



LAUBFROSCH-SERIE: ORGANISCHE UND ANORGANISCHE VERBINDUNGEN IM WASSER

Stickstoff – Gefahrenquelle und Lebensspender

Stickstoff ist allgegenwärtig: Wir nehmen ihn buchstäblich mit jedem Atemzug auf. Er ist ein Baustein des Lebens, doch in reinem Stickstoff würden wir nicht überleben.

Er lässt Pflanzen wachsen und löscht Brände, er schützt Nahrungsmittel vor dem Verderben und Elektronikbauteile vor Korrosion. Nicht zuletzt spielen Stickstoff und seine Verbindungen auch bei der Abwasserreinigung eine große Rolle. Die Luft, die wir atmen, besteht zu 78 Prozent aus Stickstoff. Zu unserem Glück enthält sie auch 21 Prozent Sauerstoff: In reinem Stickstoff ersticken Mensch und Tier, wie schon die Bezeichnung dieses Gases verrät. Zugleich ist Stickstoff aber ein essenzielles Element für jedes Lebewesen, denn er ist unverzichtbar für die Bildung von Proteinen und der Erbsubstanz DNA.

Schädliche Wirkung von Stickstoffverbindungen

So sehr Stickstoff zu den Bausteinen des Lebens zählt, so problematisch können manche seiner Verbindungen für das Leben werden. Bereits in relativ geringen Konzentrationen wirkt als Ammoniak vorliegender Stickstoff auf Fische und andere Wasserorganismen giftig. Werden Abwässer mit einem zu hohen Ammoniumgehalt ins Gewässer eingeleitet, kann dies zu Sauerstoffmangel führen. Bei zu hoher Konzentration von Ammonium und Ammoniak kann es zu einem unangenehmen Geruch und gesundheitlichen Folgen wie Atembeschwerden, Husten und tränenden Augen kommen.

Beim Einatmen hoher Konzentrationen, ab etwa 1700 ppm (parts per million) besteht Lebensgefahr durch Schäden in den Atemwegen, bis hin zum Atemstillstand.

Ammonium wird von Bakterien unter Sauerstoffverbrauch zu Nitrit und weiter zu Nitrat oxidiert (Nitrifikation). Nitrit kann im Gewässer schwere Umweltschäden verursachen, es wirkt vor allem auf Fische stark toxisch. Die erhöhte Aufnahme von Nitriten ist auch für den Menschen gefährlich, da aus ihnen krebserregende Nitrosamine entstehen können. Kleinkinder bis zum Alter von sechs Monaten können infolge einer Nitritvergiftung durch

Stickstoff (N) ist ein chemisches Element mit dem Symbol N (für Nitrogenium). Stickstoff ist nicht brennbar und kaum in Wasser löslich. Atomar kommt Stickstoff in der Natur kaum vor, da er sich sofort zu molekularem Stickstoff N_2 (Distickstoff) verbindet. In Form dieser zwei-atomigen Moleküle ist Stickstoff der Hauptbestandteil der Luft (78 %). Elementarer Stickstoff ist kaum reaktiv und kann deshalb von den meisten Lebewesen nicht genutzt werden. Um ihn verfügbar zu machen, wird er in der Natur und auch industriell in reaktivere Verbindungen wie Nitrat (NO_3^-) und Ammonium (NH_4^+) überführt (siehe Grafik Stickstoffkreislauf, S. 21). Bei hohem Druck und hohen Temperaturen reagiert Stickstoff mit Wasserstoff zu Ammoniak, was die Grundlage des industriellen Haber-Bosch-Verfahrens ist.



stark belastetes Wasser sogar an der gefährlichen „Säuglingsblausucht“ erkranken: Sie drohen zu ersticken, weil der rote Blutfarbstoff Hämoglobin, der für den Sauerstofftransport im menschlichen Körper zuständig ist, durch Nitrit blockiert wird. Auch Nitrat kann im menschlichen Körper (wiederum über Nitrit) zu krebserregenden Nitrosaminen abgebaut werden. Hohe Gehalte von Nitrat im Abwasser belasten auch die Fauna und Flora in Gewässern.

Stickstoff im Klärprozess

In das Abwasser gelangt Stickstoff in erster Linie über menschliche Ausscheidungen, insbesondere Harnstoff aus dem Urin und Eiweiße aus Fäkalien. Organische Stickstoffverbindungen werden von Produktionsbetrieben eingeleitet. Auch von landwirtschaftlichen Flächen erfolgt ein Stickstoffeintrag. Um den beschriebenen Gefahren entgegenzuwirken, ist es unumgänglich, Stickstoff aus dem Abwasser zu entfernen, bevor er in Flüsse, Seen oder in das Trinkwasser gelangt.

Säurekapazität

Bei diesen Abbauvorgängen werden Wasserstoffionen im Klärbecken freigesetzt, beim

Die VTA Gruppe entwickelt Systemprodukte, die dabei helfen, optimale Bedingungen für die Nitrifikation und die Denitrifikation herzustellen. Die Effizienz der Belebungsstufe wird maximiert, und so die Umwelt geschützt. Im Winter machen unregelmäßige Belastungen durch Schneeschmelze oder niedrige Temperaturen den Kläranlagen zu schaffen. Die Erhöhung der Säurekapazität durch **VTA Biosolit®** trägt auch hier zur Stabilisierung des Stickstoffabbaus bei (siehe S. 24). Der **VTA Biolizer®** unterstützt den gesamten Stickstoffabbau durch einen erhöhten Sauerstoffübertrag (Nitrifikation) und eine Kohlenstoffquelle (Denitrifikation) (siehe S.10).

ersten Schritt der Nitrifikation, der sogenannten Nitritation. Für die Optimierung und stabile Betriebsbedingungen bei der Nitrifikation ist der Parameter „Säurekapazität“ von großer Bedeutung. Die Säurekapazität ist definiert als diejenige Menge an Salzsäure, die einer bestimmten Menge an Abwasser zugeführt werden kann, bis ein pH-Wert von 4,3 erreicht ist. Sofern das Abwasser nicht über eine ausreichend hohe Säurekapazität verfügt, kann der pH-Wert dadurch unter 7,0 fallen. Die Nitrifikationsrate ist im sauren Bereich stark beeinträchtigt. Das Leistungsoptimum der Nitrifikanten liegt im pH-Bereich von 7,5 bis 8,5. In der Denitrifikation werden freigesetzte Wasserstoffionen wieder gebunden.

Stickstoff im Abwasser

Anorganischer Gesamtstickstoff (N_{ges})

ist ein Summenparameter, der die Gehalte an Ammonium-Stickstoff (NH_4-N), Nitrat-Stickstoff (NO_3-N) und Nitrit-Stickstoff (NO_2-N) zusammenfasst und auch organisch gebundenen Stickstoff beinhaltet.

Ammonium liegt in alkalischem Abwasser in Abhängigkeit vom pH-Wert und der Temperatur teilweise in Form von Ammoniak vor. Wichtige Quellen für Ammonium sind Harnstoff und auch Harnsäure, die aus dem Abbau von Aminosäuren der Eiweißverbindungen stammen. Ammonium wird von Bakterien unter Sauerstoffverbrauch zu Nitrit und weiter zu Nitrat oxidiert (Nitrifikation).

Nitrat ist das Endprodukt der Nitrifikation. Für eine optimale Nitrifikation und Denitrifikation müssen gewisse Bedingungen vorherrschen. Die für die Nitrifikation verantwortlichen Mikroorganismen heißen Nitrifikanten (*Nitrosomonas* sp. und *Nitrobacter* sp.) und sind gegen wechselnde Bedingungen empfindlich. Sie benötigen möglichst konstante Temperaturen (nicht unter 12 °C), ein günstiges Kohlenstoff-Stickstoff-Phosphor (C:N:P)-Verhältnis von 100:5:1 und eine ausreichende Sauerstoffversorgung. Das Schlammalter sollte an das langsame Wachstum der Nitrifikanten angepasst werden. Vor der Einleitung in Gewässer wird Nitrat durch Bakterien unter anoxischen Bedingungen zu ungefährlichem molekularem Stickstoff (N_2) umgewandelt (Denitrifikation). Dieser entweicht dann in die Luft. Die Denitrifikation wird entweder vor (vorgeschaltet), während (simultan) oder nach der biologischen Reinigungsstufe (nachgeschaltet, selten) durchgeführt. Hierfür ist eine ausreichende Menge an leicht abbaubarem Kohlenstoff notwendig. Es darf hier kein gelöster Sauerstoff mehr vorhanden sein.

