



Doctoral Thesis

Nitritumsatz in nitrifizierenden Belebungsanlagen

Author(s):

Holienčín, Adrian

Publication Date:

1996

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001696047> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 11875

**Nitritumsatz
in nitrifizierenden Belebungsanlagen**

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels
DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
der
EIGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

ADRIAN HOLIENČIN

Dipl. Ing. STU-Bratislava
geboren am 12. Juni 1963
von Martin, Slowakei

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. Willi Gujer, Referent
Prof. Dr. Norbert Matsché, Korreferent

Zürich 1996

ZUSAMMENFASSUNG

In einer kommunalen Kläranlage ist es nicht möglich, das Entstehen und die Einleitung von Nitrit jederzeit zu verhindern. Dieses ist toxisch sowohl für niedrige Organismen (Bakterien), als auch für höhere Lebewesen (Fische) und sogar für die Menschen. Da Nitrit vor allem in den Fließgewässern eine Lebensbedrohung für die verschiedensten Formen der Flora und Fauna bedeutet und diese als Vorfluter für unsere Kläranlagen dienen, müssen wir die Kläranlagen so betreiben, dass Nitrit in möglichst tiefen Konzentrationen in die Umwelt entweicht.

Um die tiefen Nitritablaufwerte aus den nitrifizierenden kommunalen Kläranlagen einhalten und die Nitrifikation nicht nur bezüglich Ammoniumoxidation, sondern auch in Bezug auf die Minimierung der Nitritproduktion optimieren zu können, ist es nötig die potentiellen Einflussparameter der Nitritation (Nitrit-Bildung) und Nitratation (Nitrit-Verbrauch) zu quantifizieren.

Das Ziel dieser Arbeit war, den Nitritumsatz in nitrifizierenden Belebungsanlagen zu beschreiben und die wichtigsten Ursachen für die erhöhten Konzentrationen von Nitrit im Ablauf einer nitrifizierenden Kläranlage zu bestimmen.

Zu diesem Zweck wurde eine Pilotanlage gebaut, die als Sequencing Batch Reaktor (SBR) betrieben wurde und die als Ausgangsbasis für die Durchführung der Batchversuche diente. In diesen wurden bei konstanten oder variablen genau definierten Bedingungen die kinetischen Parameter und potentielle Hemmungen der Nitritation und Nitratation untersucht. Die Experimente ergaben folgende Resultate:

- als Substrat für *Nitrosomonas* gilt Ammoniak (NH_3)
- nur die nichtdissoziierte Form von Gesamt-Nitrit (HNO_2) hemmt die Nitritation
- Gesamt-Nitrat hemmt die Nitritation unter den untersuchten Bedingungen nicht

- tiefe pH-Werte reduzieren die maximale Aktivität und erhöhen die beobachtete Sättigungskonstante (K_{NH_3}) bei *Nitrosomonas*
- das Substrat für *Nitrobacter* ist das Nitrit-Ion (NO_2^-)
- seine undissoziierte Form (HNO_2) ist für *Nitrobacter* ein unkompetitiver Inhibitor (eine Art der "Substrat"-Inhibition)
- Gesamt-Nitrat beeinflusst sowohl die maximale Aktivität als auch den Sättigungsbeiwert von *Nitrobacter*, wobei vor allem der zweitgenannte Einfluss von Bedeutung ist
- der pH-Wert hat praktisch keinen Einfluss sowohl auf die maximale Aktivität von *Nitrobacter* als auch dessen Sättigungskonstante
- *Nitrobacter* leiden stärker unter Sauerstoffmangel als *Nitrosomonas*
- die Nitritionsleistung ist stärker von der Temperatur abhängig als die Nitrationsleistung; diese Temperaturabhängigkeit gilt sowohl für die spezifische maximale Wachstumsrate als auch für den beobachteten Sättigungsbeiwert
- die Alkalinität beeinflusst die Nitrifikation nur indirekt durch die Pufferung des tendentiell sinkenden pH-Wertes, der dann direkt die Nitrifikation und Nitratation beeinflussen kann.

Die obenerwähnten Einflüsse verschiedener Parameter auf beide Schritte der Nitrifikation wurden in einem mathematischen Modell zusammengefasst und anhand der gemessenen Daten teilweise verifiziert. Dieses Modell soll erlauben, die Konzentrationen des toxischen Zwischenproduktes Nitrit im Ablauf der nitrifizierenden Kläranlagen zu prognostizieren. Mit einigen Rechenbeispielen kann am Ende gezeigt werden, wie mit der Wahl der Betriebsführung die Nitrit-Ablaufwerte aus einem nitrifizierenden Belüftungsbecken reduziert werden können, bzw. welche Bedingungen zur erhöhten Konzentrationen von Nitrit im Ablauf einer nitrifizierenden Belebungsanlage führen.

ABSTRACT

It is not always possible to prevent the occurrence of nitrite in an effluent of a waste water treatment plant (WWTP). Nitrite is toxic for both lower (bacteria) and higher organisms (fish) and even for humans. As nitrite represents a threat to the life for various forms of flora and fauna especially in streams that serve as receiving waters for our waste water treatment plants, these plants must be operated in such a way that nitrite is released in the environment in the smallest concentrations possible.

To reach these small nitrite concentrations in the effluent from nitrifying WWTP and to be able to optimise nitrification not only for ammonium oxidation but also for the minimisation of nitrite production, potential parameters affecting nitrification (nitrite production) and denitrification (nitrite consumption) must be quantified.

The goal of this work was to describe the turnover of nitrite in nitrifying WWTPs and to identify the most important reasons for increased nitrite concentrations in the effluent.

For this purpose, a pilot plant was built and operated as sequencing batch reactor (SBR) providing a background for batch experiments. In the batch experiments kinetic parameters and potential inhibition of nitrification and denitrification were investigated under constant or variable exactly defined conditions. The experiments gave the following results:

- substrate for *Nitrosomonas* is the unionised form of ammonium (ammonia, NH_3)
- only the unionised form of total nitrite (HNO_2) inhibits nitrification
- total nitrate (ionised and unionised) did not inhibit the nitrification under the investigated conditions
- low pH-values reduce the maximal activity and increase the saturation coefficient for *Nitrosomonas*
- substrate for *Nitrobacter* is the nitrite ion (NO_2^-)

VII

- its unionised form (HNO_2) is for *Nitrobacter* an uncompetitive inhibitor (a sort of substrate inhibition)
- total nitrate affects both the maximal activity and the saturation coefficient of *Nitrobacter*; especially the second influence is important
- the pH-value has nearly no effect on both the maximal activity and the saturation coefficient of *Nitrobacter*
- *Nitrobacter* suffers more from low oxygen concentration than *Nitrosomonas*
- nitrite transformation shows a greater temperature dependency than nitrate transformation; this temperature dependency applies both to the maximal growth rate and the observed saturation coefficient
- alkalinity affects nitrification only indirectly through buffering of the decreasing pH-value, that then bydirectly affecting nitritation and nitratation.

The above mentioned effects of various parameters on both stages of nitrification were combined in a mathematical model that was partly verified with measured data. This model should enable to predict the concentration of the toxic intermediate nitrite in the effluent of a nitrifying WWTP. Several examples of model calculations can show how the choice of the operation of the plant can reduce the Nitrite concentrations in the effluent from the nitrifying activated sludge tank or which circumstances cause increased concentrations of Nitrite in the effluent from the nitrifying WWTP.