



Nitrifikation - Ammoniakoxidation

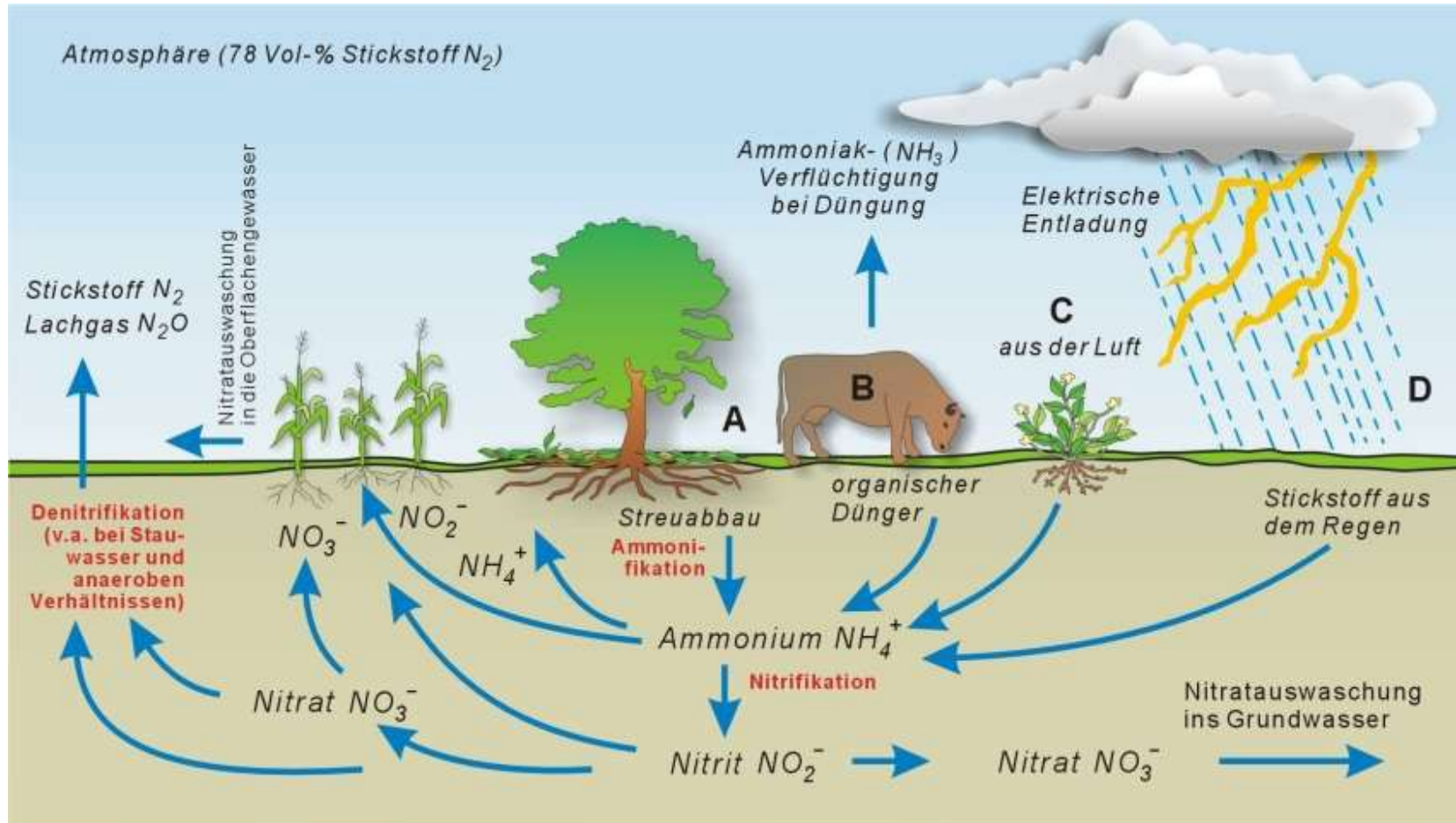
Andreas Mohren Min Nauendorf

Übersicht

- Stickstoffkreislauf, Redoxzyklus von Stickstoff
- Nitrifikation – Ammoniakoxidation
 - Nitrifikationsreaktion
 - Ammoniakoxidation
 - Nitrifizierende Bakterien
 - Bioenergetik
 - Enzymologie
- Anammox

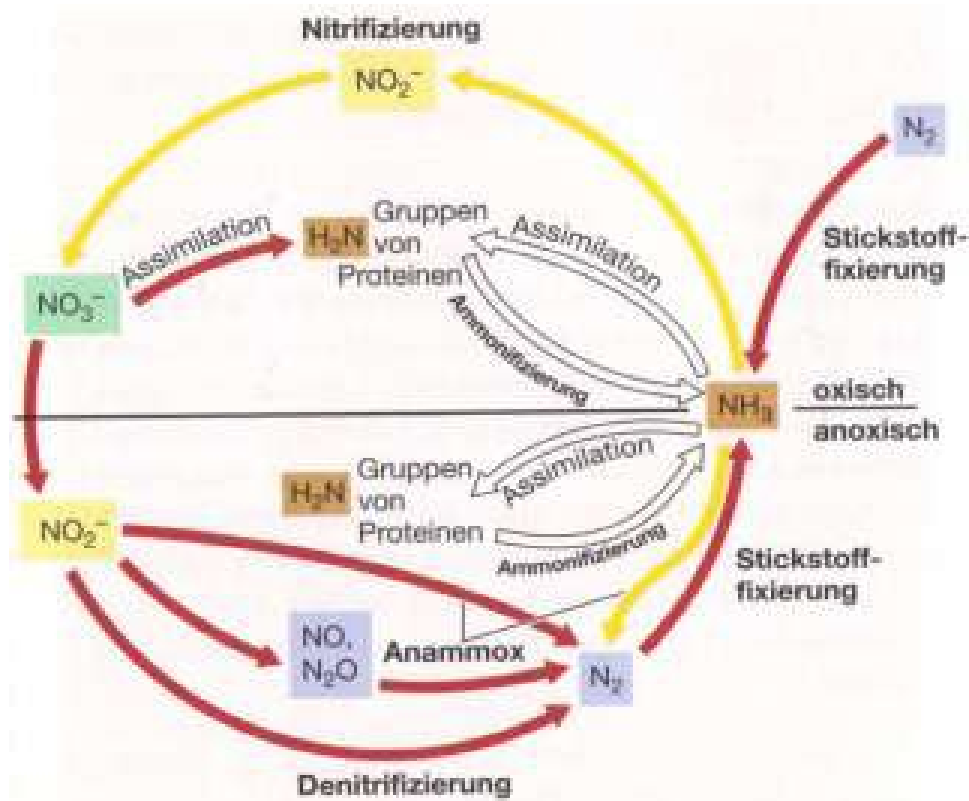
Stickstoffkreislauf, Redoxzyklus von Stickstoff

Stickstoffkreislauf



Schematische Darstellung des Stickstoffkreislaufes im Boden (Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz).

Redoxzyklus von Stickstoff



Die Drei Hauptprozesse der mikrobiellen Stickstofftransformation

- Denitrifikation → Reduktion
- Stickstofffixierung → Reduktion
- Nitrifikation → Oxidation

Nitrifikation

Synthese von Nitrat:
aerober Prozess



Zwei Teilschritte

1. $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^-$ Ammoniakoxidation
2. $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ Nitritoxidation



Nitrifizierende Bakterien

Hauptgattungen

Nitrosomonas

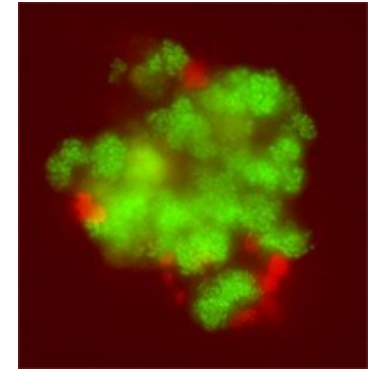
Nitrobacter

Chemolithotroph

- Energie durch Oxidation von anorganischen Verbindungen
- Hier: NH_3 bzw. NH_4^+

Kein Einzel-Chemolithotroph bekannt der die komplette Oxidation von NH_3 zu NO_3^- durchführt

→ Aufteilung des Prozesses



Nitrosifizierer (Ammoniakoxidierende Bakterien)

Nitrifizierer (Nitratproduzierende Bakterien)



Nitrosifizierer

Beispiel: *Nitrosomonas*

- Gram-negativ
- Kurze bis lange Stäbchen
- Beweglich (polare Flagelle) oder unbeweglich

Vorkommen: Boden, Abwasser, Süßwasser,
Marine Habitate



Weitere:

Nitrosococcus

Nitrospira

Nitrosolobus

Vorkommen: Boden, Süßwasser, Marine
Habitats

→ Sehr weit in der Umwelt
verbreitet!

Ammoniakoxidation durch Nitrosifizierer

Gesamtreaktion:



Reaktion nochmals unterteilt in zwei
Teilschritte!



Enzymkatalysiert !



Enzymkatalysiert !

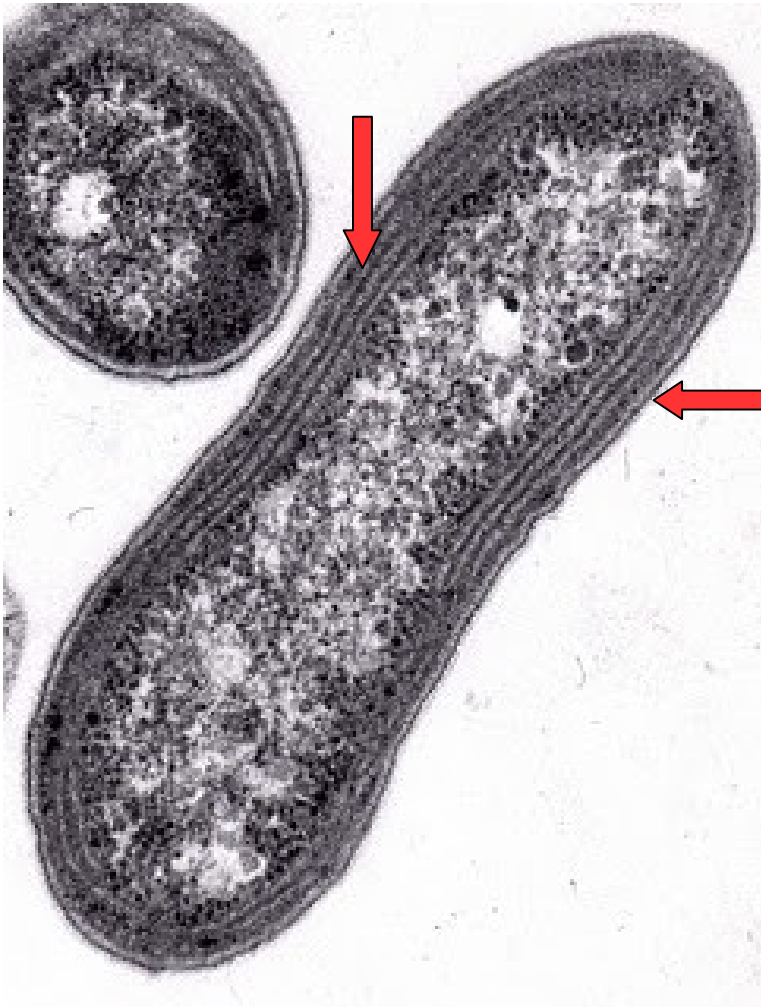
Bioenergetik

Reduktionspotential E_0' von $\text{NO}_2^-/\text{NH}_3$
beträgt $+0.34 \text{ V}$

→ Limitierung der Energiefreisetzung und
der ATP Produktion!

$$\Delta G_0' = -288 \text{ kJ/Reaktion}$$

Aufbau eines Nitrosifizierers am Beispiel Nitrosomonas



Zellwand

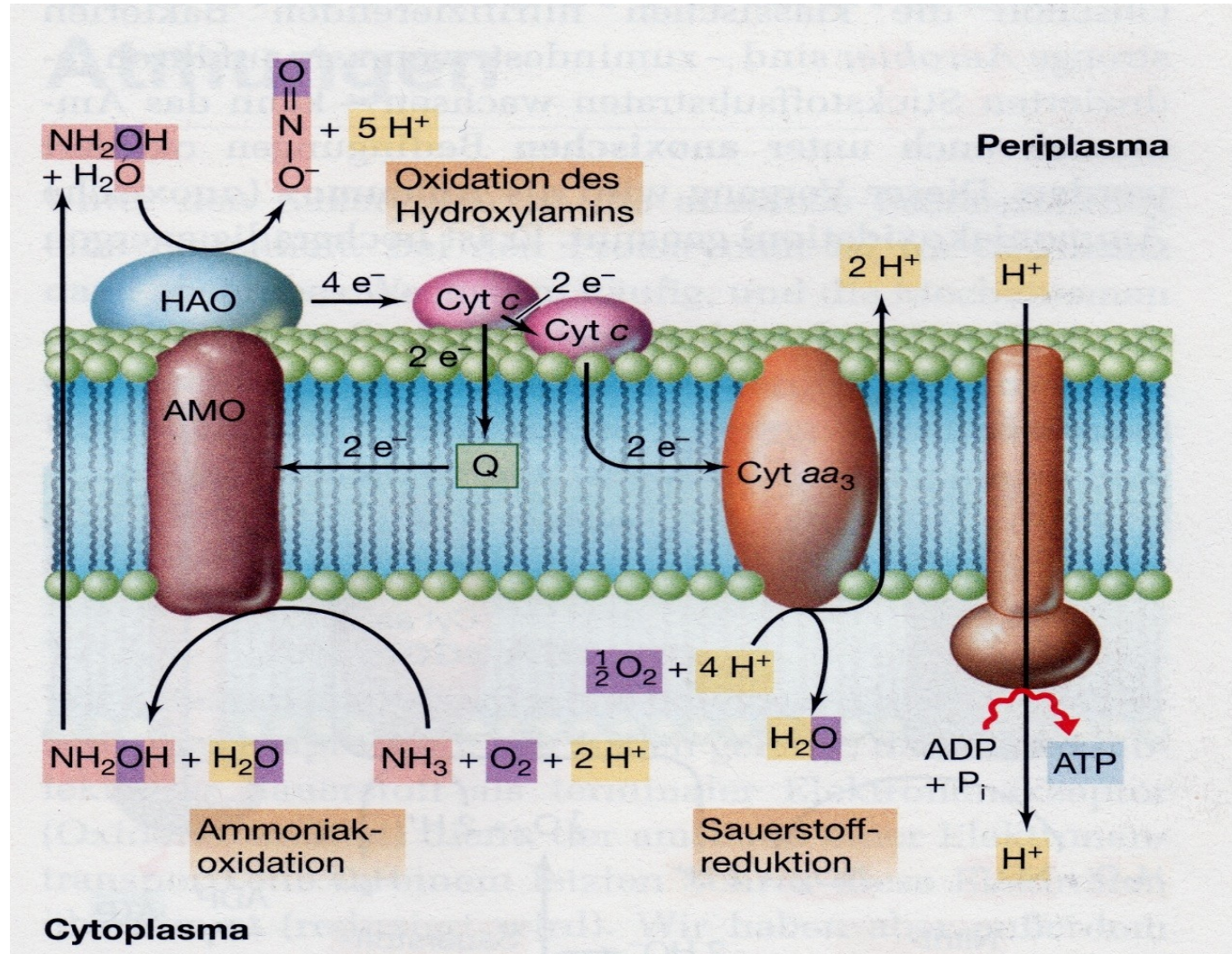
Membranschichten

Cytoplasma

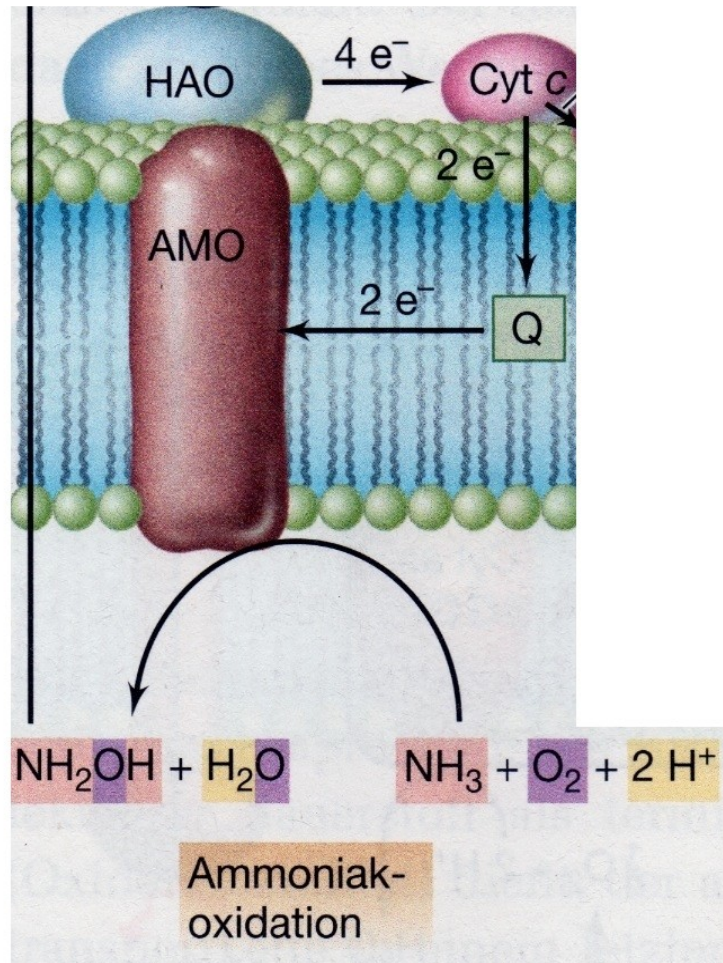
Zellorganellen

etc.

Prozess der Ammoniakoxidation



Prozess der Ammoniakoxidation



I. Schritt:

Oxidation des Ammoniak zu Hydroxylamin über Ammoniakmonooxygenase

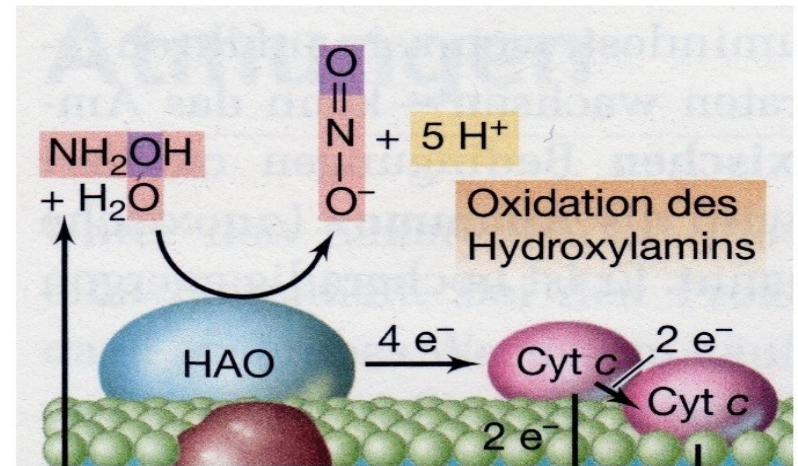
→ Diffusion durch Zellmembran ins Periplasma

Prozess der Ammoniakoxidation

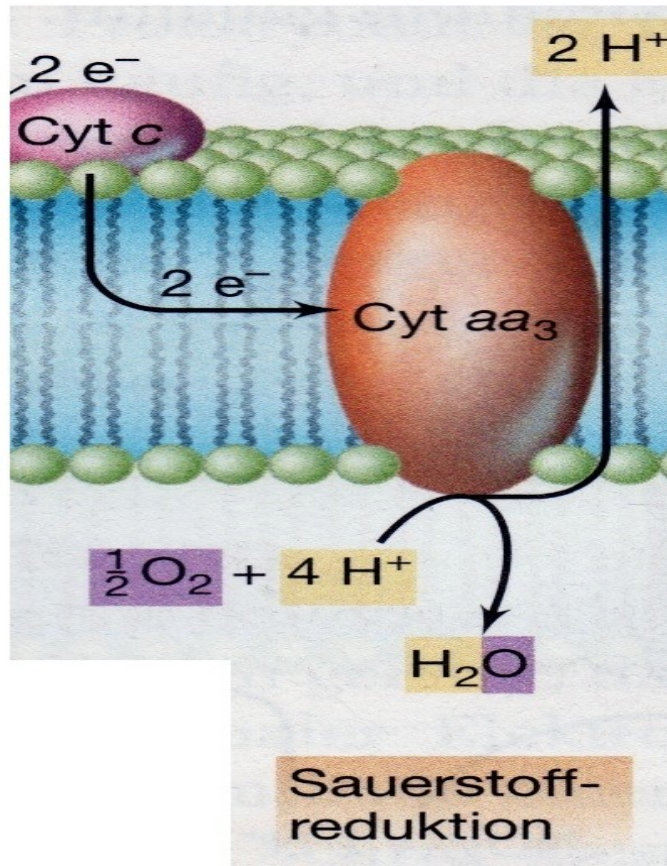
2. Schritt:

Oxidation des Hydroxylamin zu Nitrit über Hydroxylamin-oxidoreduktase

→ Gewinn von 4 Elektronen



Prozess der Ammoniakoxidation



3. Schritt:

Elektronen werden
im Cytochrom c
aufgeteilt

- 2 zur AMO
- 2 zur O₂
Reduktion

Prozess der Ammoniakoxidation

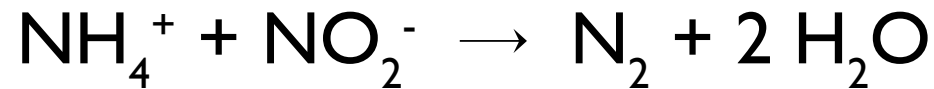
4. Schritt:

Energiegewinn durch
ATP-Synthase,
angetrieben vom
„proton-motive
force“



Anammox

- Anaerobe Ammoniak Oxidation
- Alternative zur aeroben Oxidation
- *Brocadia anammoxidans*



Quellen:

Brock Mikrobiologie

Praktikumsskript Biochemisches Praktikum WS 11/12

http://grasslakeideas.blogspot.com/2006_12_01_archive.html

Vorlesungsskript Mikrobiologie I WS10/11, *N-Cycle*, Prof.
Dr. Flemming