

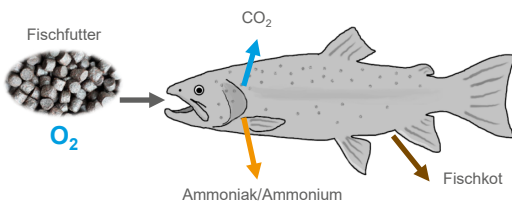


# Biologische Aufbereitung von Anlagenwasser in der Aquakultur

# Hintergrund

Ammoniak ist neben Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) ein Hauptabbauprodukt des Stoffwechsels der Fische und wird über die Kiemen an das Haltungswasser abgegeben. Das Problem dabei ist, dass Ammoniak in hohen Konzentrationen eine toxische Wirkung auf Fische hat und daher aus dem Wasser entfernt werden sollte. Dies kann durch eine biologische Aufbereitung des Anlagenwassers geschehen. Der entscheidende Prozess dabei ist die Nitrifikation: durch Bakterien wird das fischtoxische Ammoniak erst zu Nitrit und dann zu Nitrat umgewandelt. Nitrat ist im Vergleich zu Ammoniak als eher unkritisch für Fische anzusehen. Eine biologische Aufbereitung des Anlagenwassers von Aquakulturbetrieben ist nötig, wenn das Wasser mittels Kreislaufführung wiederverwendet werden soll oder Nährstoffgrenzwerte im Ablaufwasser von Aquakulturanlagen allein durch eine mechanische Aufbereitung nicht eingehalten werden können.

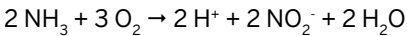
Wichtig ist, dass vor der biologischen Aufbereitung des Wassers immer eine mechanische Filtration stattfindet, da ansonsten organische Partikel als Futtersubstrat für heterotrophe Bakterien dienen könnten. Heterotrophe Bakterien weisen ein stärkeres Wachstum und eine höhere Sauerstoffzehrung auf als die gewünschten autotrophen Nitrifizierer, wodurch es bei hohem Schwebstoffaufkommen mit der Zeit zu einer Verdrängung der nitrifizierenden Bakterien kommen würde.



## Nitrifikation

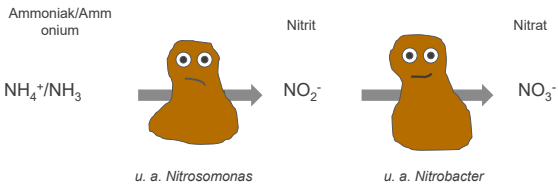
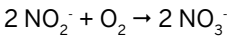
### Schritt 1:

Das von den Fischen ausgeschiedene Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) wird im ersten Schritt der Nitrifikation durch Ammoniak oxidierende Bakterien (*u. a. Nitrosomonas*) zu Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) umgesetzt:



### Schritt 2:

Im zweiten Schritt der Nitrifikation wird dann Nitrit durch Nitrit oxidierende Bakterien (*u. a. Nitrobacter*) zu Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) umgesetzt.



## Biologische Aufbereitungsverfahren

### Biofilter

Bei Biofiltern unterscheidet man zwischen **Festbett-** und **Bewegtbett-Biofiltern**. Bei beiden Biofiltertypen werden Füllkörper verwendet, die eine besonders große Oberfläche vorweisen und somit viel Siedlungsfläche für nitrifizierende Bakterien bieten. In **Bewegtbettfiltern** wird das Trägermaterial durch ständige Luftzufuhr in Bewegung gehalten. Dadurch wird eine kontinuierliche und gleichmäßige Versorgung mit Sauerstoff gewährleistet und das Filtermaterial reinigt

sich durch die Scherkräfte selbst, sodass keine Spülung des Filters notwendig ist.



Füllkörper für Bewegtbett-Biofilter mit möglichst großer Oberfläche

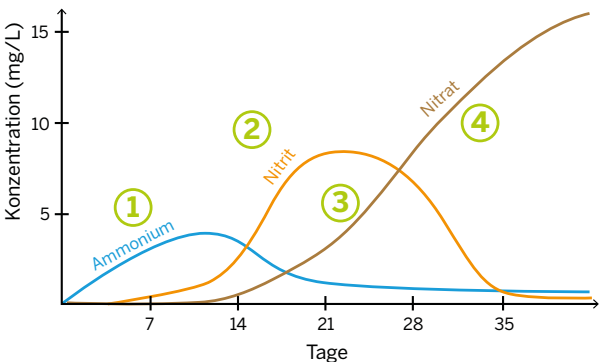
Bei **Festbettfiltern** wird das Füllmaterial des Filters hingegen nicht bewegt. Durch die Strukturen des Füllmaterials werden kleine Partikel zurückgehalten, sodass Festbettfilter auch als mechanische Filter fungieren. Daher müssen Festbettfilter im Gegensatz zu Bewegtbettfiltern regelmäßig rückgespült werden, damit das organische Material entfernt wird und die Nitrifikationsleistung des Biofilters nicht nachlässt.



Festbett-Biofilter in einer Forellenzucht

## Einfahren von Biofiltern

- ① Typisch für die Einlaufphase eines Biofilters ist der korrelierende Anstieg der Ammoniumkonzentration mit der Futtermenge.
- ② Ammoniak wird von Bakterien der Gattung *Nitrosomonas* zu Nitrit umgesetzt, wodurch es zu einem Anstieg der Nitritkonzentration kommt: Es entsteht der sogenannte Nitrit-Peak.
- ③ Nitrit wird u. a. durch Bakterien der Gattung *Nitrobacter* zu Nitrat umgesetzt. Da das Wachstum der Bakterien erst mit dem Aufkommen von Nitrit einsetzt, tritt der Abbau des Nitrit-Peaks verspätet ein.
- ④ Mit Einsetzen des Abbaus von Nitrit steigt die Nitratkonzentration. Nitrat kann durch Wasseraustausch oder durch Denitrifikation aus dem Wasser entfernt werden.



## Wichtige Fakten für den Betrieb eines Biofilters

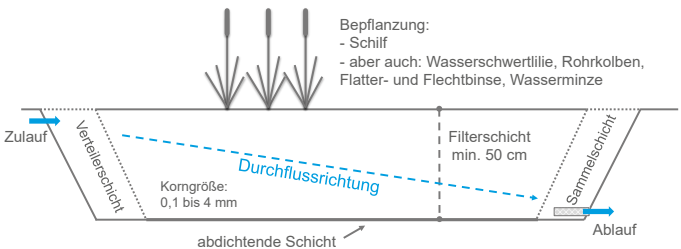
- Da es sich bei der Nitrifikation um einen stark sauerstoffzehrenden Prozess handelt, muss immer eine ausreichende Sauerstoffzufuhr gewährleistet sein.
- Durch die Nitrifikation kommt es im Kreislaufbetrieb zum Absinken des pH-Werts, sodass alkalische Mittel (z. B. Hydrogencarbonat) hinzugegeben werden müssen, um den pH-Wert stabil zu halten.
- Es sollten Filtermedien mit sehr großer Oberfläche verwendet werden, um möglichst viel Besiedlungsfläche für nitrifizierende Bakterien zu schaffen.

## Schönungsteiche

Schönungsteiche können genutzt werden, um schon vorbehandeltes Ablaufwasser einer Aquakulturanlage noch weiter aufzubereiten. Der Vorteil von Schönungsteichen ist, dass nur ein sehr geringer Wartungsaufwand nötig ist und neben Stickstoff auch feine Schwebstoffe und Phosphor aus dem Ablaufwasser entfernt werden. Schönungsteiche sollten eine Mindestdiefe von ein bis zwei Meter und eine möglichst lange hydraulische Verweilzeit aufweisen. Die am bzw. im Schönungsteich wachsenden Pflanzen entziehen dem Wasser Nährstoffe und sorgen so für die biologische Aufbereitung des Ablaufwassers. Die Wasserpflanzen sollten in regelmäßigen Abständen dem Gewässer entnommen werden, um so eine dauerhafte Entnahme der Nährstoffe (insbesondere Phosphor) zu gewährleisten. Die Reinigungsleistung von Schönungsteichen genau zu beziffern ist jedoch schwierig, da sie von Bewuchs, Jahreszeit, Durchflusszeit usw. abhängig ist.

## Bodenfilter / Pflanzenfilter

Ein weiteres Verfahren zur biologischen Aufbereitung von Abwasser ist die Verwendung eines Bodenfilters beziehungsweise Pflanzenfilters. Dieser ist so aufgebaut, dass das Wasser den Bodenfilter entweder horizontal oder vertikal durchläuft. Die Befüllung des Bodenfilters sollte mindestens eine Schichtdicke von 50 Zentimeter aufweisen, mit einer Korngröße zwischen 0,1 und vier Millimeter. Die Bepflanzung sollte aus stark Rhizom bildenden und tiefwurzelnden Pflanzen, wie beispielsweise Schilf, bestehen. Bei geeignetem Aufbau kann der Bodenfilter ohne den Einsatz von Pumpen betrieben werden. Die Reinigungsleistung von Pflanzenfiltern beträgt bis zu 60 Prozent in Bezug auf den Gesamtphosphor und bis über 80 Prozent bei Ammonium-Stickstoff. Der Nachteil von Bodenfiltern ist jedoch, dass die Filterleistung nach einigen Jahren spürbar nachlässt, da die Durchlässigkeit des Bodenfilters durch die Ablagerung von Sedimenten und organischem Material zurückgeht.



Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz  
Nordrhein-Westfalen (LANUV)

Leibnizstraße 10  
45659 Recklinghausen  
Telefon 02361 305-0  
poststelle@lanuv.nrw.de

[www.lanuv.nrw.de](http://www.lanuv.nrw.de)

Ansprechpartner:

Fachbereich 26, Fischereiökologie und Aquakultur

Heinsberger Straße 53, 57399 Kirchhunden

Daniel Fey, Tel: 02361-305 6835, E-Mail: [daniel.fey@lanuv.nrw.de](mailto:daniel.fey@lanuv.nrw.de)

Dr. Cornelius Becke, Tel: 02361-305 6856,

E-Mail: [cornelius.becke@lanuv.nrw.de](mailto:cornelius.becke@lanuv.nrw.de)

Bildnachweis

Rupert Oberhäuser (Titel), Dr. Cornelius Becke (4 oben u. Grafiken),

Fischzucht Mohnen (4 unten),

LANUV-Info 55

Juli 2022