

Titel: Dominanz von *Nitrospira* gegenüber *Nitrobacter* in der Nitrifikation von Süßwasseraquarien

Autoren: Guido Ciburski, Stand 6.4.2025, gefördert von www.dtoxr.de

Abstract

Die weit verbreitete Annahme, *Nitrobacter* sei der Hauptakteur bei der Nitritoxidation in Aquarien, ist durch aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse nicht mehr haltbar. Moderne, DNA-basierte Analysen der letzten zwanzig Jahre zeigen klar, dass *Nitrospira* – insbesondere *Nitrospira inopinata* – die dominante Gattung in Süßwasseraquarien darstellt. Dieser Artikel fasst die gegenwärtige Studienlage zusammen, erläutert die physiologischen Unterschiede zwischen *Nitrobacter* und *Nitrospira* und analysiert die ökologischen Konsequenzen für die Nitrifikation in Aquariensystemen.

1. Einleitung

Lange Zeit galt in der Aquaristik die Vorstellung:

- Ammoniak wird durch *Nitrosomonas* zu Nitrit oxidiert
- Nitrit anschließend durch *Nitrobacter* zu Nitrat weiterverarbeitet

Diese Annahmen basieren auf Untersuchungen aus den 1970er-Jahren, die sich auf Kläranlagen bezogen. Seit den 1990er-Jahren belegen molekularbiologische Verfahren jedoch, dass diese Sichtweise in Bezug auf Aquarien überholt ist. Dennoch hält sich das Bild vom „*Nitrobacter*-Aquariumbakterium“ hartnäckig.

2. Stand der Forschung

Zahlreiche Studien belegen, dass *Nitrospira* in Biofilmen von Aquarien klar dominiert, während *Nitrobacter* nur in vernachlässigbaren Spuren auftritt:

Studie	Anteil <i>Nitrobacter</i>	Dominante Nitrifikanten
Hovanec et al. (1998)	0 %	<i>Nitrospira</i>
Burrell et al. (2001)	<1 %	<i>Nitrospira</i>
Keuter et al. (2011)	0,001–0,01 %	<i>Nitrospira</i> , <i>Nitrotoga</i>
Huang et al. (2018)	0,02 %	<i>Nitrospira</i>

3. Physiologische Unterschiede

Faktor	<i>Nitrospira</i>	<i>Nitrobacter</i>
Km für NO ₂ ⁻	9–27 µM	100–500+ µM
µmax (h ⁻¹)	0,05–0,14 (<i>N. inopinata</i>)	0,1–0,3
Substratbedarf	sehr gering (oligotroph)	hoch
Sauerstofftoleranz	hoch (auch bei O ₂ -Mangel)	bevorzugt hohe O ₂ -Konzentration
Biofilmstabilität	sehr gut	schwach in Konkurrenzsystemen

Die Kombination aus hoher Substrataffinität (niedriger Km), ausgeprägter Biofilmstabilität und hoher ökologischer Anpassungsfähigkeit macht *Nitrospira* zum evolutionär besser geeigneten Nitrifikanten in Aquarien.

4. Der Km-Wert kurz erklärt

Die Michaelis-Menten-Konstante (Km-Wert) beschreibt die Substratkonzentration, bei der ein Enzym oder ein Mikroorganismus mit der Hälfte seiner maximalen Reaktionsgeschwindigkeit arbeitet. Je niedriger der Km-Wert, desto höher ist die Effizienz bei geringer Substratverfügbarkeit. Das macht einen niedrigen Km-Wert in der Aquaristik besonders vorteilhaft.

5. Sonderfall: *Nitrobacter* unter Extrembedingungen

- *Nitrobacter* kann vorübergehend auftreten, wenn:
 - akute Nitritbelastungen (z. B. nach Fischsterben) vorliegen
 - Wassertemperaturen über 30 °C herrschen
 - gezielt mit Nitrit geimpft wird (z. B. in Laborsystemen)
-

6. Praktische Relevanz für die Aquaristik

- Produkte mit *Nitrobacter*-Kulturen sind mikrobiologisch überholt
 - *Nitrospira*-basierte Starterkulturen sind ökologisch sinnvoller
 - *Comammox Nitrospira* vereint beide Nitrifikationsschritte in einem Organismus
-

7. Literatur (Auswahl)

- Hovanec et al. (1998) – <https://doi.org/10.1128/aem.64.1.258-264.1998>
 - Burrell et al. (2001) – <https://doi.org/10.1007/s002480010022>
 - Keuter et al. (2011) – <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144860911000309>
 - Nowka et al. (2015) – <https://doi.org/10.1128/AEM.02734-14>
 - Daims et al. (2015) – <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26610024>
 - Kits et al. (2017) – <https://doi.org/10.1038/nature23679>
 - Huang et al. (2018) – <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2018.02451/full>
 - Sauder et al. (2024) – <https://doi.org/10.1128/AEM.00104-24>
 - Mehrani et al. (2020) – <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122936>
-

8. Schlussfolgerung

Die Überlegenheit von *Nitrospira* in Süßwasseraquarien ist durch zahlreiche molekulare Studien umfassend belegt. Unter den stabilen Bedingungen eines Aquariums besitzt *Nitrobacter* keine ökologischen Vorteile. Die moderne Aquaristik sollte sich daher konsequent an *Nitrospira* – insbesondere comammox-Stämmen wie *N. inopinata* – orientieren, wenn es um eine nachhaltige biologische Filterung geht.