

Veröffentlichungen

des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft und
Abfalltechnik der Universität Hannover
(vormals Technische Hochschule)
o. Prof. Dr.-Ing. C. F. Seyfried

10 HIS 86

INSTITUT WAR – Bibliothek –

Wasserversorgung, Abwassertechnik,
Abfalltechnik und Raumplanung
Technische Hochschule Darmstadt Heft 86
Petersenstraße 13, 64287 Darmstadt
TEL. 0 61 51 / 16 36 59 + 16 27 48
FAX 0 61 51 / 16 37 58

Ulrike Abeling

Stickstoffelimination aus Industrieabwässern
- Denitrifikation über Nitrit -

Hannover 1994



Verzeichnis der Bilder

Verzeichnis der Tabellen

Verzeichnis wesentlicher Abkürzungen

<u>1</u>	<u>Einleitung</u>	1
<u>2</u>	<u>Literaturstudie – Kinetik der Nitrifikation unter Einfluß hemmender Abwasserinhaltsstoffe</u>	5
2.1	Die Nitrifikation als enzymatische Reaktion	5
2.2	Hemmungsmechanismen enzymatischer Reaktionen	6
2.3	Kinetische Parameter der Nitrifikation	11
2.3.1	Allgemeines	11
2.3.2	Halbwertkonzentration für die Substrate	12
2.3.3	Einfluß der Sauerstoffkonzentration	16
2.4	Hemmung der Nitrifikation	17
2.4.1	Hemmung durch toxische Inhaltsstoffe	17
2.4.2	Hemmung der Nitrifikation durch Ammoniak und salpetrige Säure	20
2.4.2.1	Allgemeines	20
2.4.2.2	Hemmung der Nitritation	21
2.4.2.3	Hemmung der Nitratation	25
2.4.3	Hemmung der Nitrifikation durch Hydroxylamin	28
2.5	Zusammenfassung	29

<u>3</u>	<u>Versuche zur Ermittlung der Hemmkonstanten für Nitrosomonas und Nitrobacter</u>	31
3.1	Ziel der Versuche	31
3.2	Sauerstoffzehrungsmessungen	32
3.2.1	Einsatz von ATH zur Hemmung der Nitrosomonas	32
3.2.2	Versuchsdurchführung	33
3.3	Substratzehrungsmessungen	35
3.4	Ergebnisse	36
3.4.1	Auswertung der Sauerstoffzehrungsmessungen	36
3.4.2	Kinetik der Nitritation	37
3.4.2.1	Halbwertkonzentration K_s und maximale Umsatzrate	37
3.4.2.2	Hemmung der Nitritation durch Ammoniak und salpetrige Säure	39
3.4.3	Kinetik der Nitratation	45
3.4.3.1	Halbwertkonzentration K_s und maximale Umsatzrate	45
3.4.3.2	Hemmung der Nitratation durch salpetrige Säure und Ammoniak	47
3.4.4	Zehrungsmessungen mit dem Schlamm des nachgeschalteten Reaktors zur Restnitrifikation	50
3.4.5	Praktische Bedeutung der kinetischen Konstanten der Nitritation und Nitratation	51
3.4.6	Hemmgrenzen der Nitritation und der Nitratation	55
3.5	Zusammenfassung	58
<u>4</u>	<u>Stickstoffelimination über Nitrit und Nitrat</u>	61
4.1	Einleitung	61
4.2	Literaturstudie - Stickstoffelimination über Nitrit	62
4.2.1	Nitritanreicherungen - Ursachen und Folgen	62
4.2.2	Gezielte Stickstoffelimination über Nitrit	64

	<u>Seite</u>	
4.3	Beschreibung der Versuchsanlagen	67
4.4	Konzeption der Versuche	70
4.5	Steuerung der Stickstoffelimination über Nitrit	73
4.6	Nitrifikationsleistung	74
4.7	Stickstoffelimination	80
4.8	Nachgeschaltete Stufe zur Restnitrifikation	84
4.9	Ausschluß der Ausstrippung von Ammoniak bei der Stickstoffelimination über Nitrit	87
4.9.1	Einleitung	87
4.9.2	Strippung als Verfahrenstechnik zur Stofftrennung	88
4.9.3	Einsatz der Ammoniakstrippung in der Abwassertechnik	89
4.9.4	Ausstrippung durch Belüftung in Belebungsanlagen - Bedeutung für die Nitritation/Denitritation -	92
4.10	Zusammenfassung	94
<u>5</u>	<u>Denitrifikation mit anaerob vorbehandeltem Abwasser</u>	<u>97</u>
5.1	Problemstellung und Literaturüberblick	97
5.1.1	Einleitung	97
5.1.2	Kinetik der Denitrifikation	97
5.1.3	Nitritanreicherung und Hemmung durch Nitrit	100
5.1.4	Hemmung durch Abwasserinhaltsstoffe	104
5.1.5	Denitrifikation mit unterschiedlichen Substraten	105
5.2	Versuche zur Denitrifikation mit anaerob vorbehandeltem Abwasser	107
5.2.1	Untersuchungsziele	107
5.2.2	Beschreibung der Versuche	107

5.2.3	Anaerobe Vorbehandlung	111
5.2.3.1	Betrieb der Versuchsanlagen	111
5.2.3.2	Anaerobe Vorreinigung - ein- und zweistufige Methanisierung	113
5.2.3.3	Charakterisierung der untersuchten Substrate	118
5.2.4	Abbaubarkeit der unterschiedlichen Substrate	120
5.2.5	Denitrifikation über Nitrit und Nitrat	123
5.2.6	Einfluß des pH-Wertes auf die Denitrifikationsgeschwindigkeit - Hemmung der Denitrifikation durch salpetrige Säure	124
5.3	Zusammenfassung	127
<u>6</u>	<u>Biologische Stickstoffelimination bei Kampagnebetrieben</u>	129
6.1	Problematik	129
6.2	Stand der Erkenntnisse	129
6.3	Untersuchungen zur Lagerung nitrifizierender Schlämme aus Belebungsanlagen	132
6.3.1	Versuchsbedingungen	132
6.3.2	Aktivitätsmessung	132
6.3.3	Reaktivierung des Schlammes	134
6.3.4	Versuchsreihe 1	135
6.3.4.1	Lagerungsbedingungen und Aktivitätsbestimmung	135
6.3.4.2	Einfluß der Lagerzeit und Lagertemperatur	137
6.3.4.3	Einfluß der Belüftung	138
6.3.4.4	Einfluß der Substratzugabe	141
6.3.4.5	Reaktivierung im kontinuierlichen Betrieb	142

	<u>Seite</u>	
6.3.5	Versuchsreihe 2	143
6.3.5.1	Lagerungsbedingungen und Aktivitätsbestimmung	143
6.3.5.2	Reaktivierung im kontinuierlichen Betrieb	144
6.4	Hinweise zur Lagerung und zur Wiederinbetriebnahme nitrifizierender Schlämme	147
6.5	Erfahrungen mit der Stickstoffelimination in Kampagnebetrieben - Beispiele aus der Praxis	149
6.5.1	Reinigung von Abwässern aus der Kartoffelstärkeproduktion	149
6.5.1.1	Abwasseranfall	149
6.5.1.2	Reinigungsverfahren	150
6.5.1.3	Anaerob-aerobe Abwasserreinigung	151
6.5.1.4	Vergleich: Speicherung des Abwassers zum ganzjährigen Betrieb der Anaerob-Aerob-Anlage oder Kampagnebetrieb	156
6.5.2	Reinigung von Abwässern einer Zuckerfabrik	159
6.5.2.1	Abwasseranfall	159
6.5.2.2	Stickstoffelimination nach anaerober Vorbehandlung	160
6.6	Zusammenfassung	166
<u>7</u>	<u>Biologische Stickstoffelimination aus Industrieabwässern</u> <u>- Empfehlungen zur Verfahrenstechnik und zum Betrieb -</u>	167
7.1	Einleitung	167
7.2	Auswirkungen von Vorbehandlungs- und Vorreinigungsmaß- nahmen auf die biologische Stickstoffelimination	168
7.2.1	Vorbehandlungsmaßnahmen	168
7.2.2	Vorreinigungsmaßnahmen	168
7.3	Verfahrenstechnik der biologischen Stickstoffelimination aus hochbelasteten Abwässern	171
7.3.1	Verfahrensüberblick	171

	<u>Seite</u>	
7.3.2	Einsatzmöglichkeiten der Stickstoffelimination über Nitrit	174
7.3.3	Dimensionierung	175
7.3.3.1	Zulaufbeschaffenheit	175
7.3.3.2	Bemessung des Nitritationsvolumens	176
7.3.3.3	Bemessung des Denitritationsvolumens	177
7.3.3.4	Steuerung der Nitritation	178
7.3.3.5	Reaktor zur Restnitrifikation	178
7.3.4	Wirtschaftlichkeit am Beispiel einer anaerob-aeroben Reinigungsanlage zur Behandlung von Kartoffelstärkeabwasser	178
7.4	Empfehlungen zum Betrieb	182
7.4.1	Inbetriebnahme von Anlagen zur Stickstoffelimination aus konzentrierten Abwässern	182
7.4.2	Verhalten bei Störungen der Stickstoffelimination	183
<u>8</u>	<u>Zusammenfassung</u>	187
LITERATUR		191
ANLAGEN		