Pilot-plantervaring met vergaande biologische P- en N-eliminatie op de rwzi Eindhoven

Samenvatting
Omdat in de nabije toekomst de effluenten van rwzi's aan strenge fosfaat- en stikstofeisen moeten voldoen is door de GTD Oost-Brabant pilot-plantonderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden van vergaande biologische stikstof- en fosfaateliminatie met behulp van het Phostripproces, op de rwzi Eindhoven. De eerste voorwaarde is het voorkomen van licht slib. Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat een stabiele slib-volume index (100-150 ml/g) en P_{totaal}- en N_{totaal}-gehalten in het effluent van respectievelijk < 1 mg/l en < 10 mg/l bij de volgende procescondities kunnen worden bereikt: met een aërobe propstroomselector en inbouw van propstroming in de aëratietank, circa 12,5% slibretourstroombehandeling in het Phostripproces, slibbelasting 0,25-0,3 kg CZV/kg zs.d., 25-30% denitrificatieruimte en extra slibwaterrecirculatie.
Door dosering van 30 mg Acetaat/g zs in de stripperlijn kan de verblijftijd in de strippertank verkort worden tot minimaal 5 h. De extra totale slibproduktie door de behandeling van de fosfaatrijke stroom met ferrichloride bedraagt op gewichtsbasis 7,5%.

1. Inleiding

In het kader van het Rijn Actie Programma (RAP) en het Noordzee Actie Programma (NAP) zal vanaf 1995 elk beheersgebied een P-eliminatie van 75% of meer moeten hebben gerealiseerd. Rwzi's groter dan 100.000 i.e.'s worden verplicht een P_t-effluentconcentratie te creëren van 1 mg/l of lager. Het beleid voor de N-eliminatie wordt in Nederland op dezelfde leest geschoeid als het fosfaatbeleid. Hierin wordt op grond van de technische haalbaarheid een gefaseerde aanscherping van 75% per beheersgebied,

IR. J. KRUIT,
GTD Oost-Brabant

ING. L. J. A. M. JACOBS,
GTD Oost-Brabant

IR. T. W. M. WOUDA,
GTD Oost-Brabant

per 1998, voorgesteld. Dit zal betekenen, dat grote rwzi's zoals Eindhoven een gemiddelde effluentconcentratie per jaar van kleiner dan 10 mg N_t/l moeten behalen.
Ook in verband met het eventueel toekennen van een ecologische waarde aan de rivier De Dommel zal het in de toekomst noodzakelijk zijn rwzi Eindhoven aan bovenstaande effluenteisen aan te passen.

Er is bij het Waterschap De Dommel, voor nader onderzoek naar de mogelijkheden van P- en N-eliminatie, gekozen voor rwzi Eindhoven, omdat het effluent van deze zuivering bijdraagt tot respectievelijk 60% en 50% van de P- en N-vracht van het waterschap De Dommel. Het onderzoek is uitgevoerd door de GTD Oost-Brabant. Een *eerste* voorwaarde voor een stabiele P- en N-eliminatie is, dat de bezinkeigenschappen van het slib goed moeten zijn. Dit kan door introductie van contactzones (selectors) en compartimentering van de aëratietank (AT) worden verwezenlijkt [1]. Een goede vlokbelading van het retourslib en het creëren van een substraatgradiënt is hierbij van belang.

Voor het pilot-plantonderzoek is gekozen voor biologische defosfatering vanwege de te verwachten minder extra slibproduktie ten opzichte van chemische defosfatering. Voor rwzi Eindhoven komt het Phostripproces [4], gezien de CZV/N-verhouding < 10 en een relatief korte hydraulische verblijftijd van circa 4-5 uur, het meest in aanmerking.
Bij het Phostripproces bevindt de aërobe zone zich in de waterlijn en de anaërobe zone in de sliblijn. Het Phostripproces is niet voor 100% een biologisch proces, omdat de geconcentreerde fosfaatstroom met chemicaliën zoals $Ca(OH)_2$ of $FeCl_3$ wordt neergeslagen of met behulp van recente ontwikkelingen zoals korrelreactor of magnetische separatie kan worden behandeld. Naar gelang de verwerkingsmogelijkheden van het chemisch slib kan het apart of via de voorbezinktank worden verwerkt.
N-eliminatie kan volledig biologisch plaatsvinden, waarbij voorin de AT anaërobe zones moeten worden ingepast. Dit betekent in de praktijk meestal vergroting van de aëratieruimte (verlaging slibbelasting) en extra slibwaterrecirculatievoorzieningen.

2. Opzet van het onderzoek

Het onderzoekprogramma met de belangrijkste procescondities en processchema's zijn per fase weergegeven in tabel I. Het onderzoek is gestart in week 9 van 1989 en gestopt in week 30 van 1990. De waterlijn van de pilot-plant bestaat uit een voorbezinktank (V = 440 l), een beluchtingstank (V = 1.500 l), een nabezinktank met slibruimer (V = 700 l) en de nodige pompen en roerders. Beluchting geschiedt door fijnblazige bellenbeluchting.
Als selector wordt een rechthoekig vat met 4 tot 6 compartimenten gebruikt, waarin het slibmengsel door bellenbeluchting in suspensie wordt gehouden. De zuurstofverzadigingsconcentratie in één van de compartimenten van de aëratietank wordt met behulp van een zuurstofregelaar, gekoppeld aan een zuurstofelektrode en een (lucht)magneetklep, geregeld tussen 10 en 20%. De andere aërobe compartimenten worden continu belucht. Het zwevende-stofgehalte van het actief slib wordt gestuurd op 4 g/l.

De influentpomp draait continu met een vast debiet (aanvoer rwzi is ook vrijwel continu 20 h/24 h).
Tijdens de periode met regenweerdebiet (rwa) wordt een tweede influentpomp met een vast debiet gekoppeld aan de influentpompen van de rwzi, zodanig dat een verdubbeling van het influent wordt verkregen. Om slibuitspoeling uit de nabezinktank te voorkomen wordt tevens gebruik gemaakt van een extra retourslibpomp, die geschakeld is aan de rwa-pomp.
De Phostriplijn bestaat een strippertank met roerder en een indiktank, waarin het gestripte slib gescheiden wordt van het fosfaatrijke effluent. Voor versnelling van de fosfaatafgifte (release) kan Acetaat (Ac) gedoseerd worden.
Fosfaten worden met behulp van $Ca(OH)_2$ of $FeCl_3$ neergeslagen in een precipitatievaatje met roerder, met een verblijftijd van 1 minuut. De neerslag kan bezinken in een indiktank of in de voorbezinktank samen met het primair slib (integrale lijn).

Eén keer per week worden steekmonsters van actief, retour-en gestript slib op het P-gehalte onderzocht. Van de afloop VBT, effluent en afloop stripperlijn wordt elke week een 24-uursmonster genomen.
De routine-analyses die volgens de NEN-voorschriften worden uitgevoerd zijn: CZV, Nkj, NO_3-N, P_t en zs.

De temperatuur van het water in de AT en de O_2- concentratie in het tweede of vierde compartiment worden continu gemeten en geregistreerd met een recorder.
De pilot-plant wordt gevoed met afvalwater uit de zandvanger. De samenstelling van het voorbezonken afvalwater van de pilot-plant is weergegeven in tabel II.

3. Resultaten en discussie

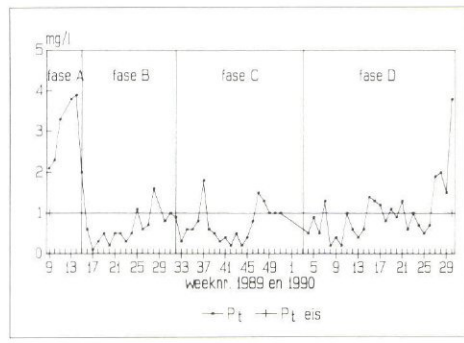
De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in de afbeeldingen 1 en 2. De twee grafieken van elke fase geven de effluentconcentraties van de belangrijkste parameters weer. Ter volledigheid wordt vermeld dat het CZV-rendement bij alle proefcondities 85-90% bedroeg.
Het zwevende-stofgehalte van het effluent is gemiddeld 5 mg/l. Range 2-18 mg/l).

Tabel II - *Samenstelling van het voorbezonken afvalwater.*

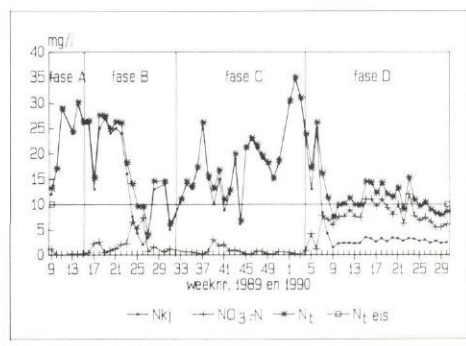
Parameters					
CZV	(mg/l)	280	Ca	(mg/l)	70
CZV/BZV		2-2,5	Mg	(mg/l)	8
NKj	(mg/l)	36	m-getal	(mmol/l)	5-8
NH_4-N	(mg/l)	25	K	(mg/l)	25
P_t	(mg/l)	7,2	Mn	(mg/l)	0,2
PO_4-P	(mg/l)	5	Fe	(mg/l)	2
z.s.	(-)	7,8	Vl. vetz.	(mg/l)	40
blijvende hardheid	(*D)	11			

* = 0

Fase A. Referentie waterlijn met selector
Het fosfaatverwijderingsrendement over de AT bedraagt 65%, wat vrij hoog is vergeleken met de rwzi, waar het rendement 50% is. Een onbelucht compartiment in de aëratietank blijkt de biologische fosfaatverwijdering te stimuleren. Dit resulteert in P_t-gehalten in effluent van 2 tot 3 mg/l. Dit fosfaat bestaat voor circa 85% uit orthofosfaat. Gedurende deze fase heeft geen nitrificatie plaatsgevonden, vanwege de hoge slibbelasting van 0,52 kg CZV/kg z.s. d. Deze hoge slibbelasting is een direct gevolg van de toegenomen inkomende vuillast en van de aanpassing van de procesvoering van de rwzi Eindhoven. Ook de vrij lage temperatuur van 10-15°C en de waarschijnlijk te korte beluchtingstijd hebben hun negatieve invloed op de nitrificatie.

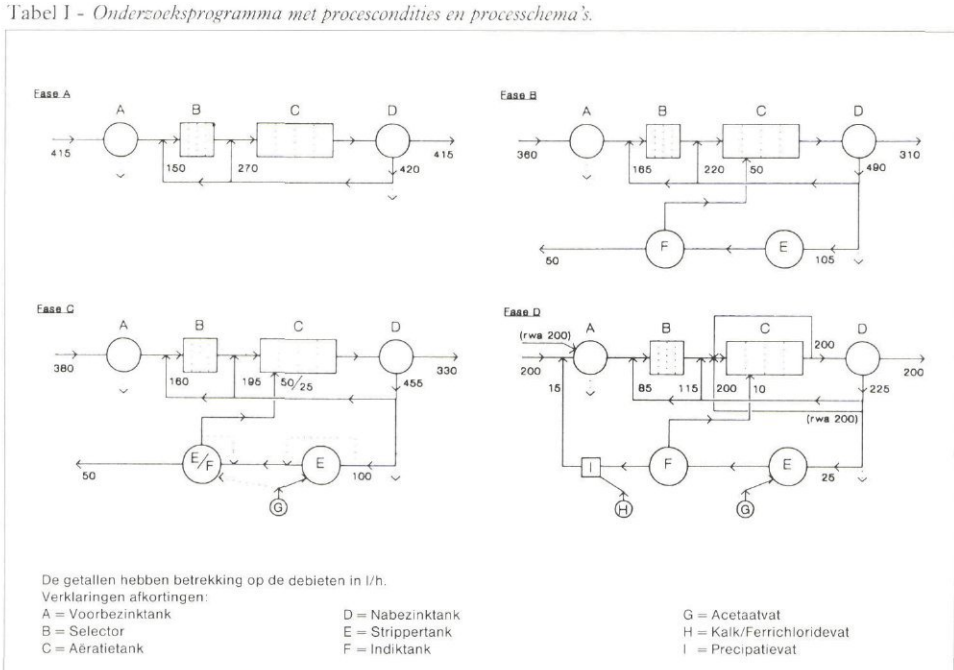


Afb. 1 - P-effluentconcentraties PP Eindhoven.



Afb. 2 - N-effluentconcentraties PP Eindhoven.

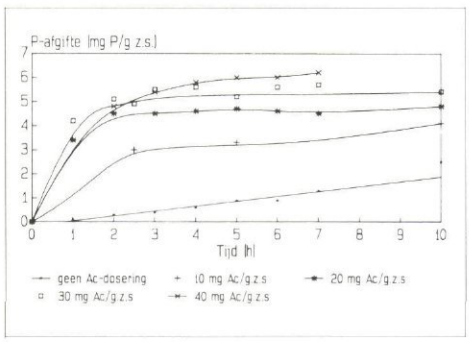
Tabel I - *Onderzoeksprogramma met procescondities en processchema's.*



Fase B. Introductie stripperlijn
Reeds vanaf het begin van de introductie van de stripperlijn is het fosfaatgehalte in het effluent drastisch gedaald tot gemiddeld 0,5-1 mg/l. Dit bestaat voornamelijk uit di- en trifosfaten en eventueel uit organisch P: het aandeel ortho-P is maar 35%. Het afloopwater van de stripperlijn bestaat voor 95% uit orthofosfaat, de P_t-concentratie bedraagt 15-20 mg/l.
Afgezien van enkele hoge waarden, veroorzaakt door hoge zwevende-stofgehalten, is het P_t-gehalte in effluent lager dan 1,0 mg/l.
In de stripperlijn wordt het slib ongeveer 3 mg P/g z.s afgestaan.
Door een aanpassing in de waterlijn is de slibbelasting aanzienlijk verlaagd, zodat nitrificatie is bewerkstelligd. Om de groei van de fosfaatbacterie *Acinetobacter* te stimuleren is later in deze fase de

Fase		A Referentie waterlijn met selector	B Introductie stripperlijn met nitrificatie	C Optimalisatie stripperlijn	D Integrale lijn met $FeCl_3$ dosering in stripperlijn en N-eliminatie
Contacttijd selector	(min)	21	24	23	42
Vlokbelading	(g CZV/kg zs)	125	85	115	115
Verblijftijd AT					
Aëroob	(h)	2,7	3,2→2,1	2,0→4,0	5,6
Anoxisch/Anaëroob	(h)	0,9	1,0→2,1	2,0→0	1,9
Slibbelasting[1]	(kg CZV/kg zs.d)	0,52	0,35→0,27	0,35→0,45	0,28
Temperatuur	(°C)	15	20	19→13	19
Percentage RS→stripperlijn	(%)	-	22	22→13	11
Percentage overloop t.o.v. influent	(%)	-	15	13→7	8
Verblijftijden stripperlijn					
Strippertank	(h)	-	17→8	8→5	7
Indiktank	(h)	-	11	11→4	8[2]
Doseringen stripperlijn					
Acetaat	(mg Ac/g zs)	-	-	35	38
Ferrichloride	(g Fe/g P)	-	-	-	2,5

[1] Exclusief CZV-acetaat; 0,06-0,09 bij C, 0,03 bij D.
[2] Vanwege technische inpasbaarheid grotere verblijftijd



Afb. 3 - P-release bij verschillende NaAc-doseringen. Geen nitraat aanwezig.

anaërobe ruimte in de AT vergroot door in een kleiner deel te beluchten. Dit ging echter weer ten koste van de nitrificatie.

Fase C. Optimalisatie stripperlijn
Uit batchexperimenten, met het slib uit fase B en C, is gebleken dat de strippertijd tot acceptabele waarden van circa 5 h kan worden verkort als 30 mg acetaat/g z.s. in de strippertank wordt gedoseerd.
De resultaten van de pilot-plant bevestigen dit. In afb. 3 zijn de resultaten van de batchexperimenten samengevat.

Uit afb. 3 blijkt dat bij een hogere dosering dan 30 mg Ac/g z.s. niet of nauwelijks meer fosfaat wordt afgegeven. Dosering van supernatant van primair slib geeft dezelfde resultaten.
Uit verdere experimenten blijkt dat, bij een dosering van 30 mg Ac/g z.s., NO_3-N doseringen met gehalten < 30 mg/l geen negatief effect heeft op de P-release. In de praktijk echter zal bij het streven naar vergaande N-eliminatie deze hoge gehalten aan nitraat niet voorkomen.
Het P_t-gehalte in het effluent is steeds lager geweest dan de grenswaarde van 1 mg/l, met uitzondering van week 37 toen de acetaat-dosering stagneerde.
Na circa 2,5 keer de slibleeftijd is sprake van een goed defosfaterende populatie.
Bij vermindering van de behandelde slibstroom (22 –> 13%), in week 46, worden na een instelperiode van circa 3 weken ook lage P_t-gehalten bereikt van circa 1 mg/l.

Dit is als volgt te verklaren:
Het slib heeft een bepaalde maximale opnamecapaciteit voor fosfaat. Deze wordt onder andere bepaald door de samenstelling van het slib en de fysieke gesteldheid van het slib. Wanneer deze maximale capaciteit niet volledig wordt benut, zal er nagenoeg volledige fosfaatopname plaatsvinden.
De combinatie van een gehalveerde stroom en een hoger fosfaatgehalte in het slib resulteert in bijna een verdubbeling van de fosfaatconcentratie in het overloopwater van de stripperlijn. Er is sprake van een oplaadeffect. Het P_t-gehalte van het slib in de stripperlijn daalt van 33 naar 26 mg/g z.s. In plaats van 4 wordt circa 7 mg P/g z.s. afgestaan.
Ook is onderzocht of het mogelijk is het strippen van het fosfaat en het scheiden van het slibwatermengsel te combineren in één tank, al dan niet met recirculatie over deze tank. De resultaten van dit onderzoek zijn samengevat in tabel III. De gehalten zijn ontleend van de wekelijkse bemonsteringen.
Hieruit blijkt dat een gecombineerde tank, zonder voldoende recirculatie met een verblijftijd van 11 uur niet tot het gewenste resultaat leidt. Het hoge gehalte aan fosfaat in het filtraat van het gestripte slib duidt erop dat het afgegeven fosfaat rond de slibvlok blijft 'hangen'.

Er is geen ideale menging zodat het fosfaat slecht wordt uitgewassen. Tevens treedt een oplaadeffect van totaal fosfaat op in het actief slib (stijging P-gehalte van 26 naar 33 mg P/g z.s.), wat duidt op een netto geringere afgifte in de gecombineerde stripperindiktank. Als de recirculatie over deze tank tot 100 l/h wordt opgevoerd, worden betere resultaten verkregen.

Uit het oogpunt van bedrijfszekerheid is het 'concept' gecombineerde stripper/indiktank verlaten en weer gebruik gemaakt van twee aparte tanks, te meer daar door de hoge recirculatieverhouding schuim en drijflagen zijn geconstateerd, die de kwaliteit van het fosfaatrijke effluent nadelig beïnvloeden als tot verdere behandeling zou worden overgegaan.

De nitrificatie is in de loop van deze fase verslechterd. Als oorzaken kunnen worden genoemd:

Tabel III - *Samenvatting van onderzoek met betrekking tot gecombineerde stripper en indiktank.*

	Fosfaatgehalten (mg/l)		
	Filtraat gestript slib	Effluent (= afloop indikker)	Quotiënt
	1	2	3
aparte tanks	23	21	1,1
	32	19	1,7
	28	22	1,3
	23	15	1,5
één tank geen recirc.	67	6,6	10
	36	7,3	4,9
	54	8,9	6,1
één tank recirc. 50 l/h	49	18	2,7
één tank recirc.100 l/h	10	13	0,8
	25	18	1,4

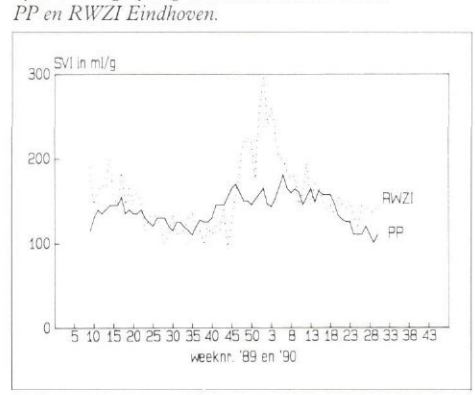
- de hoge slibbelasting door de acetaatdosering;
- de kortere beluchtingstijd in de AT ten opzichte van fase B;
- de afnemende temperatuur in het najaar.

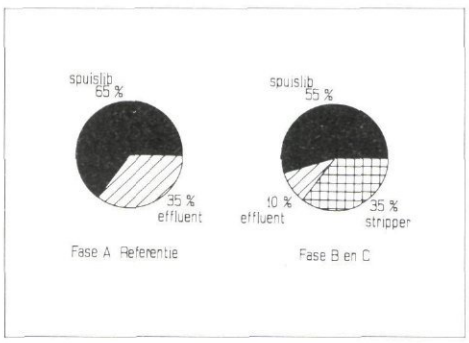
Fase D. Integrale lijn met ferrichloride dosering in de stripperlijn en vergaande N-eliminatie
Om te kunnen voldoen aan de toekomstige vergaande stikstofeis is de slibbelasting verlaagd en hierdoor is de hydraulische verblijftijd verlengd van 4 naar 7,5 uur. Tevens is een extra recirculatiefactor van 1 over de aëratietank aangebracht. In de eerste opzet is de fosfaatrijke stroom van de stripperlijn (40 mg P_t/ l) geprecipiteerd met behulp van gebluste kalk. Bij dosering van 2-3 g Ca/g P, is de extra slibproduktie ongeveer 25% ten opzichte van een secundaire spuislibproduktie van 0,4 kg z.s./kg Δ CZV. Zodoende is daarna gebruik gemaakt van ferrichloride.
De P_t-effluentconcentratie blijft ondanks dwa/rwa-condities (factor 2), vanaf week 17, gemiddeld 0,9 mg/l. De buffercapaciteit van het slib zorgt ervoor dat meer aangevoerde fosfaat niet in het effluent tot uitdrukking komt. Na week 26 van 1990 is de stripperlijn verwijderd. De P_t-effluentconcentratie is na 4 weken weer op het normale niveau van 3-4 mg/l.
Bij een slibbelasting van 0,25-0,30 kg CZV/kg z.s. d, 25-30% denitrificatieruimte en een totale recirculatiefactor van 2 is het nitri- en denitrificatierendement respectievelijk 92 en 75%. N_t-effluentconcentraties < 10 mg/l zijn haalbaar.

4. Evaluatie

Slibbezinking
De slibvolume-index (SVI) van de pilotplant is vrij stabiel gebleven. De SVI varieert van 110 tot 150 ml/g. Om de efficiëntie van de selector te beoordelen zijn in afb. 4 het verloop van de wekelijks gemiddelde SVI van de pilot-plant en de

Afb. 4 - Vergelijking van de slibvolume-index. PP en RWZI Eindhoven.





Afb. 5 - P-balansen.

referentiesectie van rwzi met elkaar vergeleken.

Het verloop van de SVI in de pilot-plant is duidelijk minder fluctuerend dan de SVI van de rwzi. De slibcategorie (methode Eikelboom is 2 tegen 3 van de rwzi.
Het kwalitatieve beeld bestaat voornamelijk uit *Microthrix Farvicella* en type 092. *Acinetobacter* wordt pas bij acetaatdosering in de stripperlijn in redelijke hoeveelheden waargenomen.
Ondanks het feit dat de SVI en de slibcategorie niet spectaculair zijn gedaald, is de stabiliteit van de SVI door introductie van een selector verbeterd..
Extra recirculatie van slibwater voor de denitrificatie blijkt de slibbezinkingseigenschappen nadelig te beïnvloeden. Daarom is na deze constatering de contacttijd in de selector verlengd van ca. 20 naar 40 minuten.

Fosfaat
Een samenvatting van de fosfaatbalansen is gegeven in afb. 5; hierbij zijn de balansen kloppend gemaakt door de resterende P-hoeveelheid te beschouwen als een hoeveelheid die is verwijderd met het spuislib. Tevens is de balans voor de referentie-fase weergegeven.
Het blijkt dat 35% van de inkomende P-vracht via de stripperlijn en 55% via het spuislib verdwijnt. Circa 10% verlaat de pilot-plant met het effluent, wat resulteert in P_t- gehalten in effluent van 0,5 tot 1,0 mg/l.
De invloed van de temperatuur op de uptake- en releasesnelheid van fosfaat is niet waargenomen (traject 8-23°C).
Bij dit onderzoek is vanwege praktische redenen gespuid uit de nabezinktank. Als zou worden gespuid uit de stripperlijn dan zou circa 5% meer fosfaat met het Phostripproces kunnen worden verwijderd.

Ontwerp-richtlijnen voor dimensionering van de stripperlijn
Met behulp van het gewenste extra te verwijderen fosfaat, en de maximale fosfaat-release in de stripperlijn is het mogelijk de te behandelen slibretourstroom voor het Phostripproces te berekenen. Bij deze berekening wordt uitgegaan van een 'black-box' benadering zodat interne fosfaatstromen op een rwzi niet van belang zijn.
De te behandelen slibretourdebiet (Q_s) kan met de gewenste verhouding Q_{os}/Q_s (aan te bevelen verhouding: 2/3) volgens onderstaande formule worden berekend.

$$Q_{os} = \frac{100 \times 0_i[P_{e,n}-P_{e,e}]}{nP_{release,max}\ zs_{rs}}$$

Waarin:

Q_{os}	=	het te behandelen fosfaatrijk overloopdebiet van het Phostripproces (m^3/h)
n	=	rendement fosfaat-behandeling overloop-debiet (%)
Q_i	=	influentdebiet (m^3/h)
$P_{e,n}$	=	actuele fosfaat-effluent-concentratie (kg/m^3)
$P_{e,e}$	=	vereiste fosfaat-effluent-concentratie (kg/m^3)
$P_{release,max}$	=	maximale fosfaatrelease in strippertank (kg P/kg zs)
	=	f[tijd(h), acetaatdosering (g/kg zs)]; een Monod-achtige vergelijking die empirisch kan worden vastgesteld, middels batch-proeven
zs_{rs}	=	zwevende-stofgehalte retour-slib (kg/m^3)

De P-releasesnelheid bepaalt de minimale strippertijd en dus het volume van de strippertank. Het volume van de indikker in de stripperlijn is afhankelijk van de gewenste kwaliteit van het te behandelende overloopwater.
Een minimale verblijftijd van 4-5 uur lijkt aan te bevelen.

Extra slibproduktie
Bij een dosering van 2,5 kg g Fe/g P wordt ten opzichte van secundaire slibproduktie ongeveer 15% extra slib gevormd, dat voor 50% uit ferrifosfaat en voor 30% uit ferrihydroxyde bestaat.
De extra slibproduktie ten opzichte van de totale slibproduktie is 7,5%. De ijzerdosering kan verder geoptimaliseerd worden, gezien het grote aandeel van laatstgenoemde stof. Dit duidt op een overmaat aan Fe. ($B = 1.7$). Laboratoriumexperimenten wijzen uit dat kan worden volstaan met een B van < 1.

Extra spuislibproduktie ten gevolge van acetaatdosering is niet aangetoond. Theoretisch zal dit 5-10% ten opzichte van de secundaire slibproduktie kunnen bedragen. De yield-coëfficiënt van acetaat is waarschijnlijk zeer gering.

5. Conclusies
Voor de rwzi Eindhoven gelden de volgende conclusies:

1. Door introductie van het Phostripproces en behandeling van circa 12,5% van de slibretourstroom zijn P_t-effluentgehalten van < 1 mg/l haalbaar. RWA-condities hebben geen negatieve invloed op de effluentconcentratie. Ongeveer 35% van de P-influentvracht kan via de stripperlijn worden verwijderd.
2. Dosering van circa 30 mg acetaat/g z.s. stimuleert de groei van defosfaterende bacteriën. De P-releasesnelheid neemt toe, zodat de strippertijd kan worden teruggebracht van 18 h tot minimaal 5 h. De P-release is onafhankelijk van de temperatuur in het traject 8-23 °C.
3. Een gescheiden stripper en indikker in de stripperlijn functioneert beter dan een gecombineerde tank.
4. De extra totale slibproduktie ten door de fosfaatbehandeling bedraagt met kalk 12,5% en $FeCl_3$ 7,5%.
5. Een goede nitrificatie/denitrificatie is mogelijk bij een slibbelasting van 0,25-0,30 kg CZV/kg z.s. d (HVT is 7,5 h), een anaërobe ruimte van 25-30% van de totale aëratietank en een slibrecirculatiefactor van 2. N_t-gehalten van < 10 mg/l in het effluent zijn haalbaar.
6. Introductie van een selector en van een compartimentering in de aëratietank bewerkstelligt een goede stabiele SVI; 110-150 ml/g.

6. Nawoord
Op basis van de resultaten van de pilotplant zal in 1991 een gedeelte van de rwzi (7.500 i.e.) worden gemodificeerd met het Phostripproces. Omdat de inkomende fosfaatvracht drastisch is afgenomen, wordt ook een simultaan-defosfateringsproef op een referentiestraat uitgevoerd. Een half jaar praktijkervaring zal moeten uitwijzen of vergaande P- en N-verwijdering volgens het Phostripproces en de biologische stikstofverwijdering op de rwzi Eindhoven, technisch inpasbaar en financieel haalbaar is.

7. Verantwoording
Dit onderzoek is onder meer mogelijk gemaakt door een participatiebijdrage van het RIZA in het kader van het RWZI 2000 project.
De stagiairs ir. Rieke Holtvoort, Paul Verbeek, Gaston van de Klok en Ronny Faassen leverden een bijdrage aan het project.

Literatuurlijst
1. Anonymus. *Handboek voorkomen en bestrijden van licht slib.* Stora-rapport 85-03.
2. Hennink, M., Rensink, J. H. (1988). *Onderzoek naar biologische defosfatering en bestaande Nederlandse zuiveringsinrichtingen.* Rapport Vakgroep Waterzuivering LUW.
3. Jansen, P. J. M. (1988). *Biologische defosfatering op de rwzi's Bunnik en Bunschoten.* Rapport Vakgroep Waterzuivering LUW.
4. Levin, G. V., Sala, U. D. (1987). *Phostripproces, a viable answer to eutrophication of lakes and coastal sea waters in Italy.* IAWPRC, Rome.
5. Rensink, J. H. *Vergaande P- en N-verwijdering uit huishoudelijk afvalwater met terugwinning van fosfaat.* H_2O, nummer 9, 1998, p. 240-242.
6. Schönberger, R., Hegemann, W. *Biological phosphorus removal with and without sidestream precipitation.* IAWPRC Conf. Rome 1987, p. 165-167.
7. Wanner, J., Ottawa, V. en Grau, P. *Effect of an anaerobic zone on settleability of activated sludge.* In AIAWPRC congress Biological Phosphate removal from wastewaters. Rome 28-30 sept. 1987, p. 155-164.
8. Witteveen en Bos (1989). *DBW/RIZA, knelpunten bij invoering van defosfatering.*
9. Wouda, T., Kruit, J., Jacobs L. *Proefinstallatie verwijdert fosfaat in stripperlijn.* Milieutechniek nr. 11, 1989, p. 105-107.

• • •

Miljardenakkoord EG over zuivering afvalwater

De EG-ministers voor milieuzaken hebben half maart in Brussel een akkoord bereikt over de zuivering van het afvalwater in de twaalf EG-lidstaten. Dat zal in de loop van de jaren zeker veertig miljard ecu (ruim 93 miljard gulden) aan investeringen vergen.

Het akkoord houdt in dat alle huishoudelijk en industrieel afvalwater in de Gemeenschap behandeld moet worden voordat het geloosd wordt in de rivieren en kustwateren van de EG. Afvalwaterbehandeling is nog lang niet overal normaal. Naar schatting 160 tot 200 miljoen Europeanen van de in totaal 340 miljoen leven nog in gebieden waar gebruikt water wordt geloosd zonder dat het gezuiverd is.

Er moeten op veel plaatsen rioleringssystemen worden aangelegd en zuiveringsinstallaties worden gebouwd voordat er voldaan is aan de nieuwe normen. Dat kost miljarden guldens. Vóór 30 juni 1993 moeten de EG-lidstaten plannen gereed hebben voor het bouwen van rioleringssystemen en zuiveringsinstallaties. Die installaties moeten aangelegd zijn voor eind 1998. Dat geldt voor steden boven de 10.000 inwoners die liggen in zogeheten gevoelige gebieden, dat wil zeggen waar het ecologische systeem nu al zeer kwetsbaar is.

In de minder kwetsbare gebieden van de Gemeenschap moeten steden met meer dan 10.000 inwoners pas in het jaar 2005 aan de nieuwe eisen voldoen. Voor steden met meer dan 150.00 inwoners geldt dat ze, waar ze ook liggen, aan de strengste eisen moeten voldoen. Dat wil zeggen dat ze eind 1998 over de nodige installaties moeten beschikken.
Er is een uitzondering gemaakt voor de Portugese hoofdstad Lissabon. Daar zijn vrijwel geen zuiveringsinstallaties voorhanden. Afvalwater wordt daar geloosd op de Atlantische oceaan en men neemt aan dat het zelfreinigend vermogen van de oceaan het bouwen van zuiveringsinstallaties voorlopig onnodig maakt.

De richtlijn die door de ministers is aangenomen stelt dus minimumeisen voor de zuivering van stedelijk afvalwater.
Ze bevat ook bepalingen voor het verwijderen van slib. Verder bevat ze bepalingen over biologisch afbreekbaar industrieel afvalwater.
In de richtlijn staat verder dat er een regelgevend comité zal worden opgericht dat nadere details moet vaststellen.
De EG-lidstaten moeten nationale programma's maken en ze moeten uitmaken wat kwetsbare en minder kwetsbare gebieden zijn. Volgens de Nederlandse minister voor milieuzaken, Hans Alders, wordt het gehele Nederlandse grondgebied als kwetsbaar gebied beschouwd.

In de zogeheten kwetsbare gebieden gelden nog strengere normen. Daar moet het afvalwater nog eens extra behandeld worden om er nitraten en fosfaten uit te halen.
Verder hebben alle EG-lidstaten zich nu gebonden aan de afspraken die de Noordzeestaten vorig jaar gemaakt hebben.
Die houden in dat er eind 1998 geen slib meer in de Noordzee gestort mag worden dat verkregen is na de zuivering van afvalwater. (ANP)

Tweede Kamer eens met niet inpolderen Markerwaard

De Tweede Kamer staat unaniem achter het kabinetsbesluit om de zogeheten kleine Markerwaard niet in te polderen. Dat bleek begin maart tijdens een mondeling overleg met minister Maij (Verkeer en Waterstaat).
Het kabinet besloot af te zien van inpoldering van een gebied van 23.000 ha in het Markermeer omdat aan extra landbouwgrond of aan meer ruimte voor Schiphol in dit gebied momenteel geen behoefte bestaat.
Bovendien kwam de ministerraad na bestudering van de verkiezingsprogramma's tot de conclusie dat voor een dergelijke inpoldering toch geen politiek draagvlak zou bestaan, zo liet Maij weten. In plaats van de inpoldering komt nu een beheersplan voor het hele IJsselmeer, waarin de nadruk zal liggen op ecologie en recreatie.

De Kamer is het eens met die keuze, al had het CDA liever gezien dat het principe-besluit tot inpoldering gehandhaafd zou worden. Deze fractie voorziet namelijk dat aanleg van de Markerwaard binnen tien jaar toch nodig kan blijken, gezien de toenemende bevolkingsdichtheid. Volgens Maij kan een toekomstig kabinet echter op ieder gewenst moment opnieuw tot inpoldering besluiten.
De Kamer ging eveneens akkoord met nieuw uitstel van versterking van de rivierdijken. Die zou aanvankelijk in 1998 gereed zijn, maar kan nu pas in 2008 geheel voltooid worden, waarbij het zelfs niet helemaal vast staat dat die datum wordt gehaald.
Tot dusver heeft de dijkversterking, waarvan de totale kosten van ruim 2 miljard gulden volgens de jongste ramingen weer 200 miljoen gulden hoger uitvallen, de hoogste prioriteit gehad, aldus Maij.

Nieuwe financiële inspanningen behoren niet meer tot de mogelijkheden, omdat in de begroting van Verkeer en Waterstaat na de bezuinigingen wegens de Tussenbalans geen enkele rek meer zit, zo stelde ze.
Maij beloofde de Kamer verder binnenkort uitvoerig in te gaan op een onderzoek van de amateur-historicus J. Bervaes, waarin wordt gesteld dat dijkverhogingen langs rivieren overbodig zijn, omdat overstromingen in het verleden altijd het gevolg waren van ijsdammen en de daardoor ontstane stuwmeren. Ook de nieuwe dijkversterkingen zouden daartegen geen bescherming bieden.

De minister liet alvast weten grote vraagtekens te plaatsen bij dit onderzoek. Volgens haar zijn na 1870 geen overstromingen als gevolg van ijsdammen meer voorgekomen. De lozing van warm industriewater op de rivieren maakt de kans op het ontstaan ervan 'zeer, zeer klein', aldus Maij. (ANP)