

Stikstoftekorten bij behandeling van huishoudelijk afvalwater in een volledig gemengde aëratietank

Inleiding

In de literatuur (bijv. McKinney et al 1968) wordt de volledig gemengde aëratietank aangeprezen als een ideale reaktor voor het actief-slibproces. De nivellering van fluctuaties in de concentratie van organische en toxische stoffen én het gelijkmatig aanbod van het organisch substraat zou deze uitvoeringsvorm idealer maken dan een langwerpige aëratietank met propstroming. In dit artikel maken we aannemelijk, dat deze nivellering in een volledig gemengde aëratietank door aanwezigheid van onge-



IR. A. KLAPWIJK
Vakgroep Waterzuivering,
Landbouwhogeschool



IR. J. H. RENSINK
Vakgroep Waterzuivering,
Landbouwhogeschool

lijksoortige, heterotrofe en nitrificerende micro-organismen een stikstoftekort kan veroorzaken. Wij vermoeden dat de N-tekorten aanleiding geven tot het ontstaan van licht slib.

N-behoeften in actief-slib

In een laagbelaste actief-slibinrichting komen naast elkaar heterotrofe bacteriën en autotrofe, nitrificerende bacteriën voor. De eerste verkrijgen energie uit oxidatie van organische stoffen en zij hebben alleen voor celsynthese stikstof nodig. Bij afwezigheid van stikstof zijn de heterotrofe bacteriën niet in staat de energie, vrijgekomen uit de oxidatie, te gebruiken voor opbouw van celmateriaal. Het is bekend, dat verschillende heterotrofe bacteriën een voorkeur hebben voor organisch gebonden stikstof of ammonium stikstof maar ook nitraat kan in principe gebruikt worden. De nitrificerende bacteriën hebben eveneens stikstof nodig voor celsynthese, maar bovendien verkrijgen zij energie uit oxidatie van ammonium en van nitriet.

Bij een nadere beschouwing van de N-behoefte van heterotrofe bacteriën en van nitrificerende bacteriën kunnen we konkluderen, dat deze behoefte verschillend geaard is. Bij de heterotrofe bacteriën is de N-behoefte een afgeleide van de hoeveelheid organisch substraat, die door de bacteriën gekonsumeerd wordt. In tegenstelling hiermee is bij de nitrificerende

bacteriën de nitrifikatiecapaciteit bepalend voor de snelheid waarmee ammonium/nitriet opgenomen kan worden.

Aan de hand van een voorbeeld zullen we de N-behoefte en de N-aanvoer van een actief-slibinrichting nader bezien. De slibbelasting van een actief-slibinrichting is in dit voorbeeld 90 mg CZV/g.d.s.dag. In de literatuur wordt gesteld, dat de behoefte aan CZV en N zich verhouden als 180 : 5. Dit betekent, dat de N-behoefte van de heterotrofe bacteriën in deze actief-slibinrichting 2,5 mg N/g.d.s.dag bedraagt. Het maximale tempo van nitrifikatie bedraagt voor actief-slib ca. 36 mg NH₄-N/g.d.s.dag. De totale N-behoefte van het actief-slib is dus 38,5 mg N/g.d.s.dag. Uitgaande van een CZV/N-verhouding van het afvalwater van 10 bedraagt bij een slibbelasting van 90 mg CZV/g.d.s.dag de belasting met stikstof 9 mg N/g.d.s.dag. Het blijkt dat tegenover een N-behoefte van 38,5 mg N/g.d.s.dag slechts een aanbod van 9 mg N/g.d.s.dag bestaat. Slechts 23 % van de behoefte kan gedekt worden. Bij een homogene menging van het aangevoerde afvalwater in de aëratietank is het niet te verwachten dat de behoefte van de heterotrofe bacteriën bij voorrang gedekt zal worden. Het is eerder te verwachten dat zowel van de N-behoefte van de heterotrofe bacteriën als van de nitrificerende bacteriën slechts 23 % gedekt wordt. Weliswaar zijn er ook heterotrofe bacteriën die nitraat als N-bron kunnen gebruiken. Daar er niettemin een voorkeur voor organisch gebonden of ammoniumstikstof bestaat, is een N-tekort bepaald niet uitgesloten.

Het voorkómen van een N-tekort

We willen nu de vraag onder ogen zien hoe het N-tekort voorkómen kan worden. In principe valt dit al te bereiken door met twee volledig gemengde aëratietanks te werken. In plaats van één volledig gemengde aëratietank met een inhoud van V m³ nemen we twee tanks met een inhoud van resp. aV en (1-a)V m³.

We gaan er verder van uit dat de overige omstandigheden hetzelfde zijn als in het voorbeeld hiervoor. De slibbelasting van het actief-slib in de aëratietank met aV m³

zal nu $\frac{90}{a}$ mg CZV/g.d.s.dag bedragen.

De N-behoefte voor de heterotrofe bacteriën wordt $\frac{2,5}{a}$ mg CZV/g.d.s.dag. Hierbij

nemen we aan dat er vrijwel evenveel CZV geëlimineerd wordt in een tank met aV m³ als hiervoor in een tank met V m³. De N-behoefte van de nitrificerende bacteriën blijft 36 mg N/g.d.s.dag. De totale

N-behoefte wordt dus $(36 + \frac{2,5}{a})$ mg

N/g.d.s.dag. De N-aanvoer in de tank van aV m³ bedraagt $\frac{9}{a}$ mg N/g.d.s.dag.

Er is geen N-tekort wanneer geldt

$$(36 + \frac{2,5}{a}) \leq \frac{9}{a} \text{ of wanneer geldt } a \leq 0,18.$$

Een praktijkvoorbeeld

De resultaten van een onderzoek van Remmelzwaal (1977) ondersteunen de gedachtengang dat er in een volledig gemengde aëratietank een N-tekort optreedt. Huishoudelijk afvalwater van Bennekom is behandeld in een volledig gemengde aëratietank op semi-technische schaal. De aëratietank heeft een volume van 1000 l en het afvalwater wordt aangevoerd met een debiet van 17,3 l/uur.

Het debiet van de retourslibstroom bedraagt 33,5 l/uur. Van het afvalwater zijn de volgende gemiddelde gegevens bekend:

CZV	=	542	mg/l
BZV ₅	=	380	mg/l
Kjeldahl-N	=	67,7	mg/l

Het droge stofgehalte bedraagt ca. 2 g d.s./l. De nitrificerende capaciteit is 2,55 mg NH₄⁺-N/g.d.s.uur. In de eerste fase van het onderzoek (duur 37 dagen) is het actief-slib continu belucht, terwijl in de tweede fase (duur 34 dagen) het actief-slib discontinu belucht is. Een periode van 2,5 uur beluchten is opgevolgd door 3,5 uur niet beluchten. Het actief-slib is dan 3 uur aëroob en 3 uur anaëroob. In de niet-beluchte periode wordt het actief-slib met pompen in suspensie gehouden.

In de eerste fase heeft het effluent de volgende gemiddelde samenstelling:

CZV	=	58	mg/l
NH ₄ ⁺ -N	=	0,9	mg/l
NO ₂ ⁻ -N	=	0,1	mg/l
NO ₃ ⁻ -N	=	64,5	mg/l
Σ N	=	65,5	mg/l

Het gehalte Kjeldahl stikstof in het influent bedraagt in deze fase 66,2 mg N/l. Er blijkt slechts 1 mg N/l geëlimineerd te zijn en dit is veel lager dan voor opname in celmateriaal te verwachten is. Het actief-slibgehalte neemt in de eerste 16 dagen af van 2 g d.s./l tot 1,5 g d.s./l. Dit is toe te schrijven aan aanpassing van het actief-slib, waarmee de proef gestart is, aan een lagere belasting. Daarna blijft in de eerste fase het slibgehalte konstant, zonder dat er slib gespuid wordt. De SVI schommelt in de eerste fase rond 200 ml/g. Aan het einde van de eerste fase daalt de SVI tot ca. 100 ml/g.

In de tweede fase wordt het actief-slib

alternerend belucht. Hierdoor kan in de anaërobe periode het nitraat door denitrificerende bacteriën in stikstofgas omgezet worden. In de anaërobe periode wordt geen nitraat gevormd, zodat ammoniumstikstof zich ophoopt. De denitrificerende bacteriën zullen dus geen N-tekort hebben. In deze fase heeft het effluent de volgende kwaliteit:

CZV	=	54	mg/l
NH ₄ ⁺ -N	=	1,6	mg/l
NO ₂ ⁻ -N	=	0,5	mg/l
NO ₃ -N	=	31,3	mg/l
Σ N	=	33,4	mg/l

Door het optreden van denitrifikatie is het niet te berekenen hoeveel N er voor inbouw in celmateriaal gebruikt wordt. Het blijkt echter, dat het actief-slibgehalte in deze fase van 34 dagen oploopt van ca. 1,5 g d.s/l tot 2,2 g d.s/l. De SVI blijft konstant op 100 ml/g.

Deze resultaten ondersteunen de gedachten-gang dat er door het samengaan van nitrifikatie en opname van organische stof in een volledige gemengde aëratietank N-tekorten ontstaan. Onder omstandigheden dat deze N-tekorten zich in mindere mate voordoen, i.c. tijdens het alternerend beluchten, is SVI veel beter en wordt er een grotere slibproductie geconstateerd.

Diskussie en konklusie

Het is aannemelijk dat er in een volledig gemengde aëratietank voor de heterotrofe bacteriën minder stikstof beschikbaar is dan zij nodig hebben. In een aëratietank met propstroming zal dit veel minder het geval zijn.

In het onderzoek van Rensink (1974) is naar voren gekomen dat er in volledig gemengde aëratietanks licht slib ontstaat en in tanks met propstroming in veel mindere mate. Eén en ander leidt tot de hypothese dat de N-tekorten in een volledig gemengde aëratietank aanleiding geven tot groei van draadvormige organismen. De hierbeschreven resultaten ondersteunen deze hypothese. Het is echter in elk geval duidelijk dat er in een volledig gemengde aëratietank voorzieningen getroffen moeten worden ter voorkoming van N-tekorten en van licht slib.

Literatuur

1. McKinney, R. E. and O'Brien, W. J. (1968), *Activated sludge basic design concepts*; Journ. Wat. Poll. Contr. Fed., 40, 1831.
2. Remmelzwaal, E. J. (1977), *Het opstarten van een actief-slibinstallatie ter verwijdering van stikstof uit huishoudelijk afvalwater*; Doktoraal verslag 77-5, Vakgroep Waterzuivering LH.
3. Rensink, J. H., *De invloed van het voedingspatroon op het ontstaan van licht slib bij verschillende slibbelastingen*; H₂O 7 (1974), 480.

