

Biologische defosfatering op de rwzi's Bunnik en Bunschoten

Voordracht gehouden tijdens het NVA-symposium 'Fosfaatverwijdering uit afvalwater' op 9 februari 1988 te Wageningen

Inleiding

Biologische defosfatering berust op het verschijnsel dat bepaalde micro-organismen, voornamelijk *Acinetobacter*, in staat zijn fosfaat in overmaat op te nemen. Het fosfaat wordt zodoende via het surplusslib uit de installatie verwijderd. Het actiefslib moet eerst een anaërobe fase ondergaan, waarin substraat in de vorm van acetaat wordt opgenomen, alvorens het in de aërobe fase fosfaat in overmaat opneemt. De aanwezigheid van nitraat in de 'anaërobe' periode remt het algemeen de fosfaatopname negatief wordt beïnvloed. De samenstelling van het afvalwater speelt



IR. P. M. J. JANSSEN
Landbouwwuniversiteit Wageningen
Vakgroep Waterzuivering

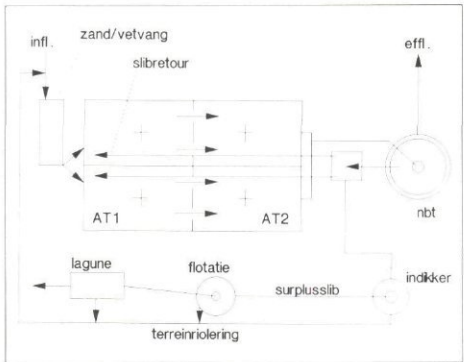


IR. J. H. RENSINK
Landbouwwuniversiteit Wageningen
Vakgroep Waterzuivering

een belangrijke rol bij biologische defosfatering. Naast de CZV:N:P-verhouding die van belang is in verband met nitraat en het maximale P-gehalte in slib, speelt de hoedanigheid van de CZV ook een rol. Influent met veel makkelijk biologisch afbreekbaar materiaal zal sneller tot vetzuurvorming leiden in de anaërobe fase. De rwzi Bunnik is een installatie, waar zonder toevoeging van chemicaliën, continu een hoge fosfaatverwijdering wordt aangetroffen. Het effluent bevat bij droogweeraanvoer doorgaans niet meer dan 1 mg P/l. Het vermoeden bestond dat het hier biologische defosfatering betrof. Het doel van dit onderzoek, uitgevoerd door de vakgroep Waterzuivering van de LUW en gefinancierd door DBW/RIZA en de STORA, kan als volgt omschreven worden: — Welke parameters zijn verantwoordelijk voor het optreden van biologische defosfatering op de rwzi Bunnik? — Kan met behulp van deze parameters biologische defosfatering geïntroduceerd worden op een andere (identieke) zuiveringsinstallatie? Dit laatste geschiedt op dit moment op de rwzi Bunschoten, waar voor de introductie geen verhoogde fosfaatverwijdering plaatsvond.

Praktijkinstallaties Bunnik en Bunschoten

De rwzi's Bunnik en Bunschoten (afb. 1) hebben een ontwerpcapaciteit van respectievelijk 32.000 en 30.000 i.e. en

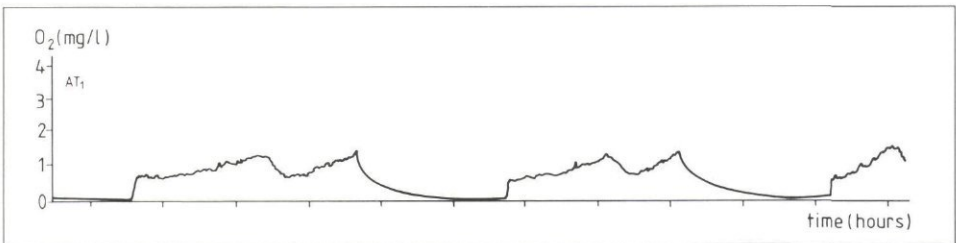


Afb. 1 - Processchema rwzi Bunschoten.

afvalwater uit Bennekom, dat voor 100% van huishoudelijke afkomst is.

Proefopzet

De invloed van de afvalwatersamenstelling en het beluchtingsregiem zijn belangrijke punten van onderzoek geweest. Een bijzonder aspect bij deze installatie is, dat tijdens de onbeluchte perioden het slib bezinkt. Er ontstaat een slibdeken met bovenstaande vloeistof. Dit zou een gunstig effect op de defosfatering kunnen hebben, aangezien het nitraat in de bovenstaande vloeistof de P-afgifte in het slib niet stoort.



Afb. 2 - Beluchtingsregiem praktijkinstallatie Bunnik.

worden bedreven als een laagbelaste installatie met deelmineralisatie. Het afvalwater komt via een beluchte zand/vetvang in de aëratieruimte. Deze bestaat uit twee parallelle straten van ieder twee achter elkaar geschakelde compleet gemengde tanks (AT1 en AT2). In Bunnik is de beluchte zandvang in gebruik als vlokbeladingstank, ter bestrijding van lichtslib.

In Bunnik doorloopt het surplusslib een indikkingsproces en wordt vervolgens nat afgevoerd naar de landbouw. In Bunschoten volgt na het indikkingsproces eerst nog een verdere indikking door biologische flotatie, alvorens het naar sliblagunes wordt afgevoerd. Vrijkomend water van de slibverwerkingsprocessen wordt teruggevoerd naar de installatie en doorloopt het zuiveringsproces opnieuw.

In Bunnik worden de beluchters gestuurd op het zuurstofgehalte in de AT's. Het beluchtingsregiem is als volgt ingesteld (afb. 2). Na een verplichte rusttijd van 2 uur volgt een verplichte looptijd van 30 minuten. Vervolgens draaien de beluchters door tot een zuurstofgehalte van 2 mg O₂/l is bereikt.

Afvalwaterkarakteristieken

De samenstelling van het afvalwater in Bunnik wordt voor circa 50% bepaald door lozingen van een frisdrankenfabriek. Naast de lage fosfor- en stikstofgehalten bezit dit afvalwater veel suikers, die onder anaërobe omstandigheden vrij snel omgezet worden in lagere vetzuren (tabel I). Het afvalwater uit Bunschoten bestaat voor circa 35% uit stikstofrijk afvalwater van de visverwerkende industrie. Daarnaast is er gewerkt met

Tijdens het onderzoek is gebruik gemaakt van een proefinstallatie (1.000 l) ter plaatse. Het alternerende beluchtingsregiem van de praktijkinstallatie kan ook hier worden toegepast. Daarnaast zijn batch-experimenten uitgevoerd. Vervolgens is overgegaan tot introductie van biologische defosfatering op de praktijkinstallatie in Bunschoten.

Invloed beluchtingsregiem

Perioden van anaërobie zijn een noodzakelijke voorwaarde voor het optreden van biologische defosfatering. De proefinstallatie in Bunnik heeft zowel met continu als met alternerende beluchting gedraaid. In Bunschoten is de proefinstallatie

TABEL I - Afvalwaterkarakteristieken en procesparameters.

	Bunnik	Bunschoten	Bennekom
CZV (mg/l)	720	869	550
BZV ₅ (mg/l)	267	290	330
Nkjeldahl (mg N/l)	41	65	75
P-totaal (mg P/l)	13	20	16
CZV:N:P 100:...:...	6:1.8	8:2.3	14:2.9
BZV:N:P 100:...:...	15:4.9	27:6.9	23:4.9
slibbelasting (kg BZV ₅ /kg/d)	0.04	0.07	

TABEL II - Invloed beluchtingsregiem.

	Beluchte tijd		η-P (%)	Slibaanwas (kg/kg CZV)
	AT1 (h/d)	AT2 (h/d)		
Bunnik	24	24	40	0,30
	13	10	91	0,37
Bunschoten	24	24	37	—
	11	11	48	0,45
	4	18	81	0,57

met verschillende regiems bedreven. In tabel II zijn de resultaten weergegeven.

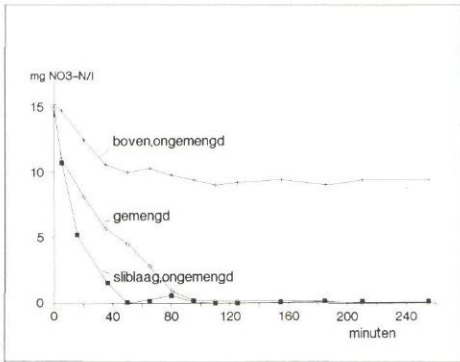
In Bunnik verdwijnt de defosfatering bij continu beluchten. In een microscopisch beeld van het slib is het aantal acinetobacters sterk verminderd. Het verwijderingspercentage van 40% in Bunnik kan gezien de BZV/P-verhouding, worden toegeschreven aan celsynthese. Tevens zal het gevormde nitraat naast het ontbreken van anaërobie, ook debet zijn aan de lagere fosfaatverwijdering. Door middel van alternerende beluchting is biologische defosfatering in Bunnik geïntroduceerd.

In Bunschoten blijkt dat een verplaatsing van de onbeluchte periode naar AT1 een verbetering van de defosfatering oplevert. Door het aanbod van CZV (vetzuren) in AT1, zal daar na een snelle denitrificatie, een hogere substraatopname plaatsvinden, dat in hogere fosfaatopname resulteert. Introductie van alternerende beluchting levert een stijging van de slibproductie op.

Invloed influentsamenstelling

Een hoge fosfaatafgift in de anaërobe periode resulteert in een hoge fosfaatopname. In een batchexperiment (afb. 3) is de fosfaatafgift onderzocht van afvalwater uit Bunnik, Bunschoten en Bennekom. De belading bij aanvang van de experimenten is gelijk. De proefinstallatie is met alle drie de afvalwaters bedreven (tabel III). Het beluchtingsregiem is gelijk aan het regiem in de praktijkinstallatie Bunnik.

Uit de resultaten blijkt dat het afvalwater uit Bunnik een positieve invloed heeft op de fosfaatverwijdering. Naast de aanwezigheid van veel vetzuren is ook het lage N-gehalte en daarmee de lage nitraatconcentratie in de



Afb. 4 - Nitraatverloop in een gemengde en ongemengde toestand.

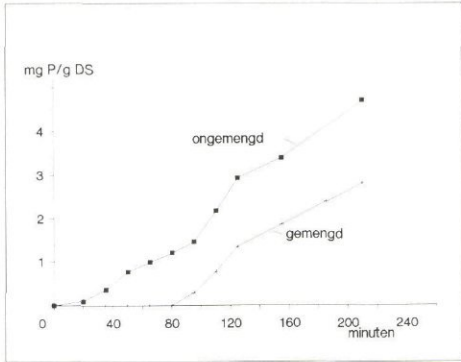
retourstroom, daar de oorzaak van. Afvalwater uit Bennekom, met een hoog stikstofgehalte en slecht verzurend, laat een lage fosfaatverwijdering zien. Afvalwater uit Bunschoten neemt een tussenpositie in.

Invloed bezinken slib

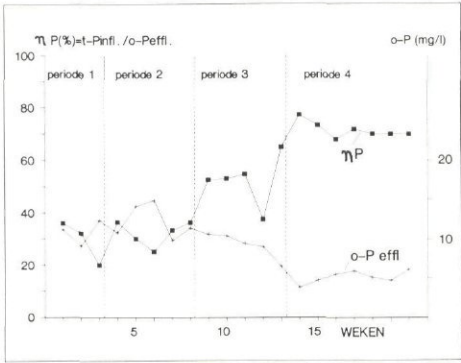
Onderzocht is of een bezonken toestand van defosfaterend slib gunstiger is voor de fosfaatafgift dan een gemengde toestand. In afb. 4 en 5 is het verloop van nitraat en fosfaat in zowel een gemengd als een ongemengd batchvat weergegeven. Fosfaatafgift treedt pas op als alle nitraat verdwenen is. Het nitraat in de bovenstaande vloeistof stoort niet bij de fosfaatafgift. Het bezinken van het slib tijdens de onbeluchte fase levert een snellere en hogere fosfaatafgift en daarmee betere fosfaatverwijdering op. Aangezien het proces van denitrificatie CZV verbruikt, zal in de ongemengde toestand meer CZV beschikbaar zijn voor de substraatopname. Een voorwaarde is dat de CZV zich in de sliblaag bevindt. Een goede vlokbelading is daarmee noodzakelijk.

Introductie op praktijkinstallatie Bunschoten

In 1987 is de praktijkinstallatie uitgerust met alternerende beluchting. Het onderzoek naar het effect van verschillende beluchtingsregiems is te onderscheiden in vier perioden (tabel IV). In periode 2 en 3 was alleen regeling mogelijk met vaste loop- en rusttijden van de beluchters. In periode 4 was het tevens mogelijk te regelen op zuurstofconcentratie. In afb. 6 staan de resultaten vermeld met betrekking tot de P-verwijdering. Periode 2 en 3 waarin alleen AT2 alternerend belucht wordt, laten géén of nauwelijks een extra fosfaatverwijdering zien. Fosfaatafgift vindt nauwelijks plaats vanwege een tekort aan vetzuren. Ook nu



Afb. 5 - Fosfaatverloop bij defosfaterend slib in een gemengde en ongemengde toestand.



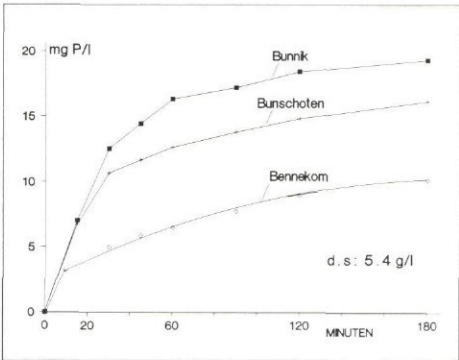
Afb. 6 - P-verwijdering, praktijkinstallatie Bunschoten.

bleekt dat verplaatsing van een deel van de onbeluchte fase naar AT1 een positieve invloed heeft op de fosfaatverwijdering. Een eventueel 'zuurstoftekort' wordt opgevangen in AT2. Bij langdurige regenval is geconstateerd dat de fosfaatverwijdering afnam. Dat het percentage niet hoger ligt, kan zijn oorzaak vinden in het hoge stikstofgehalte van het afvalwater, waardoor een deel van de vetzuren verbruikt wordt voor denitrificatie. Daarnaast is het mogelijk dat de anaërobe contacttijd in AT1 te kort is om voldoende vetzuren (acetaat) te vormen. Echter de lengte van deze periode wordt begrensd door het zuurstofinbrengvermogen van de beluchters. In batchexperimenten is geconstateerd dat bij lage zuurstofconcentraties (<0,5 mg O₂/l) de fosfaatopname onvolledig is. Slibverwerkingsprocessen kunnen ook een rol spelen. Het vrijkomende water bij deze (anaërobe) processen kan veel fosfaat bevatten dat terugkeert in de installatie. Dit kan de netto fosfaatverwijdering negatief beïnvloeden. De alternerende beluchting heeft in Bunschoten een aantal neveneffecten op-

TABEL III – Invloed samenstelling influent.

	P-tot, infl. (mg/l)	η-P (%)	NO ₃ -N effl. (mg/l)
Bunnik	10,2	91	0,4
Bunschoten	16,2	48	2,0
Bennekom	15,5	33	10,0

Afb. 3 - Fosfaatafgift van defosfaterend slib bij de verschillende afvalwaters.



TABEL IV – Beluchtingsregiems, praktijkinstallatie Bunschoten.

Periode 1:	AT1, AT2 continu.
Periode 2:	AT1 continu, AT2 's avonds en 's nachts alternerend (2h uit, 1h aan).
Periode 3:	AT1 continu, AT2 alternerend (2h uit, 1h aan).
Periode 4:	AT1 alternerend (2h uit, 1h aan, variabel tot 1 mg O ₂ /l), AT2 alternerend (1,5h uit, 1h aan, variabel tot 2 mg O ₂ /l).