

# Nitrifikation – Nitritoxidation

Von Patrycja Kosnik und Nico Tennigkeit

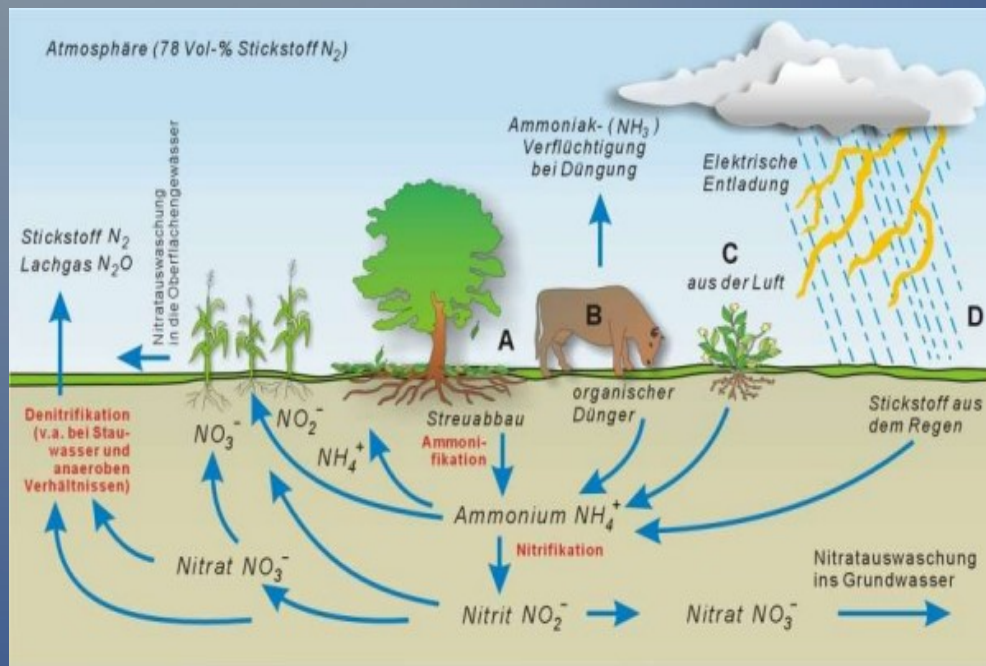


Abb. 2: Schematische Darstellung des Stickstoffkreislaufes im Boden (Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz).

- Als Nitrifikation bezeichnet man die Oxidation von Ammoniak über Nitrit zu Nitrat
- Die Oxidation ist in zwei Schritte unterteilt, wobei an jedem Schritt jeweils eine andere Bakteriengruppe beteiligt ist.
  1. Schritt: Oxidation von Ammoniak zu Nitrit.
 
$$NH_3 + 1\frac{1}{2}O_2 \rightarrow NO_2^- + H_2O$$
  2. Schritt: Oxidation von Nitrit zu Nitrat.
 
$$NO_2^- + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow NO_3^-$$
- Diese Umsetzung erfolgt durch die Nitritoxidierenden Bakterien wie Nitrobacter und Nitrococcus.

# Nitritoxidierende Bakterien

- Nitrifizierende Bakterien sind aerobe, gram-negative Bacterien.
- Sie gehören zu vier der fünf Untereinheiten der Proteobakterien, und zwar alpha, beta, gamma und delta.
- Die meisten dieser Bakterien sind chemolithotroph, mit Ausnahme von Nitrobacter, diese sind auch in der Lage chemoorganotroph auf anderen Kohlenstoffquellen zu wachsen.



Nitrobacter, kurze Stäbchen,

Reproduktion durch Knospung

Habitate: Boden, Süß- und Meerwasser



Nitrococcus, große Kokken, beweglich

Habitat: Meerwasser

# Nitrosifizierer – Nitrifizierer

- Aufgrund der aufeinanderfolgenden Schritte der Nitrifikation, leben die beiden Bakteriengruppen meist sehr eng beieinander.
- So ist es auch sehr schwer eine der beiden Gruppen zu isolieren und separat zu züchten.
- Man kennt keine chemolithotrophen Bakterien die in der Lage sind die gesamte Oxidation von Ammoniak bis hin zum Nitrat allein durchzuführen.
- Die nitrifizierenden Bakterien waren die ersten Lebewesen bei denen nachgewiesen werden konnte, dass sie chemolithotroph wachsen.

# Die Nitratoxidation

- Die Oxidation vom Nitrat zum Nitrit erfolgt bei Nitrobacter-Arten in einem Schritt und wird durch das Enzym Nitrat/Nitrit-Oxidoreduktase (NOR) katalysiert.

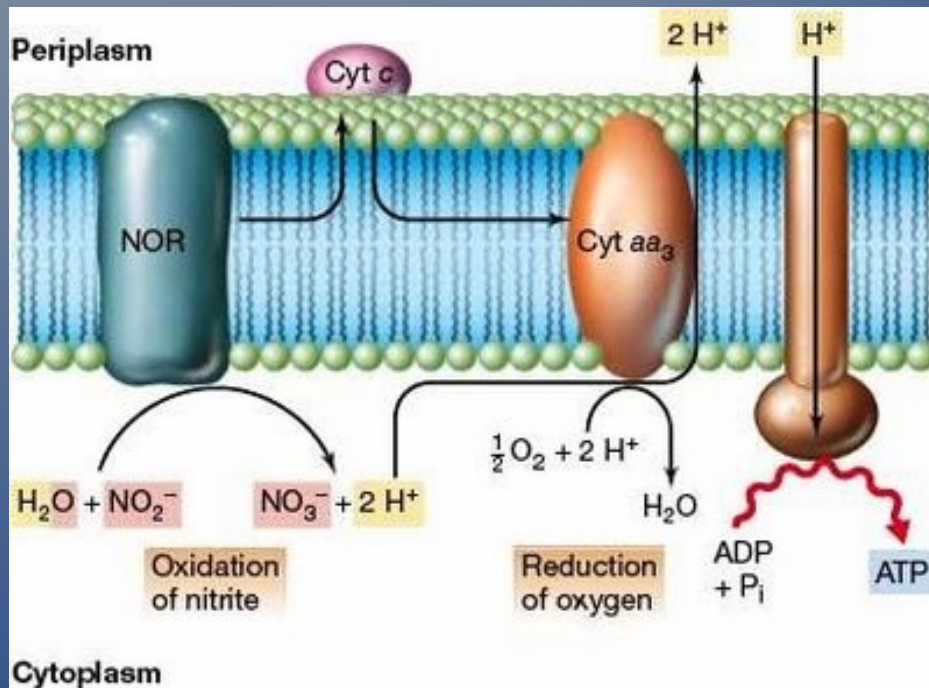


Der Sauerstoff des Nitrats ( $\text{NO}_3^-$ ) stammt dabei allerdings nicht aus dem  $\text{O}_2$ , sondern aus Wasser.



Da bei dieser Reaktion im Vergleich zu anderen Stoffwechselreaktionen nur relativ wenig Energie gewonnen wird, wachsen Nitrifizierende Bakterien eher langsam. Ihr Teilungszyklus liegt bei etwa 12 Stunden.

# Die Nitritoxidation



- 1. Durch die von der Nitritoxidase katalysierte Oxidation von  $\text{NO}_2^-$  zu  $\text{NO}_3^-$  werden zwei Protonen und zwei Elektronen gewonnen.
- 2. Diese Elektronen treten in eine Elektronentransportkette der Cytochrome des a- und c-Typs.
- 3. Der Elektronenfluss baut ein Membranpotential auf. Weiter wird durch den Elektronentransport und die Aktivität des Cytochroms aa<sub>3</sub> eine protonenmotorische Kraft erzeugt, welche dann die ATP Synthese antreibt.



# Nitrifizierende Bakterien im Alltag

- Probleme mit Nitrifizierern in natürlichen Gewässern, die mit hohen Stickstoffmengen belastet sind.
- Durch die Oxidation von Ammoniak zu Nitrat wird der Sauerstoffgehalt des Wasser herabgesenkt.
- Pro 1mg Ammoniumstickstoff werden 4,5mg Sauerstoff verbraucht.
- Durch diese Sauerstoff defizite kann es zu Fischsterben oder anderen ökologischen Problemen kommen.
- In Kläranlagen werden Nitrifizierende Bakterien zur Klärung des Wassers eingesetzt.
- In den sog. Belebtschlammbecken befinden sich mehre Arten von Bakterien.
- Zunächst werden die Kohlenstoffverbindungen im Abwasser zu  $\text{CO}_2$  und Biomasse umgewandelt und dann der Stickstoff der organischen Verbindungen durch andere Bakterien zu Ammoniak abgespalten.
- Hier kommen dann die Nitrifizierer zum Einsatz und oxidieren das Ammoniak in ihren Stoffwechselprozessen zu Nitrat.

# Schäden an Gebäuden durch Nitrifikanten

- Da es bei der Nitrifikation zur Produktion von Säure ( $H^+$  Ionen kommt) können Nitrifikanten Bauwerken starke Schäden zufügen.
- Bei Kontakt von carbonhaltigen Baumaterialien mit Wasser bilden sich Stickoxide, und es kommt zu starken Schädigungen an den Bauwerken.
- Die Stickoxide bilden mit Wasser salpetrige Säuren, welche dann bakteriell zu Salpetersäure oxidiert werden.
- Durch diese Säure kommt es dann zur Auflösung der Carbonate. Auch im Kölner Dom wurden Nitrifizierer nachgewiesen, was zur einer Schädigung des Steins führt.



# Quellen

- Brock Mikrobiologie, Madigan, Martinko, Parker, 9. Auflage (2001)
- The Prokaryotes, Martin Dworkin, Volume 4 (2007)
- Mikrobiologie von Böden, Ottow, (2011)
- Skript Teil B (Sand) Praktikum Biochemie WS 2011/12