

# Drastische fosfaatverlaging in afvalwater en de gevolgen voor biologische defosfatering

## Inleiding

Als gevolg van de verlaging van het fosfaatgehalte in wasmiddelen en de recente introductie van fosfaatvrije wasmiddelen is het fosfaatgehalte in afvalwater in de afgelopen jaren aanzienlijk gedaald. Deze daling zal zich naar verwachting nog verder voortzetten door een algeheel verbod van fosfaat-houdende wasmiddelen.



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



E. SMOES  
HTS Hengelo



IR. J. H. RENSINK  
Landbouwniversiteit  
Wageningen  
Vakgroep Waterzuivering

De daling zal zich met name voordoen in het huishoudelijk deel van het afvalwater. In 1995 kan, ten opzichte van 1985, een daling van ca. 30% van de fosfaatvrucht op rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi) verwacht worden [1].

Daar er in de nabije toekomst vergaand moet worden gedefosfateerd is het van belang na te gaan welke invloed de daling van de fosfaatconcentratie in afvalwater heeft op de verschillende defosfaterings-technieken. Naast de bekende chemische defosfatering dienen zich drie nieuwe technieken aan, te weten: biologische defosfatering, kristallisatie van fosfaat op drager met behulp van een korrelreactor en magnetische defosfatering. In dit artikel wordt allereerst aandacht geschonken aan het verloop van de fosfaatconcentratie in afvalwater bij een aantal rwzi's over de laatste jaren. Daarna wordt besproken welk effect de daling van de 'normale' fosfaatverwijdering en de biologische defosfatering in een actief-slibinstallatie.

## Daling van de fosfaatconcentratie in afvalwater

Aangezien de fosfaatbepaling gedurende een aantal jaren niet meer is meegenomen met de influent analyses van een groot aantal rwzi's, zijn gegevens hierover vaak schaars. Van het afvalwater van de rwzi te

## Samenvatting

Het fosfaatgehalte in afvalwater daalt als gevolg van grootschalige introductie en gebruik van fosfaatvrije wasmiddelen. Onderzoek toont aan dat het dalende fosfaatgehalte geen invloed heeft op, de door actief slib, biologisch verwijderde fosfaatvrucht. Als gevolg hiervan zal bij biologische defosfatering de fosfaat-verwijdering, uitgedrukt als percentage, toenemen.

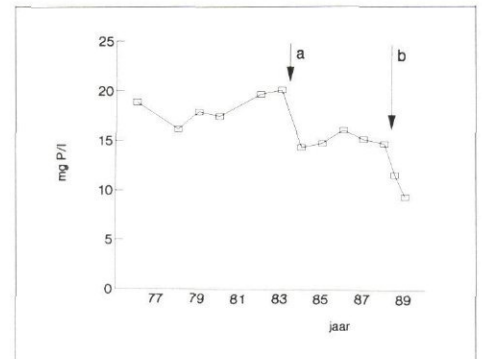
Bennekom zijn daarentegen over langere tijd gegevens bekend omdat dit (voor-bezonken) afvalwater sinds 1976 gebruikt wordt voor defosfateringsonderzoek in de proefhal van de vakgroep Waterzuivering. In afb. 1 is het verloop van het fosfaatgehalte in het afvalwater van Bennekom weergegeven. In tabel I zijn gegevens over de BZV<sub>5</sub>/P verhoudingen in afvalwater van een aantal rwzi's in Nederland vermeld.

TABEL I - Verloop van de BZV<sub>5</sub>/P verhouding op enkele rwzi's (ruw afvalwater).

Locatie	Periode	BZV <sub>5</sub> /P
Bunschoten	'78-'80	100:8,3
	'89	100:5,3
Montfoort	'81-'83	100:7,7
	'88-'89	100:4,5
Abcoude	'87	100:8,5
	'89	100:7,1
Bennekom*	'81-'84	100:6,9
	'89	100:3,4

\* voorbezonken

Het blijkt dat zowel in Bennekom als ook op de andere rwzi's het fosfaatgehalte dalende is. Deze fosfaatafname valt met name op in 1988. Dit zal waarschijnlijk zijn

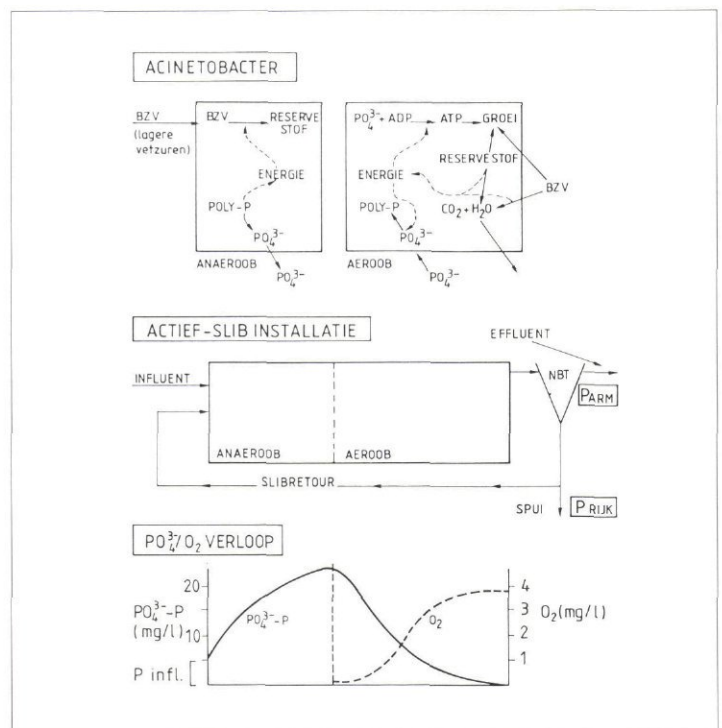


Afb. 1 - Verloop fosfaatgehalte, afvalwater Bennekom (voorbezonken afvalwater, dwa-omstandigheden). Twee tijdstippen kunnen onderscheiden worden: a. 50% fosfaatreductie in wasmiddelen, b. grootschalige introductie van fosfaatvrije wasmiddelen.

oorzaak vinden in de sterk toegenomen belangstelling voor fosfaatvrije wasmiddelen.

## Biologische defosfatering

Bij het actief-slibproces vindt er 'normale' fosfaatverwijdering plaats. Via bezinking in de voorbezinktank en/of op basis van celsynthese wordt maximaal 40% van de ingaande fosfaatvrucht verwijderd (CBS



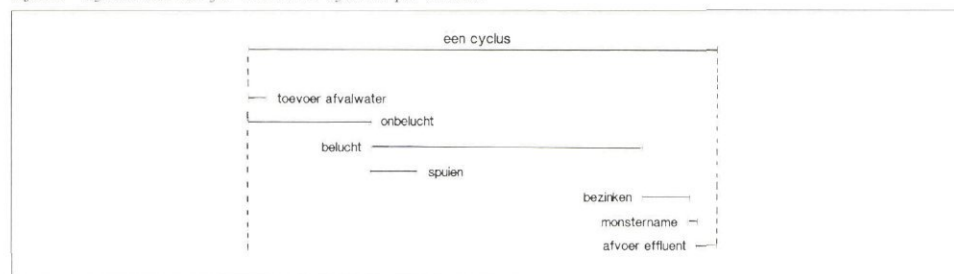
Afb. 2 - Het principe van biologische defosfatering.

gegevens, 1985) [2]. Bij een biologisch defosfaterende actief-slibinstallatie is er echter sprake van zogenaamde 'luxury uptake' door fosfaataccumulerende bacteriën die zich in het actief slib bevinden. Het in de cel opgeslagen fosfaat wordt via het surplusslib afgevoerd (zie afb. 2). De groei van de fosfaat-accumulerende bacteriën, waarvan *acinetobacters* de belangrijkste vertegenwoordigers zijn, kan gestimuleerd worden door een anaërobe fase in een actief-slibproces te introduceren. Het substraat voor de acinetobacters zijn lagere vetzuren, met name acetaat. Deze zijn aanwezig in afvalwater of kunnen geproduceerd worden tijdens de anaërobe fase door facultatief anaërobe bacteriën. De groei van acinetobacters is daarmee ondermeer afhankelijk van de BZV<sub>5</sub>-verwijdering. Bij een bepaalde BZV<sub>5</sub>-verwijdering kan onder de gegeven procesomstandigheden een bepaalde hoeveelheid fosfaat verwijderd worden, uit te drukken als  $\delta P/\delta BZV_5$ . Bij een bepaald afvalwater met een bepaalde CZV/BZV<sub>5</sub> verhouding is dit ook uit te drukken als  $\delta P/\delta CZV$ . De BZV<sub>5</sub> (CZV)/P verhouding van het afvalwater bepaalt dus ondermeer hoe hoog de fosfaatverwijdering komt te liggen. Naast de BZV<sub>5</sub>/P verhouding worden de mogelijkheden en het succes van biologische defosfatering ook bepaald door aanwezigheid en of produktie van lagere vetzuren, nitraatbelasting van de anaërobe fase, beluchttingscapaciteit en slibverwerkingsmethoden [3, 4, 5, 6].

### Opzet onderzoek

Het onderzoek naar het effect van de daling van het fosfaatgehalte op de 'normale' fosfaatverwijdering en op de biologische defosfatering werd op laboratoriumschaal verricht met vier parallel bedreven actief-slibinstallaties. Deze installaties bestonden elk uit een batchvat (6 liter nuttig volume) welke volgens het 'fill and draw' principe werd bedreven. Elk batchvat fungeerde als een afzonderlijke installatie waarin de verschillende zuiveringsstappen per etmaal doorlopen worden. In afb. 3 is dit weergegeven.

Afb. 3 - Cyclus van het 'fill and draw' systeem per etmaal.



Bij het onderzoek werd uitgegaan van een laagbelast actief-slibstelsysteem.

De procesparameters staan vermeld in tabel II. Het onderzoek werd uitgevoerd met voorbezonden huishoudelijk afvalwater van Bennekom. Door enerzijds met fosfaatvrij en anderzijds met fosfaat-houdend wasmiddel te doseren, kon tegelijkertijd beschikt worden over praktijkafvalwater met een hoog fosfaatgehalte en – hetzelfde – afvalwater met een laag fosfaatgehalte.

TABEL II – *Procesparameters 'fill and draw' systeem*

slibbelasting	0,05-0,11 BZV <sub>5</sub> /kg slib-dag
	0,1-0,2 kg CZV/kg slib-dag
hydraulischebelasting	0,67 l/l d
droge stof	2 g/l
afvalwater: retourslib	1:2
temperatuur	18-24 °C

### Onderzoek 'normale' fosfaatverwijdering

– Procesvoering:

De actief-slibinstallatie werd als een conventionele aërobe installatie bedreven.

– Afvalwaterkarakteristieken:

De gemiddelde samenstelling van het voorbezonden huishoudelijk afvalwater tijdens dit onderzoek wordt vermeld in tabel III.

TABEL III – *Samenstelling afvalwater, onderzoek conventioneel aëroob.*

	P-vrij	P-houdend
CZV mg/l	279	279
acetaat mg/l	15	15
NH <sub>4</sub> -N mg/l	41	41
P <sub>ortho</sub> mg/l	7,8	13
P <sub>ortho</sub> mg/l	6,2	7,0

TABEL IV – *Resultaten, conventioneel aëroob.*

	P-vrij	P-houdend
effluent (ongefiltreerd):		
CZV mg/l	60	55
NH <sub>4</sub> -N mg/l	< 1	< 1
NO <sub>3</sub> -N mg/l	35	38
P <sub>ortho</sub> mg/l	6,0	11
P <sub>ortho</sub> mg/l	5,9	11
slibaanwas gDS/gCZV <sub>verw.</sub>	0,4	0,4
P <sub>verw.</sub> % *	24	16
$\delta P/\delta CZV$ mg/g *	8,7	8,9

\* op basis van P<sub>ortho</sub> effl. en P<sub>ortho</sub> infl.

– Resultaten:

De gemiddelde resultaten zijn weer-gegeven in tabel IV.

### Onderzoek biologische defosfatering

– Procesvoering:

Teneinde biologisch defosfaterend actief slib te verkrijgen werd een onbeluchte periode van 6 uur geïntroduceerd. Tijdens deze periode werd het actief slib geroerd.

– Afvalwaterkarakteristieken:

Bij het onderzoek naar biologische defosfatering werd gebruik gemaakt van voorbezonden huishoudelijk afvalwater, waarbij naast wasmiddel ook vetzuren in de vorm van acetaat werden gedoseerd. De gemiddelde samenstelling van het afvalwater tijdens deze proefperiode wordt vermeld in tabel V.

– Resultaten:

De gemiddelde resultaten zijn weer-gegeven in tabel VI.

TABEL V – *Samenstelling afvalwater, onderzoek biologische defosfatering.*

	P-vrij	P-houdend
CZV mg/l	489	489
acetaat mg/l	85	85
NH <sub>4</sub> -N mg/l	58	58
P <sub>ortho</sub> mg/l	11	16
P <sub>ortho</sub> mg/l	9,1	9,9

TABEL VI – *Resultaten, biologische defosfatering.*

	P-vrij	P-houdend
effluent (ongefiltreerd):		
CZV mg/l	53	54
NH <sub>4</sub> -N mg/l	< 1	< 1
NO <sub>3</sub> -N mg/l	31	33
P <sub>ortho</sub> mg/l	1,8	7,2
P <sub>ortho</sub> mg/l	1,7	7,2
slibaanwas gDS/gCZV <sub>verw.</sub>	0,5	0,5
P <sub>verw.</sub> % *	85	55
$\delta P/\delta CZV$ mg/g *	21	20

\* op basis van P<sub>ortho</sub> effl. en P<sub>ortho</sub> infl.

### Discussie

Uit het onderzoek naar de 'normale' fosfaatverwijdering bij verlaging van het fosfaatgehalte, is gebleken dat de verwijderde fosfaatvracht gelijk blijft bij verlaging van het influent fosfaatgehalte. Als gevolg hiervan stijgt het fosfaatverwijderingsrendement onder deze procesomstandigheden van 15% naar 24%. Op grond van de gelijkblijvende slib-aanwas kon dit resultaat verwacht worden. Deze resultaten zijn een bevestiging van onderzoek verricht in Zwitserland [7]. Bij het onderzoek naar het effect op de biologische defosfatering blijkt ook dat de biologische fosfaatverwijderingscapaciteit in beide gevallen gelijk is. Als gevolg daarvan wordt bij influent met een lager fosfaatgehalte een lagere effluent-

concentratie en een hoger verwijderingspercentage bereikt. Dit laatste neemt onder deze procesomstandigheden toe van 55 naar 85%. De extra fosfaatverwijderingscapaciteit door fosfaataccumulerende bacteriën wordt bepaald door de hoeveelheid aanwezige of te produceren vetzuren in het influent en is onafhankelijk van het influent fosfaatgehalte. Bij biologische defosfatering wordt bij verlaging van het influent fosfaatgehalte en dezelfde overige (proces)omstandigheden, een lager fosfaatgehalte in het effluent bereikt. Met andere woorden; bij een daling van het influent P-gehalte kan met een kortere anaërobie periode worden volstaan, om via biologische defosfatering hetzelfde resultaat (verwijderingspercentage of effluentgehalte) te bereiken. Nogmaals wordt benadrukt dat de mogelijkheden en het succes van biologische defosfatering ook van een aantal andere zaken afhankelijk is.

### Conclusies

Uit dit onderzoek blijkt dat invoering van fosfaatvrije wasmiddelen tot gevolg heeft:

- dat er een duidelijke daling van het fosfaatgehalte in het afvalwater van rwzi's opgetreden is;
- deze daling een stijging van de 'normale' biologische fosfaatverwijdering, uitgedrukt als percentage, op een rwzi tot gevolg heeft, géén stijging van de verwijderde fosfaatvracht;
- deze daling een gunstig effect heeft op het verwijderingspercentage bij biologische defosfatering, aangezien de verwijderde hoeveelheid fosfaat door fosfaataccumulerende bacteriën gelijk blijft.

### Literatuur

1. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DBW/RIZA (1988). *Effect en kostenconsequenties van defosfateringsmaatregelen in Nederland*. Studie in het kader van de werkgroep Actieplan Defosfateren.
2. Centraal Bureau voor de Statistiek (1985). *Waterkwaliteitsbeheer deel b: zuivering van afvalwater 1985*.
3. Mulder, J. W. (1988). *Biologische fosfaatverwijdering op een bestaande zuiveringsinstallatie van het conventionele type*. Rapport vakgroep Waterzuivering, LU Wageningen.
4. Janssen, P. M. J. (1988). *Biologische defosfatering op de rwzi's Bunnik en Bunschoten*. Rapport vakgroep Waterzuivering, LU Wageningen.
5. Hennink, M. e.a. (1988). *Onderzoek naar biologische defosfatering op bestaande Nederlandse rioolwaterzuiveringsinrichtingen*. Rapport STORA/vakgroep Waterzuivering, LU Wageningen.
6. Rensink, J. H. e.a. (1988). *Vergaande P- en N-verwijdering uit huishoudelijk afvalwater met terugwinning van fosfaat*. H<sub>2</sub>O (21) 1988, nr. 9.
7. Dalen, R. van (1988). *Involed P-loze wasmiddelen op het defosfateringsrendement*. Voordracht NVA-workshop 'technologische aspecten van het defosfateringsproces', Hilversum, okt. 1988.

## Jaarboek voor de Waterleiding 1990

Voor de vierentwintigste maal is het 'Jaarboek voor de Waterleiding in Nederland' verschenen. Dit jaarboek bevat voor de in de openbare watervoorziening geïnteresseerden alle naam- en adresgegevens van de VWN, VEWIN en KIWA. Het Jaarboek 1990 bevat (per ultimo oktober 1989) een lijst van alle KIWA-, VEWIN- en VWN-publikaties, een naamlijst van de leden van de commissies, zoals de studiecmissies en kwaliteitscommissies van het KIWA en van de VEWIN, waaronder de Regionale Inspectiegroepen.

In 90 groepen zijn de fabrieken ondergebracht, die gerechtigd zijn tot het voeren van het KIWA-garantiemerk op één of meer van hun produkten. Er is een uitvoerige opgave van de circa 60 waterleidingbedrijven met de omvang van hun watervoorzieningsgebieden en in een aparte, alfabetische lijst is de hardheid van het geleverde water per gemeente in graden Duits en in mmol/l aangegeven. Tevens is opgenomen een overzicht van het puntentarief voor het fysisch-chemisch en bacteriologisch wateronderzoek van de in KIWA-verband samenwerkende waterleidinglaboratoria.

Een adressenlijst van diverse instellingen die van belang zijn voor de waterleidingbedrijven en een naamregister waarin onder meer de leden van de VWN, besluit deze waterleidingpocket.

Het Jaarboek is verkrijgbaar door overmaking van f 37,50 (inclusief BTW) op gironummer 461934, ten name van VEWIN te Rijswijk, onder vermelding 'Jaarboek 1990'.

## Symposium over toxische effecten van stoffen op decompositie en mineralisatie

De Oecologische Kring en Nederlandse Vereniging voor Microbiologie organiseren een symposium over 'toxische effecten van stoffen op decompositie en mineralisatieprocessen', te houden op dinsdag 13 februari 1990. Het symposium zal plaatsvinden in het Gebouw van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen, Kloveniersburgwal 29 te Amsterdam, en begint om 9.45 uur. Op het programma staan onder meer de volgende voordrachten:

- 'Toxiciteitstoetsen voor bodemmicro-organismen', door J. W. Vonk (MT-TNO);
- 'Toxische effecten van stoffen op de mineralisatie van lage concentraties organische stoffen in bodem en onder-

grond', door P. van Beelen (RIVM);

- 'De effecten van zware metalen op microbiologische diversiteit en activiteit in de bodem', door P. Doelman (RIN);
- 'Effecten van xenobiotica op microbiologische zuiveringssystemen', door J. van der Velde (Haskoning) en J. F. de Kreuk (HASKONING resp. MTT);
- 'Toxische effecten van stoffen op bacteriepopulaties in de Rijn', door D. Tubbing (RIVM);
- 'Effecten van 'zure regen' op decompositieprocessen in bossen', door T. W. Kuyper ('Wijster');
- 'Effecten van stoffen op de door bodemdieren beïnvloede decompositie en mineralisatie van populierenblad', door J. van Wensem (TNO, VU).

Opgave van posters die gerelateerd zijn aan het onderwerp van het symposium kan tot 13 januari 1990.

Aanmelding vóór 4 februari 1990 door overmaking van f 38,50 op giro nr. 868229 ten name van J. E. Visser, Wolvegastraat 5, 6835 JJ Arnhem, tel. 085 - 23 21 27.

Bij geen gehoor mev. A. E. Bisseling-Visser, tel. 08819 - 7 26 79.

## Mr. Smit nieuwe directeur Unie van Waterschappen

Mr. C. Th. Smit is door het bestuur van de Unie van Waterschappen benoemd tot algemeen directeur van de Unie. De heer Smit (40) is nu secretaris van het Waterschap Zuiveringschap Limburg. Daarvoor was hij onder meer werkzaam bij de Ministeries van VROM en van V en W. De heer Smit was van 1978 tot 1986 lid van Provinciale Staten van Zuid-Holland voor D '66.

## Magnetische defosfatering

- Slot van pagina 5

een schaal van 50 m<sup>3</sup>/uur. De prestaties van deze installatie voldoen aan de ontwerpsspecificaties en vormen de basis voor het ontwerp van demonstratieinstallaties op praktijkschaal. Voor het restproduct zijn nuttige hergebruiksmogelijkheden geïdentificeerd, maar de afzet moet nog verder worden uitgewerkt. De kosten van magnetische defosfatering tot 90% P-reductie zijn in de orde van grootte van f 15,- tot f 24,- per i.e. en zijn afhankelijk van de capaciteit van de rwzi.

### Literatuur

- Velsen, A. F. M. van, Vos, G. van de en Reuver, J. L. de (1988). *Defosfatering door magnetische separatie*. H<sub>2</sub>O (21) 1988, nummer 15, p. 402.

