

Salzapplikation in der Einlaufphase von Süßwasseraquarien:

## **Eine kritische Analyse von Vor- und Nachteilen sowie Vergleich mit Bakterientransfer**

**Autor: Guido Ciburski im Auftrag von Aquatis (C) [www.dtox.de](http://www.dtox.de) 19.03.2025**

### Einleitung

Die Einlaufphase eines Aquariums ist entscheidend für die Etablierung des Stickstoffkreislaufs, wobei Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) als toxisches Zwischenprodukt auftritt. Zur Entgiftung wird teilweise Salz ( $\text{NaCl}$ ) eingesetzt, das über Chloridionen ( $\text{Cl}^-$ ) die  $\text{NO}_2^-$ -Aufnahme an Fischkiemen blockiert. Dieser Review bewertet die Methode anhand aktueller Studien und praktischer Erfahrungen, vergleicht sie mit dem Bakterientransfer und diskutiert ihre Anwendbarkeit.

### Wirkmechanismen und Vor- und Nachteile der Salzmethode

#### 1. Negativ: Hemmung der Nitrifizierung

Salz hemmt nitrifizierende Bakterien ( $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ ), selbst bei moderaten Konzentrationen ( $>100 \text{ mg/L Cl}^-$ ) (Zimmermann-Timm, 2007 zitiert in Beisel et al., 2011). Dies verlängert die Einlaufphase, da die Umwandlung von Ammonium zu Nitrat verlangsamt wird. Vorteil: Reduzierte  $\text{NO}_2^-$ -Toxizität schützt Fische kurzfristig. Nachteil: Langsamer Bakterienaufbau erhöht  $\text{NH}_3$ -Risiko.

#### 2. Positiv: Reduktion der Nitrit-Toxizität

$\text{Cl}^-$  konkurriert mit  $\text{NO}_2^-$  an den Kiemen. Pro  $1 \text{ mg/L Cl}^-$  steigt die 96h-LC50 für  $\text{NO}_2^-$ -N um  $0,29\text{--}2 \text{ mg/L}$  (Lewis & Morris, 1986). Bei  $4 \text{ g/L Cl}^-$  läge die LC50 theoretisch bei  $1.160\text{--}8.000 \text{ mg/L NO}_2^-$ -N – weit über typischen Einlaufwerten ( $0,5\text{--}5 \text{ mg/L}$ ) (Kozák et al., 2005; Pištěková et al., 2005).

Vorteil: Akuter Schutz für Fische.

Nachteil:  $\text{NH}_3$  bleibt ungelöst und kann bei  $\text{pH} >7,5$  toxisch werden.

#### 3. Artenspezifische Toleranz

- Malawi-Buntbarsche: Vertragen  $1\text{--}4 \text{ g/L Cl}^-$  kurzfristig (natürliches Habitat:  $200\text{--}600 \mu\text{S/cm}$ ) (Praxiserfahrung User).

- Südamerikanische Arten (z. B. Diskus): Osmotischer Stress bereits ab  $1\text{--}2 \text{ g/L Cl}^-$  (Wang et al., 2006).

- Pflanzen: Submerse Arten wie Vallisneria zeigen Wachstumshemmung ab  $500 \text{ mg/L Cl}^-$ ; Anubias toleriert bis  $2 \text{ g/L}$ , aber mit Blattschäden (Hart et al., 1991).

#### 4. Optimierungsmöglichkeiten

- Geringere Salzkonzentrationen ( $50\text{--}100 \text{ mg/L Cl}^-$ ): Ausreichend für  $\text{NO}_2^-$ -Schutz (LC50-Erhöhung um  $14,5\text{--}200 \text{ mg/L NO}_2^-$ -N) bei minimaler Hemmung der Nitrifizierung. Eventuell dann Anwendbarkeit auch gegenüber Pflanzen und empfindlicheren Fischen (Südamerikabecken). In diesen liegt der PH niedriger und ein bisheriger Nachteil ( $\text{NH}_3$ ) entfällt.

- Niedrige Temperatur ( $18\text{--}22^\circ\text{C}$ ): Verlangsamt Stoffwechsel von Fischen und Bakterien, reduziert  $\text{NH}_3/\text{NO}_2^-$ -Produktion.

- Hohe  $\text{O}_2$ -Konzentration: Mindert Nitrittoxizität (Lewis & Morris, 1986).

## Vergleich Salz vs. Bakterientransfer :

Kriterium:	Salzmethode (unoptimiert)	Bakterientransfer
Schutzzeit:	Sofortiger NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -Schutz	Verzögert (bis Bakterien etabliert)
NH <sub>3</sub> -Risiko	Hoch (Nitrifizierung gehemmt)	Niedrig (schneller Bakterienaufbau)
Pflanzenverträglich	Nein (ab 500 mg/L Cl <sup>-</sup> )	Ja
Eignung Anfänger	Risikoreich (pH-/NH <sub>3</sub> /Kontrolle nötig)	Einfacher (Starterkulturen dosieren)
Kosten	Gering (Kochsalz)	Mittel (Kommerzielle Starterkulturen), Gering bei Filter-Transfer

### Anwendbarkeit außerhalb von Malawi-Becken

Die Salzmethode ist in dieser Form artenspezifisch begrenzt:

- Malawi-Becken: Geeignet aufgrund salztoleranter Fische und oft pflanzenfreier Haltung.
- Südamerika-/Weichwasserbecken: Ungeeignet wegen osmotischem Stress bei Fischen (z. B. Diskus) und Pflanzensterben.
- Meerwasser/Brackwasser: Irrelevant, da Salzgehalte natürlicherweise hoch sind.

### Diskussion:

Trotz des NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-Schutzes durch Cl<sup>-</sup> birgt die Salzmethode Risiken:

1. NH<sub>3</sub>-Anstieg: Hemmung nitrifizierender Bakterien verzögert den NH<sub>3</sub>-Abbau.
2. Ökologische Instabilität: Absterbende Pflanzen setzen organische Nährstoffe frei, die Algenblüten begünstigen.
3. Nichtlineare Effekte: LC50-Hochrechnungen beruhen auf Studien mit <200 mg/L Cl<sup>-</sup>; Sättigungseffekte bei höheren Konzentrationen sind unerforscht. Siehe Optimierungsmöglichkeiten: Wahrscheinlich reichen wesentlich geringer Salzkonzentrationen

Der Bakterientransfer ist zwar langsamer, aber nachhaltiger, da er den Stickstoffkreislauf direkt etabliert. Für Anfänger empfiehlt sich diese Methode, während Salz nur in Notfällen oder für erfahrene Halter salztoleranter Arten sinnvoll ist.

### Weitere Versuche notwendig

Funktionieren niedrigere Salz-Konzentrationen und sind diese so niedrig, daß sie von empfindlicheren Fischen toleriert werden können? (bei optimierter Temperatur/hohem O<sub>2</sub>)

### Fazit

Die Salzapplikation (1–4 g/L) kann in Malawi-Becken kurzfristig NO<sub>2</sub><sup>-</sup> entgiften, ist jedoch kein Ersatz für die Einlaufphase. Optimierungen wie reduzierte Salzdosen (50–100 mg/L Cl<sup>-</sup>), Temperaturkontrolle und O<sub>2</sub>-Anreicherung mindern Risiken. Für die Mehrheit der Süßwasseraquarien – insbesondere solche mit Pflanzen oder empfindlichen Arten – bleibt der Bakterientransfer die sicherere Option.

## Literatur

- Beisel et al. (2011). Auswirkungen von Chlorid auf aquatische Ökosysteme.
- Hart et al. (1991). Salztoleranz submerser Makrophyten.
- Kozák et al. (2005). Chlorid-Nitrit-Interaktion bei Fischen. *Aquatic Toxicology*.
- Lewis & Morris (1986). Nitrite toxicity in fish. *Transactions of the American Fisheries Society*.
- Zimmermann-Timm (2007). Nitrifizierung unter Salzstress. *Limnologica*.

## Exkurs Meerwasser:

Die Annahme, dass in Meerwasseraquarien keine Nitrit ( $\text{NO}_2$ )-Gefahr während der Einlaufphase besteht, ist teilweise korrekt, aber nicht pauschal zutreffend. Analyse:

### 1. Warum die Gefahr durch Nitrit in Meerwasser reduziert ist

- Hohe Chloridkonzentration:

Meerwasser enthält natürlicherweise  $\sim 35.000$  mg/L Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ). Da  $\text{Cl}^-$  mit  $\text{NO}_2^-$  an den Kiemen konkurriert, wird die  $\text{NO}_2^-$ -Aufnahme stark gehemmt.

- LC50 für  $\text{NO}_2$ -N in Meerwasserfischen:

Studien zeigen, dass marine Arten wie *Amphiprion ocellaris* (Clownfisch) eine 96h-LC50 von  $>100$  mg/L  $\text{NO}_2$ -N tolerieren – verglichen mit  $0,5$ – $5$  mg/L  $\text{NO}_2$ -N bei Süßwasserfischen (Lewis & Morris, 1986; Romano & Zeng, 2013).

- Praxiserfahrung:

Selbst bei  $\text{NO}_2$ -Spitzen von  $10$ – $20$  mg/L in der Einlaufphase bleiben Meerwasserfische asymptomatisch, solange  $\text{Cl}^-$  stabil ist.

- Nitrifizierungsdynamik im Meerwasser:

Marine nitrifizierende Bakterien (z. B. *Nitrosococcus*) sind an hohe Salinität angepasst. Die Umwandlung von Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) zu Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) verläuft oft effizienter als in Süßwasser (Fenchel, 2014).

### 2. Warum dennoch Risiken bestehen

- Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) bleibt kritisch:

Im Meerwasser liegt der pH typischerweise bei  $8,0$ – $8,4$ , wodurch ein größerer Anteil des Ammoniums ( $\text{NH}_4^+$ ) als giftiges  $\text{NH}_3$  vorliegt (bei pH  $8,0$ :  $\sim 5$ – $10\%$   $\text{NH}_3$  vs.  $<1\%$  in Süßwasser bei pH  $7,0$ ).

- LC50 für  $\text{NH}_3$  in Meerwasserfischen:

Liegt bei  $0,5$ – $2$  mg/L – ähnlich wie in Süßwasser (Randall & Tsui, 2002).

- Langsame Bakterienansiedlung:

Marine Nitrifizierer benötigen oft länger ( $4$ – $6$  Wochen), um stabile Populationen aufzubauen, insbesondere in Systemen ohne Lebendgestein oder Bakterienstarter.

- Stress durch Osmose und Ionenungleichgewichte:

Auch salztolerante Arten können bei plötzlichen Salinitätsschwankungen (z. B. durch unsachgemäße Wasserwechsel) unter osmoregulatorischem Stress leiden.

### 3. Vergleich Süßwasser vs. Meerwasser in der Einlaufphase

Parameter	Süßwasser	Meerwasser
Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ )	Hochtoxisch (LC50: 0,5–5 mg/L $\text{NO}_2\text{-N}$ )	Geringe Toxizität (LC50: >100 mg/L $\text{NO}_2\text{-N}$ )
Ammoniak ( $\text{NH}_3$ )	Toxisch, aber pH-abhängig geringer	Höheres Risiko (pH 8,0–8,4)
Nitrifizierungsdauer	2–4 Wochen	4–6 Wochen (ohne Lebendgestein)
Hauptgefahr	$\text{NO}_2^-$ -Spitzen	$\text{NH}_3$ -Spitzen

### 4. Praktische Empfehlungen für Meerwasseraquarien

1. Lebendgestein/Bakterienstarter verwenden:  
Beschleunigt die Ansiedlung nitrifizierender Bakterien und reduziert  $\text{NH}_3/\text{NO}_2^-$ -Peaks.
2.  $\text{NH}_3/\text{NO}_2^-$ -Werte überwachen:  
Testkits für Ammoniak (speziell  $\text{NH}_3$ ) sind kritisch – Ziel: <0,1 mg/L  $\text{NH}_3$ .
3. pH stabil halten:  
Vermeide pH >8,5, um  $\text{NH}_3$ -Anteil nicht weiter zu erhöhen.
4. Salinität konstant halten:  
Ziel: 33–35 ppt (Dichte: 1,023–1,025), um osmoregulatorischen Stress zu vermeiden.

#### Fazit

In Meerwasseraquarien ist die Nitrit-Toxizität für Fische stark reduziert, da die hohe Chloridkonzentration die  $\text{NO}_2^-$ -Aufnahme blockiert. Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) bleibt jedoch das größere Risiko, insbesondere bei hohem pH. Die Einlaufphase ist im Meerwasser oft länger und erfordert sorgfältiges Monitoring von  $\text{NH}_3$  – Nitrit allein ist hier kein Hauptproblem.

Für Anfänger gilt:

*"Im Meerwasser stirbt man an Ammoniak, nicht an Nitrit."* – Erfahrungsbericht eines Meerwasser-Aquarianers.