

Anlage 2

INSTITUT FÜR UMWELTMEDIZIN

MIKROBIOLOGISCHES LABOR DIPL.-BIOLOGE RAINER STUMM

Institut für Umweltmedizin
Heinrich-Heine-Straße 3 · 99096 Erfurt

HYGIENE UND
UMWELTMEDIZIN



WISS. BEIRAT:
PRIV.-DOZ. DR. MED. HABIL.
O. MANUWALD

Forschungsprojekt

„Entwicklung und Bilanzierung beheizter Festbetteinrichtungen zur Leistungssteigerung vorhandener Abwasserteichanlagen im Winter“

Teilbereich:

Mikrobiologische Untersuchungen zur Beeinflussung der Nitrifikationsleistung und der C-Abbauleistung

Dipl.-Biol. Rainer Stumm
Institut für Umweltmedizin – Mikrobiologisches Labor, Erfurt

17.07.2008

1. Problemstellung

Die Temperaturabhängigkeit der biologischen Prozesse bei der Abwasserbehandlung kann in den Wintermonaten zu Problemen führen, wenn die Umsatzleistungen der beteiligten Mikroorganismen stark verringert werden.

In unterschiedlichen Temperaturbereichen betrifft das die gesamte Biomasse für die Umsetzung von organischen Substanzen und besonders die für Stickstoffverbindungen verantwortlichen Bakterien.

Es sollte geklärt werden, ob die Einbringung von temperierten Elementen zu einer Entwicklung von angepassten Mikrobiozösen auf den Oberflächen dienen kann. Dies ist die Voraussetzung für einen verstärkten Stoffumsatz, insbesondere für die lokale Verbesserung der Nitrifikation.

Neben der quantitativen Untersuchung war vor allem zu prüfen, ob sich in Abhängigkeit von der Temperatur eine aktivere Nitrifikantenflora entwickelt.

Heinrich-Heine-Straße 3
99096 Erfurt

Telefon 0361-34 40 271
Telefax 0361-34 40 277
E-Mail ium_mail@web.de

Bankverbindung
Sparkasse Mittelthüringen
BLZ 820 510 00
Konto 100 113 443

2. Versuchsdurchführung

Die zwei Teile der Problemstellung wurden in jeweils angepassten Versuchsanordnungen bearbeitet. Zur Untersuchung der Nitrifikation wurden Festbetteinrichtungen im Belebungsbecken eingebaut (in-situ-Versuch), zur Unterswuchung des C-Abbaus wurde eine Versuchsanlage im Labormaßstab gebaut.

Aus den installierten Versuchsanlagen wurden von März/April 2008 manuell Proben entnommen. Als Träger für den Belebtschlamm dienten Modellfestbetteinrichtungen aus Sinterglas (Große Anlage, in Betrieb seit Februar) bzw Gasbeton (Kleine Anlage, in Betrieb seit März), die in das Klärbecken eingebracht wurden. Das Probenvolumen betrug ca. 10 ml Belebtschlamm, der nach einem standardisierten Schema von der Oberfläche abgenommen wurde.

In den Laborexperimenten wurden kleinere poröse Körper in das gekühlte Wasser eingebracht.

Als Probenmenge wurde hierbei der gesamte Körper mit dem Aufwuchs entnommen.

Die Proben wurden unmittelbar zur Untersuchung gebracht oder waren zuvor für 7 bis 14 Tage eingefroren.

Untersuchungen

A.

Mikroskopie

Ausstrichpräparate in 200 –1000facher Vergrößerungen .

Visualisierung und Zählung der Nitrifikanten mittels Fluoreszenzmarkierung, NitriVIT (Vermicon AG, München)

B.

Messung des Umsatzes von NH_4^+ zu NO_3^- . (in-situ-Versuch)

Als Ausgangsmedium wurde Wasser aus dem Zulauf des Klärwerks mit 44 mg/l NH_4 verwendet. Ein Aliquot des Belebtschlammes wurde mit dem Medium suspendiert und bei 12 °C auf einem Schüttler inkubiert. Das gebildete Nitrat wurde nach 24 h spektroskopisch gemessen.

Der zu diesem Zeitpunkt vorhandene Schlamm wurde abzentrifugiert und bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Die Messungen wurden als Doppel durchgeführt. Die angegebenen Werte sind Mittelwerte bei Schwankungen von < 30%.

C.

Wachstum und physiologischer Zustand (Laborversuch)

von den bewachsenen Trägerelementen wurde nach einer 4-stündigen Inkubation in Versuchsmedium bei 17°C die Biomasse abgelöst und nach Zentrifugation gewogen. Die Während der Inkubation stattfindende Umsetzung organischer Substanz konnte näherungsweise als Veränderung des pH-Wertes verfolgt werden.

3. Ergebnisse

1. in-situ-Versuch

Die Proben wurden an drei Zeitpunkten im Vorfrühling entnommen. Die Temperatur im Becken sowie der Bewuchs auf den Festbetten war jeweils dokumentiert worden.

Auf den vergrößerten Oberflächen der porösen Körper war in allen Fällen eine Besiedlung zu beobachten. Die in den Vorversuchen beobachteten Schwankungen in der Bewuchsmenge, die eine Periodizität des Aufwuchses erkennen lassen, bestätigten sich.

2. Laborversuch

Die Proben wurden nach 4 Wochen Versuchsdauer unter kontrollierten Bedingungen entnommen. Die makroskopische Beurteilung und der Vergleich des Absetzverhaltens der Suspensionen zeigte keine Differenz zwischen den Proben.

A.

Mikroskopie

1. in-situ-Versuch

Die lichtmikroskopische Untersuchung ergab keine deutlichen Unterschiede in der Zusammensetzung der Schlämme. Wie auch die makroskopische Beurteilung erkennen ließ, war die Struktur der Belebtschlammproben vergleichbar. Diese Ähnlichkeit der Probenbeschaffenheit kann als eine hinreichend gute Voraussetzung für die Analyse der qualitativen Eigenschaften angenommen werden.

Die parallele Markierung der Ammonium- bzw Nitrit-oxidierenden Bakterienpopulationen mit spezifischen Fluoreszenzfarbstoff-gekoppelten Sonden lieferte sichtbare und im Mikroskop auszählbare Ergebnisse, die als semiquantitative Daten gewertet werden können. Dabei werden immer in 6 zufällig ausgewählten Bildausschnitten alle fluoreszierenden Punkte gezählt und die Summen verglichen (Tabelle 1)

Die Fluoreszenzsignale waren unter den angewandten Bedingungen nicht stark genug, um mit der vorhandenen Kamera instruktive Bilder zu liefern. Daher können nur einige exemplarische ohne unmittelbaren Aussagewert dargestellt werden.



Abb. 1 Wenige Ammonium- (rote Fluoreszenz) und Nitritoxidierende (grüne Fluoreszenz) Bakterien (P 11,C)

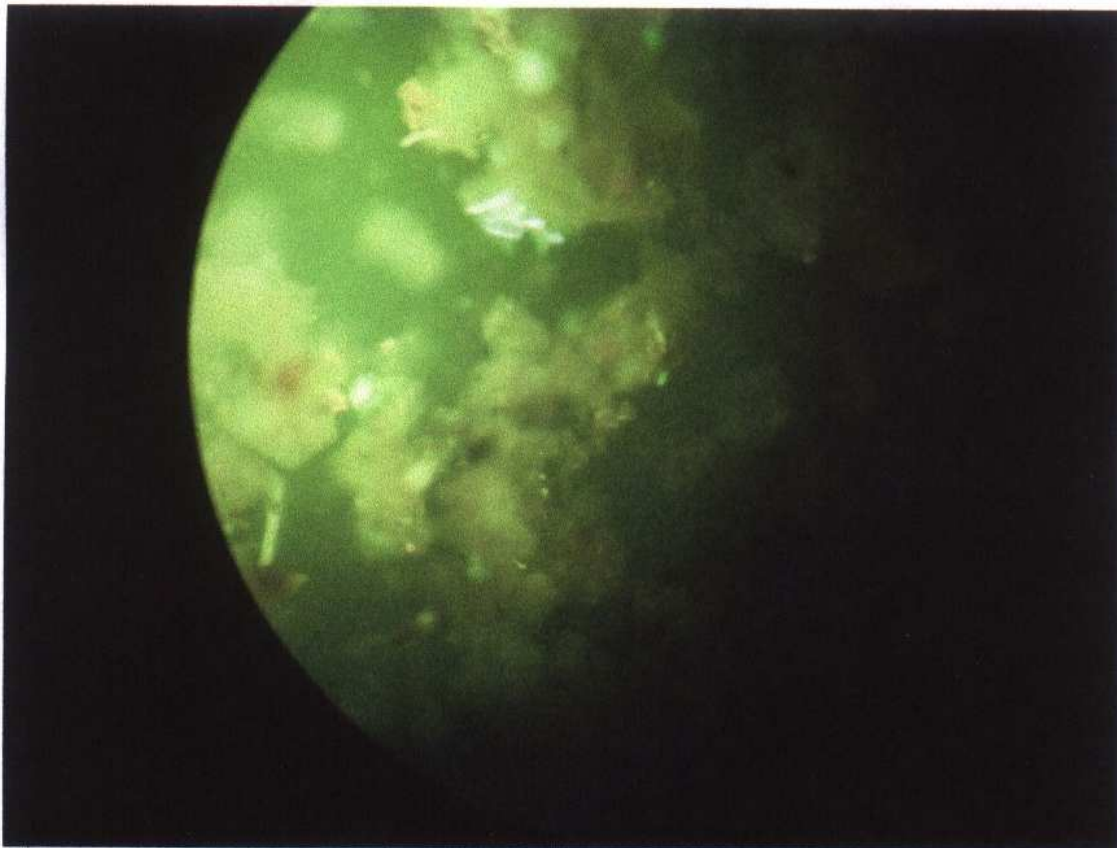
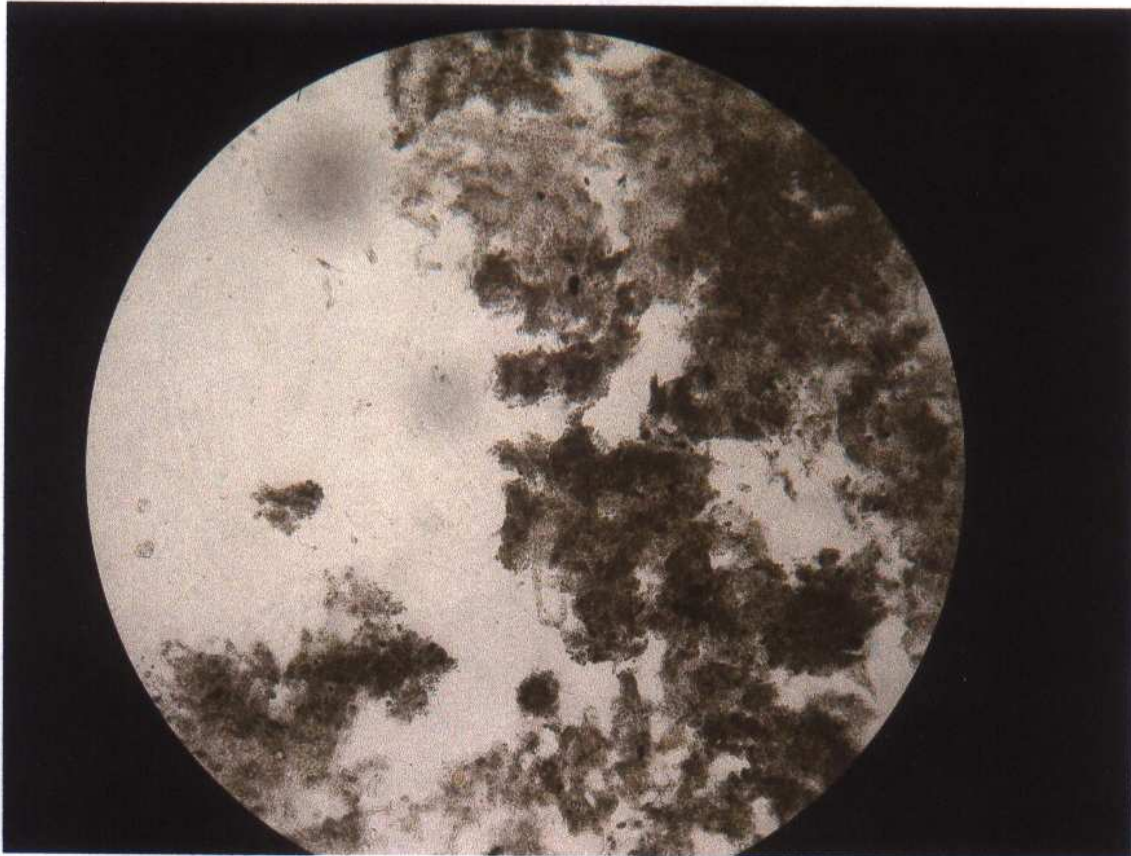


Abb. 2 Vorkommen von vielen Nitritoxidierenden Bakterien (P 13,A)

2. Laborversuch

Die mikroskopische Untersuchung der Proben aus der Laborversuchsanlage ergab keine sichtbaren Unterschiede, welche mit den Temperaturbedingungen zu korrelieren wären. Der Anteil fädiger Organismen war in allen Proben gleichermaßen gering. Lediglich das Vorkommen von Protozoen als sekundären Besiedlern der aus Bakterien, Algen und Pilzen bestehenden Lebensgemeinschaften nahm bei höherer Temperatur (17°C) zu.



B. **Stickstoff-Umsatz** in-situ-Versuch

In allen Versuchen wurde keine messbare Anreicherung des Zwischenproduktes Nitrit gefunden.

Die Ergebnisse sind wie folgt angegeben:

- a) als Bildung von Nitrat in der Lösung bezogen auf die Trockenmasse der eingesetzten Schlammprobe Dies wird ausgedrückt als $[\mu\text{mol (Nitrat)/ g(TM) d}]$
- b) als relative Menge Nitrifikanten
- c) als die relative Bildung von Nitrat, wobei die Trockenmasse mit einem Faktor, der die Unterschiede der enthaltenen nitrifizierenden Bakterienpopulation widerspiegelt, multipliziert wurde. Damit wird ein normierter Wert erhalten.

Die relativen Werte sind nur innerhalb der jeweiligen Versuchsanlage vergleichbar, die bei Kaltwasserbedingungen erhaltenen Werte wurden = 100% gesetzt.

Tabelle 1 in-situ-Versuch

1 Probe	2 Bedingungen	3 relative Menge Nitrifikanten [%]	4 NO ₃ -Bildung [μ mol/ g(TM) d]	5 relative NO ₃ -Bildung, Menge Nitrifikanten normiert [%]
1	große Anl. 11 °C	100	1,29	100
2	große Anl. 13 °C	138	1,85	104
3	große Anl. 16 °C	192	3,17	128
11	kleine Anl. 12 °C	100	0,84	100
12	kleine Anl. 14 °C	143	1,34	112
13	kleine Anl. 15 °C	171	2,25	156

Aus der Tabelle 1 ergibt sich, dass die potentielle Nitrifikationsleistung (Spalte 4) der Proben, die auf den erwärmten Festbetten gewachsen sind, größer ist als die der aus der kalten Umgebung. Die Frage nach dem Anteil eines verstärkten Wachstums von Nitrifikanten (Spalte 3) oder einer erhöhten physiologischen Aktivität (Spalte 5) lässt sich dahingehend beantworten, dass beide Tendenzen zur Erhöhung der Nitrifikationsleistung beitragen. Dabei zeigt das verbesserte Wachstum der Nitrifikanten einen größeren Anteil.

Die Daten lassen ungeachtet ihres Stichprobencharakters die Abschätzung der eindeutigen Tendenz zu.

Verglichen mit den im kalten Wasser gewachsenen Proben weisen bereits die bei 2 bis 4 Grad höheren Temperaturen gewachsenen Proben eine höhere Nitrifikationsleistung auf.

Die Einbringung eines lokal erwärmten Festbettes kann demnach die Nitrifikation in der kritischen Zeit mit niedrigen Umgebungstemperaturen verbessern.

C. Stoffumsatz

Laborversuch

Nach einer Versuchsdauer von 4 Wochen konnte kein sichtbarer Unterschied in der Bewuchsstärke beobachtet werden. Die Bestimmung der Biomasse zeigte jedoch eine Abhängigkeit der erzielten Gesamtmasse und damit des Wachstums von der Temperatur. (Tabelle 2) In analoger Weise verhält sich die Verschiebung des pH-Wertes in der Kurzzeit-Versuchsordnung: ab einer Umgebungstemperatur von 6 °C ist sowohl ein stärkeres Wachstum über längere Zeit als auch eine verstärkte metabolische Aktivität zu messen.

Tabelle 2 Laborversuch

Nr	Wachstumstemperatur [°C]	pH-Wert [abs] [Differenz zu pH ₀ = 6,8]	Biomasse [g]
1	2	+ 0,08 6,88	1,110
2	4	- 0,2 6,6	1,083
3	6	+ 0,5 7,3	1,280
4	17	+ 0,75 7,55	1,554

Eine lokale Erhöhung der Temperatur um 2-4 Grad kann im Bereich einer Schwellentemperatur die metabolische Leistung der Mikroorganismen und damit verbunden ihr dauerhaftes Wachstum steigern und damit die Leistungsfähigkeit des biologischen Stoffumsatzes erhalten.

4. Diskussion

Die Versuchsreihen zeigen die Möglichkeit, durch Schaffung lokal begrenzter Aufwuchsflächen die angestrebte physiologische Leistungsfähigkeit der mikrobiologischen Systeme zu erhöhen und somit unter ungünstigen Bedingungen im Winter einen Betrieb zu sichern. Insbesondere die Nitrifikation wird sowohl durch ein verbessertes Wachstum der entsprechenden Organismen als auch deren physiologische Aktivität gesteigert.

Die Versuchsdaten sind aufgrund des geringen Datenumfanges mit Unsicherheiten behaftet. Aufgrund ihrer Konsistenz können jedoch die Aussagen und die beschriebene Tendenz belegt werden.