische Strahlung	0.0008



# Uratmosphäre-Experimente



Urey und Miller  
(1953)



Gly, Ala, Asp,  
α-Aminobuttersäure

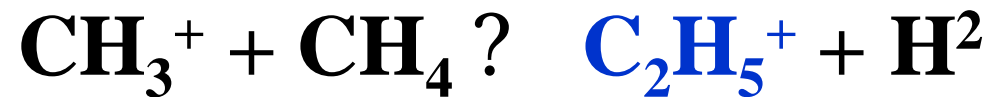


# Methan-Plasma

- **CH<sub>4</sub> ?**
  - **CH<sub>4</sub><sup>+</sup>**            **47%**
  - **CH<sub>3</sub><sup>+</sup>**            **40%**
  - **CH<sub>2</sub><sup>+</sup>**            **8%**
  - **CH<sup>+</sup>**            **4%**
  - **C<sup>+</sup>**            **1%**
  - **H<sup>+</sup>**            **1%**
  - **H<sub>2</sub><sup>+</sup>**            **Spuren**



# Methan-Plasma : Reaktionen



Bei P= 0.2-2.0 mm,  $\text{CH}_5^+ + \text{C}_2\text{H}_5^+ ? 70\%$

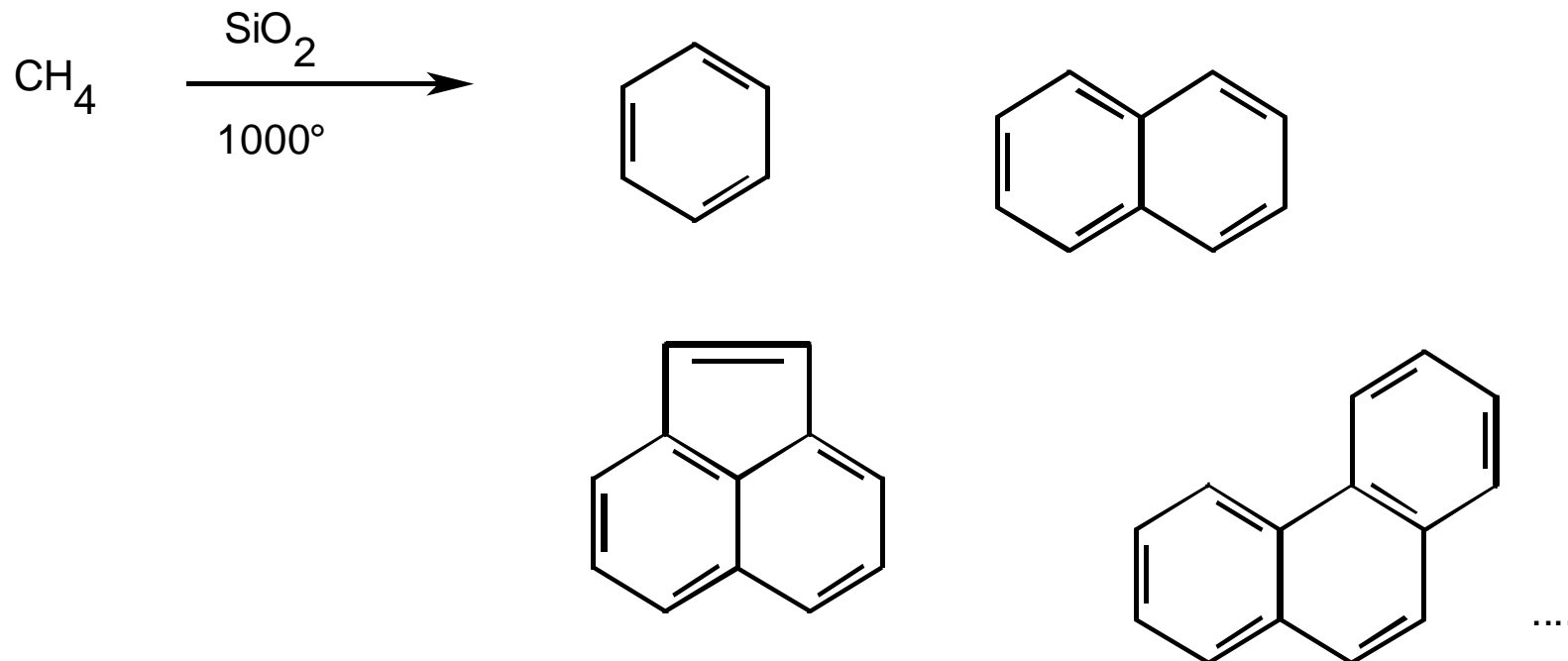
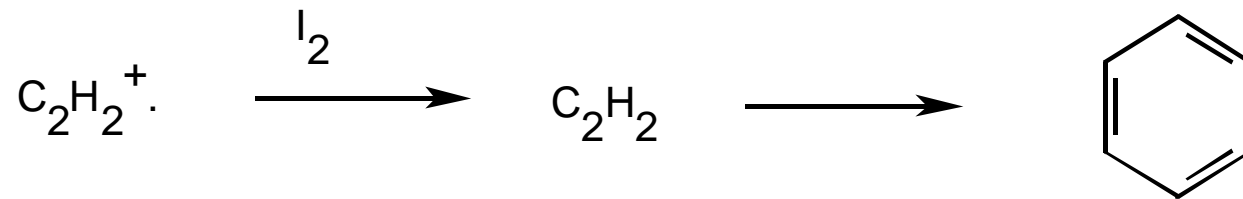


# G-Werte (Mol./100 eV)

$H_2$	6.4
$C_2H_4$	0.13
$C_2H_6$	2.1
$C_3H_8$	0.26
<i>n</i> - $C_4H_{10}$	0.13
<i>iso</i> - $C_4H_{10}$	0.06
<i>iso</i> - $C_5H_{12}$	0.05



# Katalyse





# Ammoniak-Plasma

- $\text{NH}_3$  ?
  - $\text{NH}_2^+$  ,  $\text{NH}_3^{+\cdot}$  ,  $\text{CH}_2^{+\cdot}$  ,  $\text{NH}_4^+$
  - $\text{N}_2$  ,  $\text{H}_2$  ,  $\text{N}_2\text{H}_4$



**Aminosäuren?**



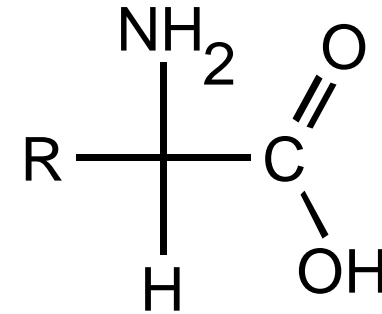
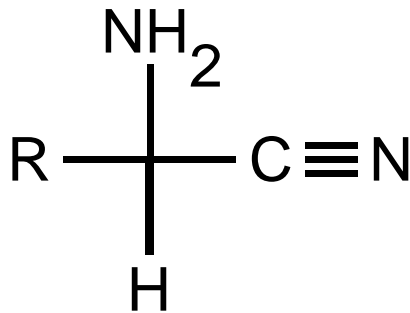
# Wasser-Plasma

- $\text{H}_2\text{O}$  ?
  - $\text{H}_2\text{O}^{\cdot+}$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^+$ ,  $\text{H}^+$
  - In Wasser ?  $\text{H}\cdot + \text{OH}\cdot$

$e^-_{\text{solv}}$ ,  $\text{H}\cdot$ ,  $\text{OH}\cdot$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$



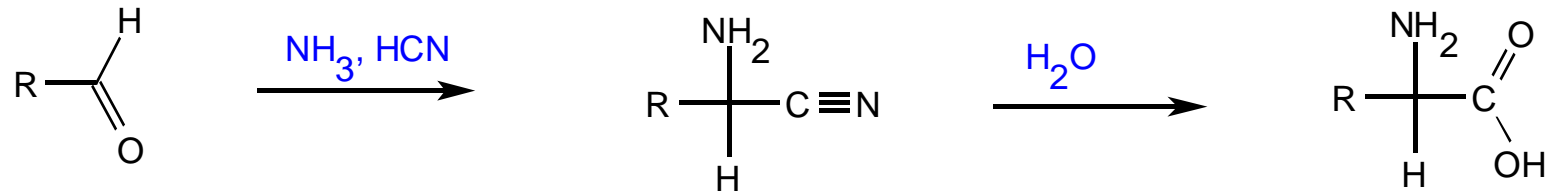
# Aminosäuren



**Werden durch Hydrolyse von Nitrilverbindungen leicht gebildet**



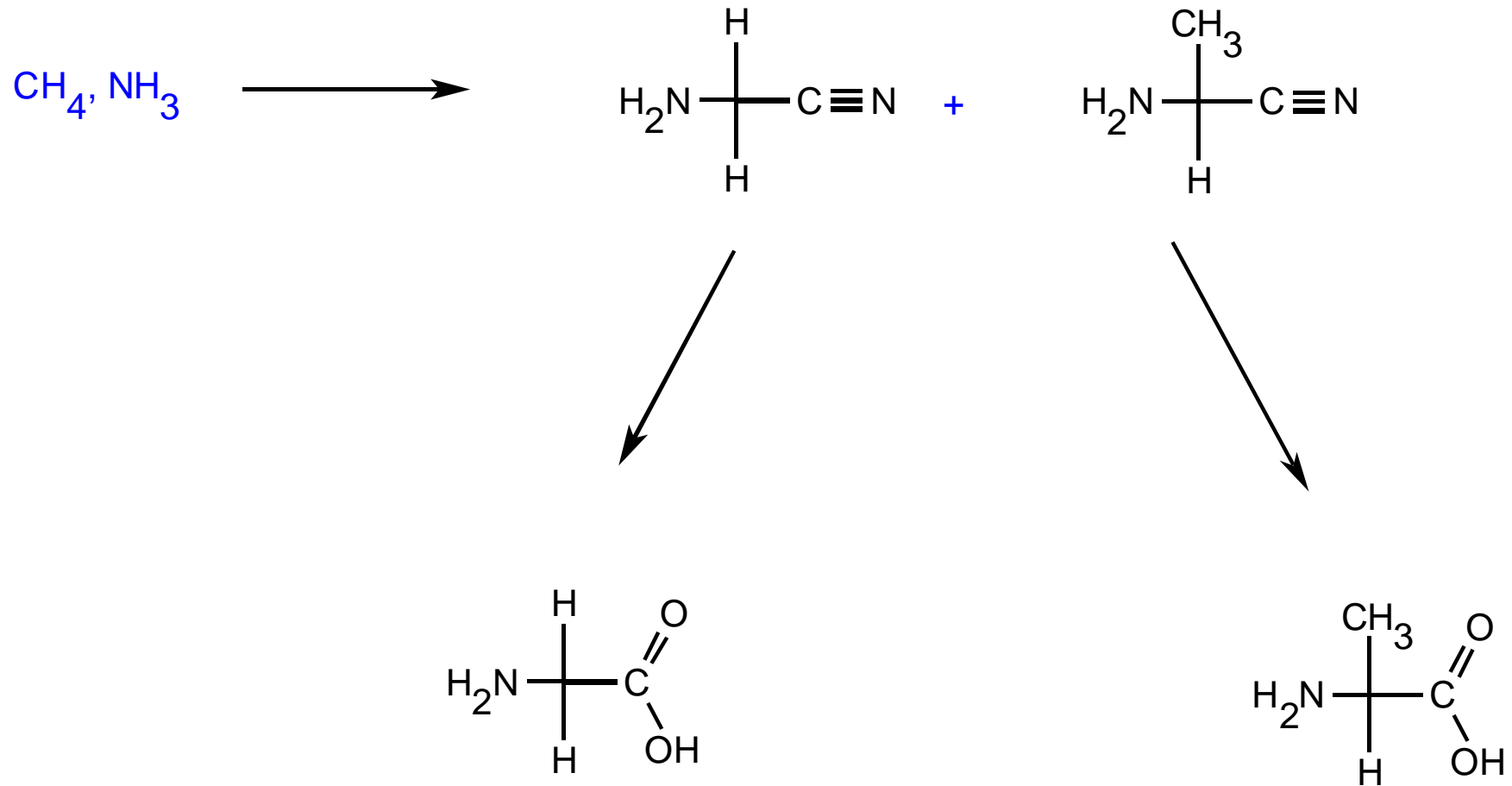
# Aminosäuren : Miller-Mechanismus



**Strecker-Synthese !**

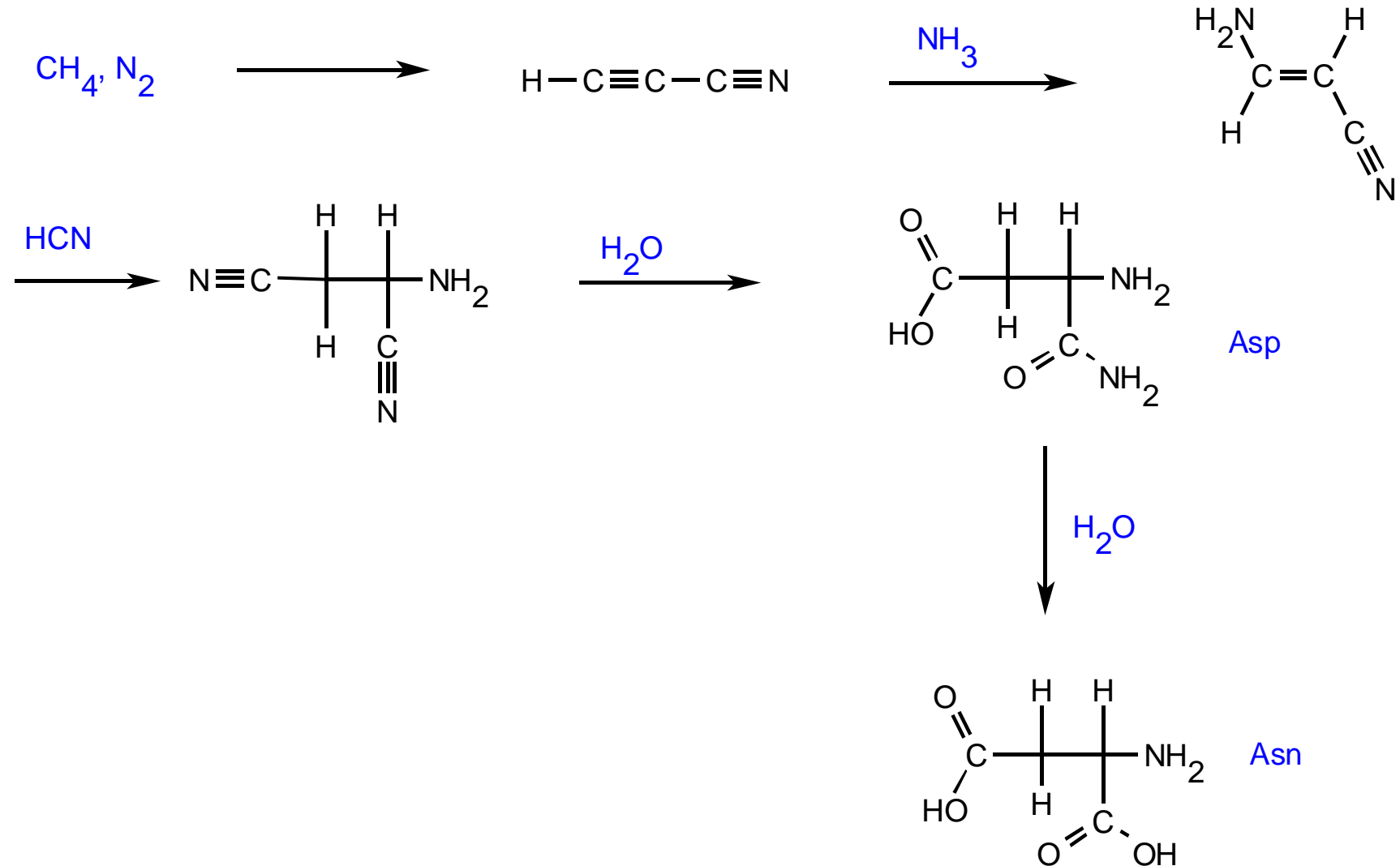


# Aminosäuren : „Anhydrous“ Mechanismus



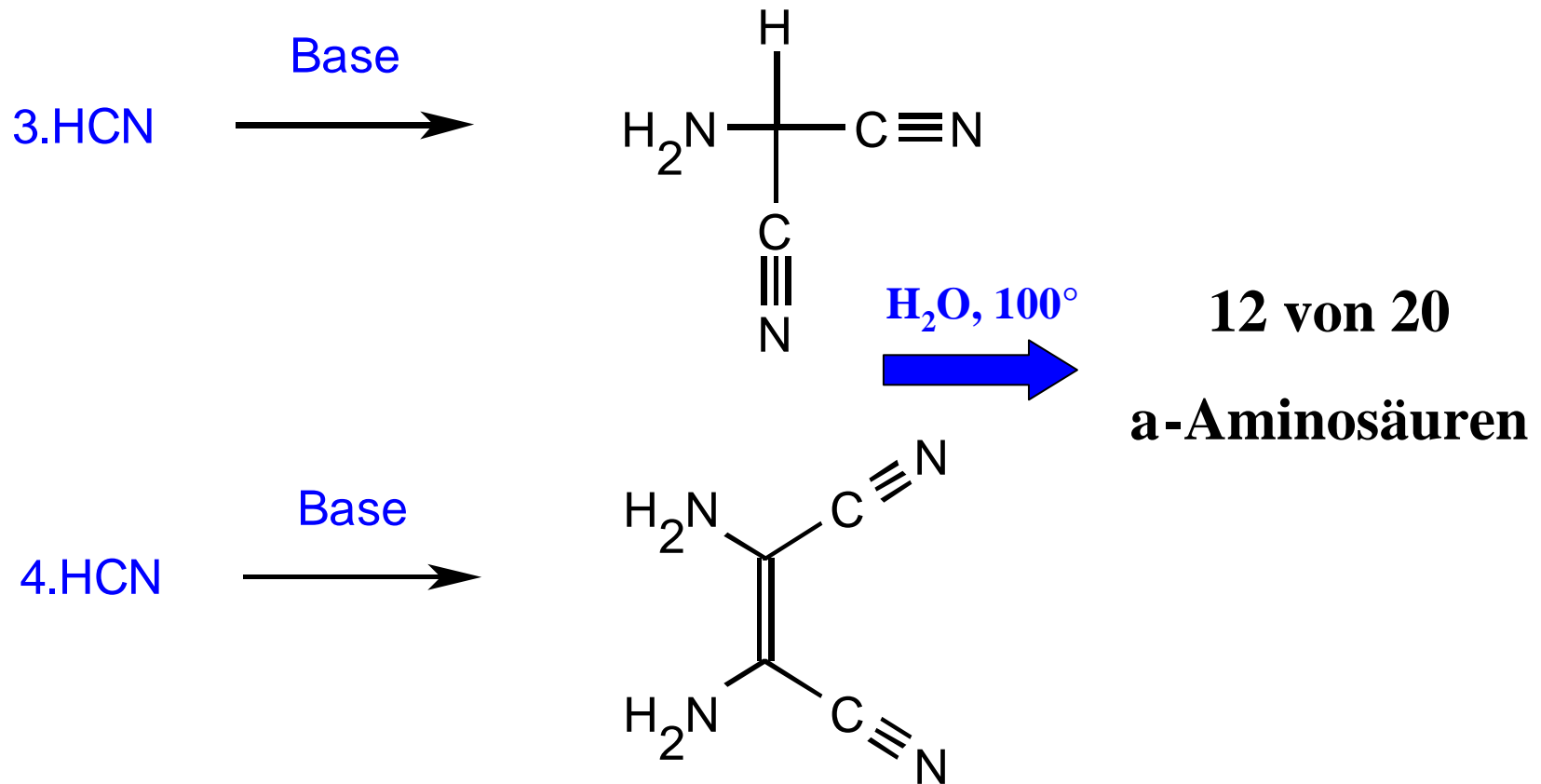


# Aminosäuren : Sanchez-Mechanismus



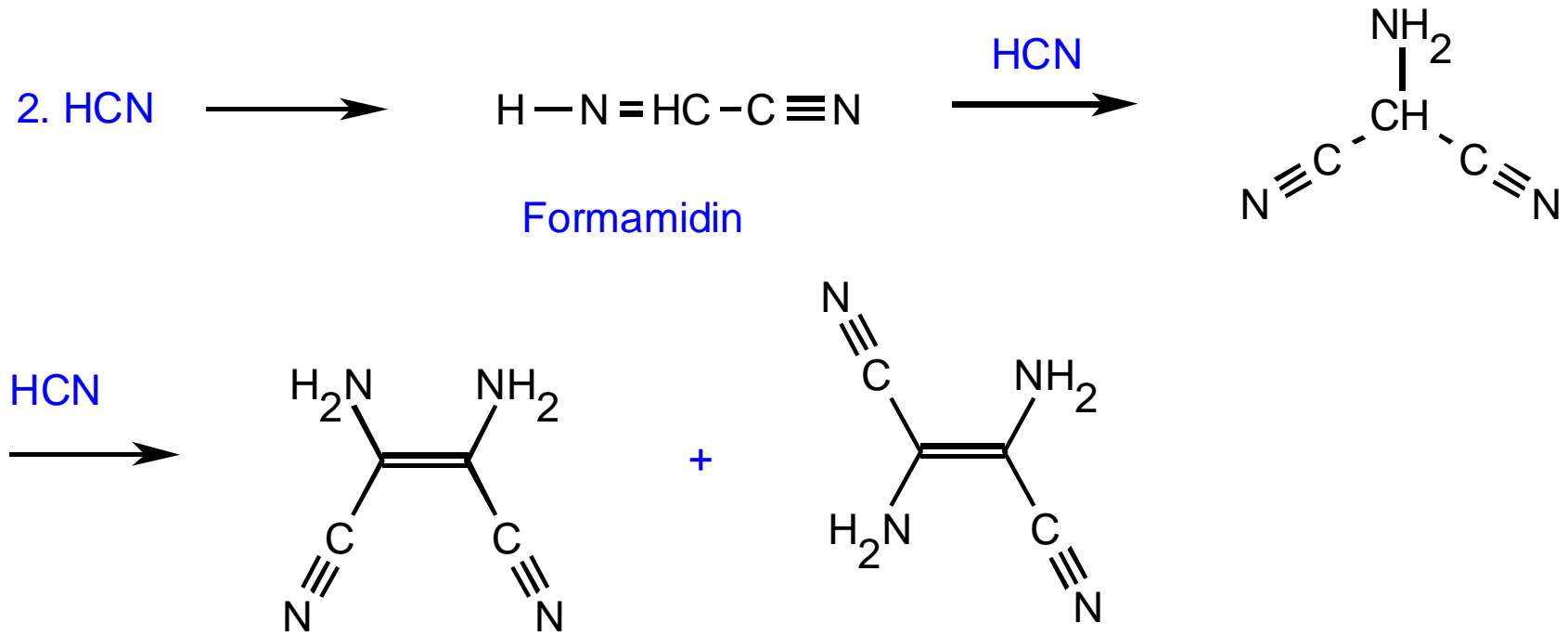


# Aminosäuren : HCN-Oligomerisierung





# Mechanismus



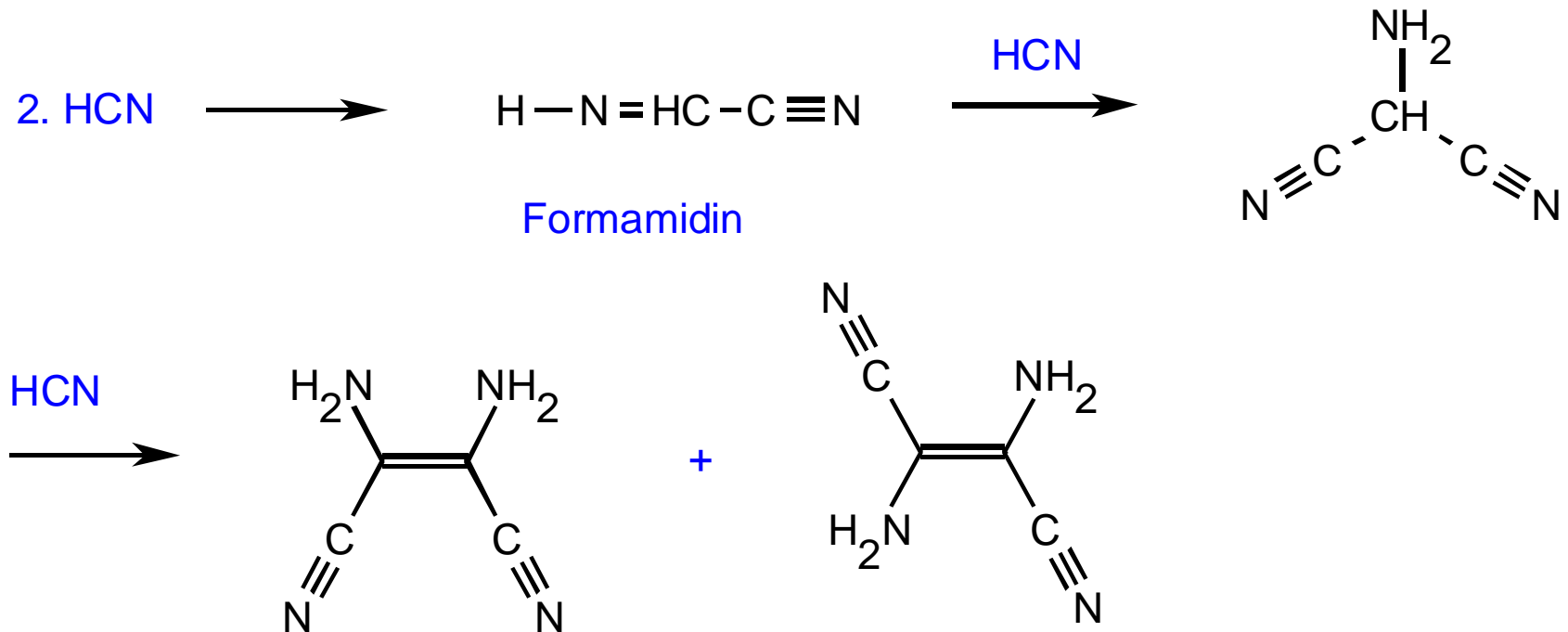


# Zusammenfassung

- **Uratmosphäre-Versuche liefern**
  - Aminosäuren bis Leu und Lys (6C)
  - ca. 0.01% Ausbeute
  - Höhere Temperaturen ? Phe, Tyr
  - Höhere Ausbeuten in Abwesenheit von H<sub>2</sub>

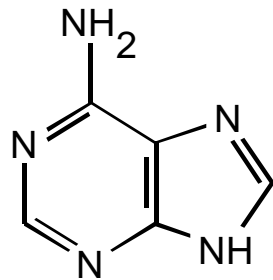
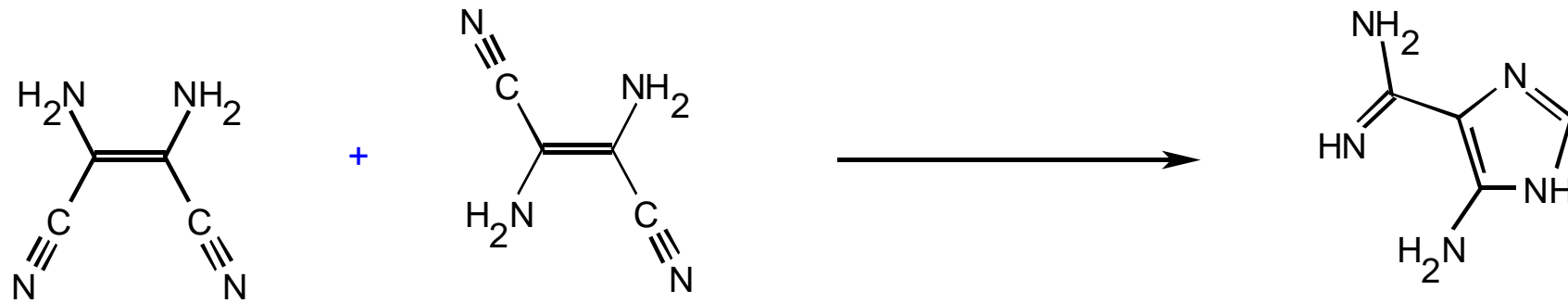


# DNA und RNA-Basen





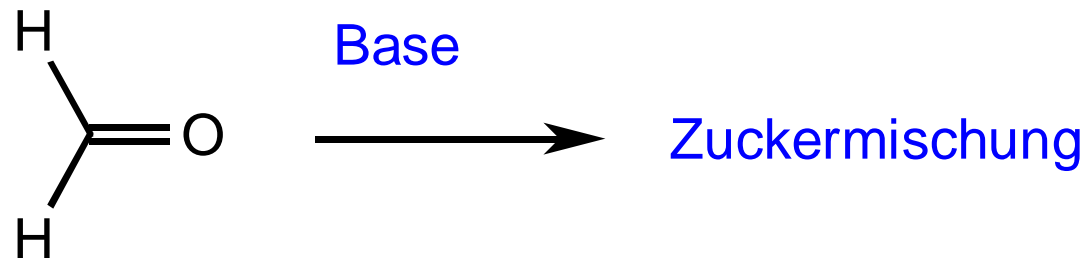
# DNA und RNA-Basen



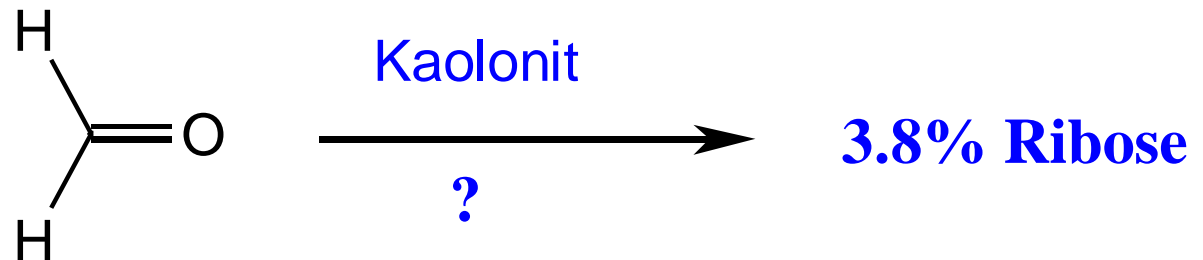


# Zucker

- **Butlerov-Reaktion:**

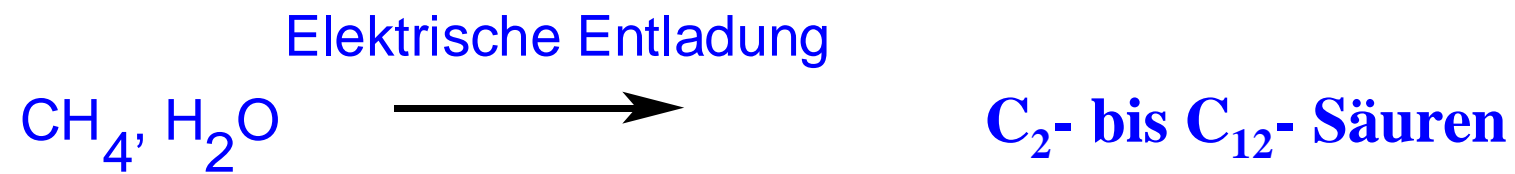


- **Katalyse:**



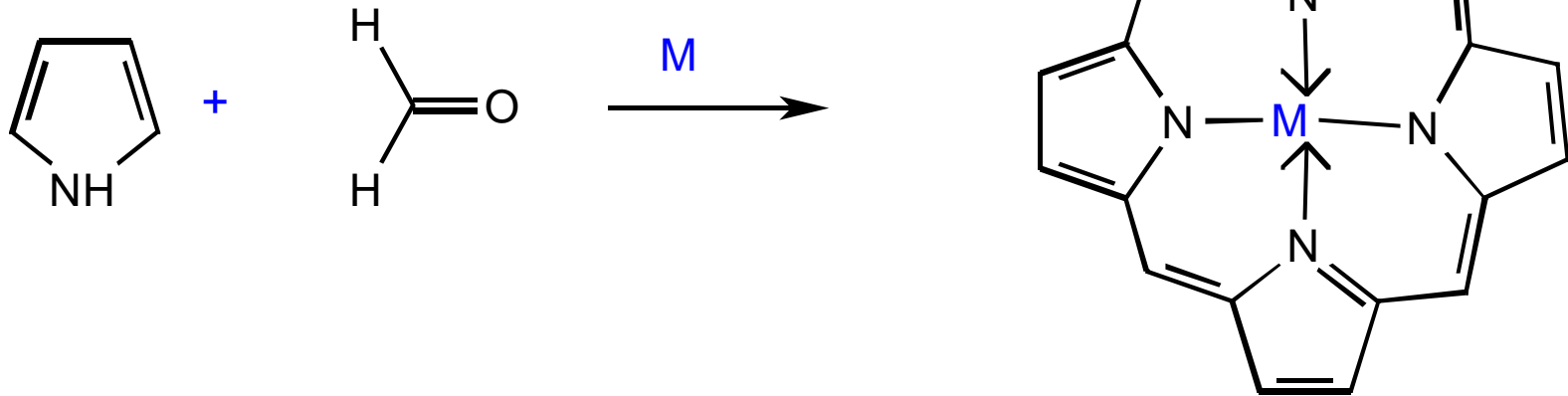


# Fette





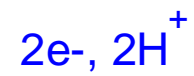
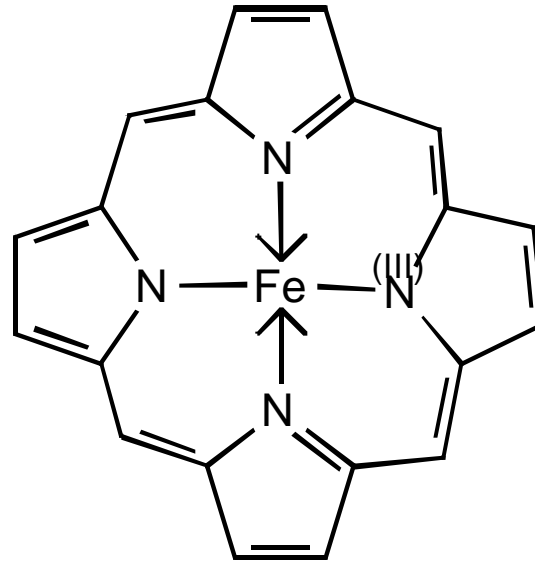
# Porphyrine



**0.001 – 0.00001%**



# Porphyrine



**1000? schneller als Fe<sup>3+</sup>**