



Jeffrey den Elzen, Hoogheemraadschap van Rijnland  
Arjen van Nieuwenhuijzen, Witteveen+Bos  
Wilbert Menkveld, Witteveen+Bos  
Cora Uijterlinde, STOWA

# Onderzoek zandfiltratie Rijnland leidt tot forse kostenbesparing

**Begin april verscheen het STOWA-rapport 'Demonstratieonderzoek aanvullende zuiveringstechnieken op de rwzi Leiden-Zuidwest fase I: vergaande nutriëntenverwijdering'. Dit artikel beschrijft de eerste belangrijkste resultaten van dit demonstratieonderzoek, dat vorig jaar werd uitgevoerd. De centrale vraagstelling in de eerste fase was of de streefwaarden voor stikstof ( $< 2,2 \text{ mg N}_{\text{totaal}}/\text{l}$ ) en fosfaat ( $< 0,15 \text{ mg P}_{\text{totaal}}/\text{l}$ ) kunnen worden bereikt in één gecombineerd denitrificerend en fosfaatverwijderend filter of dat twee aparte in seriegeschakelde filters (één voor denitrificatie en één voor fosfaatverwijdering) noodzakelijk zijn?**

De in december 2000 geëffectueerde Kaderrichtlijn Water, waarin onder meer vereist wordt dat oppervlaktewater in 2015 een ecologisch en chemisch 'goede' kwaliteit heeft bereikt, noemt een aantal prioritair (gevaarlijke) stoffen waarvan de belasting (onder andere via rwzi-effluent) dient te worden gereduceerd. Hierbij wordt benadrukt dat de kwaliteitseisen vanuit de KRW betrekking hebben op oppervlaktewater en niet op rwzi-effluent. Om in te spelen op de mogelijke afwenteling van maatregelen naar de rwzi's heeft de STOWA in het verleden beloftevollere zuiveringstechnieken geïdentificeerd en beschreven. De basis daarvoor is gelegd in het in 2005 verschenen STOWA-rapport 'Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW', waarin een overzicht is opgenomen van zuiveringstechnieken die kunnen worden ingezet om de emissie van schadelijke stoffen naar het oppervlaktewater via het effluent van rwzi's verder terug te dringen. Een groot aandeel van de beschikbare kennis en ervaring omtrent deze technieken is gebaseerd op resultaten afgeleid uit andere toepassingen, zoals de drinkwaterbereiding of industriële afvalwaterbehandeling. Ervaring met toepassing op communale effluent is nog maar beperkt aanwezig.

Het Hoogheemraadschap van Rijnland streeft naar een verdergaande vermindering van de nutriëntenbelasting van het ontvangende oppervlaktewater. Rijnland was één van de eerste hoogheemraadschappen in Nederland dat anticipeerde op mogelijke toekomstige veranderingen van lozingsseisen als gevolg van de KRW. Reeds in 2004 zijn ontwerpactiviteiten gestart om dit jaar op meerdere rwzi's

effluentfiltratie voor vergaande stikstof- en/of fosfaatverwijdering te realiseren. De aanwezige kennisleemten omtrent de toe te passen zuiveringstechnieken en de ambitie voor een verdergaande verbetering van het effluent was voor het Hoogheemraadschap van Rijnland een directe aanleiding om nader praktijkonderzoek te starten. In nauwe afstemming met STOWA is in 2006 een demonstratie-installatie gebouwd en opgestart op de rwzi Leiden-Zuidwest met als doel de verschillende zuiveringsscenario's gedurende een aantal jaren te onderzoeken. Het onderzoek wordt financieel ondersteund door de Europese Unie in de vorm van een LIFE-subsidie.

## Demonstratie-installatie rwzi Leiden-Zuidwest

De rwzi Leiden-Zuidwest is representatief voor een goed werkende zuiveringsinstallatie in Nederland (zie de rwzi-top 50 in het STOWA-rapport 'Grenzen van het actief-

slibproces') en ontworpen met het oog op verdergaande stikstof- en fosfaatverwijdering ( $\text{N}_{\text{totaal}} < 10 \text{ mg/l}$  en  $\text{P}_{\text{totaal}} < 1 \text{ mg/l}$ ). De rwzi Leiden-Zuidwest heeft een capaciteit van 126.000 i.e. en is ontworpen als een ultralaag belast systeem met voordenenitrificatie en volledige 'simultane' chemische fosfaatverwijdering. Momenteel is de zuiveringsinstallatie volledig belast, zowel hydraulisch als qua vuilvracht. De installatie bestaat uit twee identieke (ronde) straten.

De keuze voor de toepasbare techniek of combinatie van technieken is in eerste instantie bepaald door de gewenste waterkwaliteit en de gewenste verwijderingsrendementen per component. Daarnaast moeten technieken in 2009 op praktijkschaal toepasbaar zijn, in staat zijn grote debieten te behandelen en bij voorkeur een breed spectrum van stoffen te verwijderen. De toegepaste zuiveringstechnieken in de demonstratie-installaties op de rwzi Leiden-

De rioolwaterzuiveringsinstallatie Leiden-Zuidwest.



Zuidwest zijn gebaseerd op de 'kleinste' complete uitvoering.

De demonstratie-installatie bestaat uit twee parallelle onderzoeksstraten (A en B), die onderling in serie of kruislings met elkaar kunnen worden gecombineerd. Door deze combinatie kunnen alle voorgestelde KRW-scenario's uit het STOWA-rapport 'Verkenningen zuiveringstechnologie en KRW' onderzocht worden.

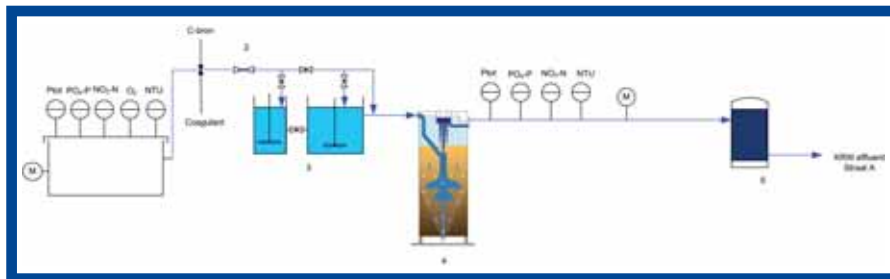
Een deelstroom van het afloopwater van de nabezinktanks van de rwzi Leiden-Zuidwest is met een (3 mm) grofrooster gezeefd en verzameld in een continu doorstroomde buffertank waarin online de concentraties voor  $P_{\text{totaal}}$ ,  $PO_4\text{-P}$ ,  $NO_x\text{-N}$ , de troebelheid en het zuurstofgehalte zijn gemeten. Op basis hiervan zijn de dosering van methanol en coagulant in de onderzoekstraten A en B gestuurd. Voor methanol is dit gebeurd op basis van ingestelde verhoudingen ten opzichte van de  $NO_x\text{-N}$ -concentratie en het zuurstofgehalte in combinatie met het debiet. De coagulantdosering is gestuurd op basis van de  $PO_4\text{-P}$ -meting in combinatie met het debiet. Vanuit de buffertank zijn de onderzoekstraten A en B gevoed.

### Onderzoeksstraat A: éénfilterconcept

Straat A is ontworpen om stikstof en fosfaat te verwijderen in één continu zandfilter. Een processchema van onderzoekstraat A is weergegeven in afbeelding 1. De initiële menging van coagulant (en koolstofbron) gebeurt met behulp van een regelbare schuifafsluiter (zie nummer 2 in afbeelding 1), waarmee de initiële mengenergie op een gewenste waarde kan worden ingesteld bij verschillende debieten. Hierbij kan voor de vlokvorming al dan niet een vlokvormingsruimte<sup>3)</sup> worden voorgeschakeld. Zowel de verblijftijd als de mengenergie in de vlokvormingsruimte is instelbaar van respectievelijk 0-15 minuten en  $40\text{-}200\text{ s}^{-1}$ . Vanuit de vlokvormingsruimte (zie foto) wordt het denitrificerende continue filter<sup>4)</sup> met een oppervlak van drie vierkante meter en een zandbedhoogte van twee meter (bestaande uit kwartszand, nominale korrel diameter van 1,2 à 2 millimeter) gevoed met gecoaguleerd afloopwater van de nabezinktanks. De maximale hydraulische capaciteit van het zandfilter bedraagt 75 kubieke meter per uur. Het filtraat van dit continu zandfilter kan worden verpompt naar één van twee identieke actiefkoolfilters met een volume van twee kubieke meter en een bedhoogte van twee meter (zie nummer 5 in afbeelding 1). De maximale hydraulische capaciteit van de actiefkoolfilters bedraagt tien kubieke meter per uur.

### Onderzoeksstraat B: tweefilterconcept

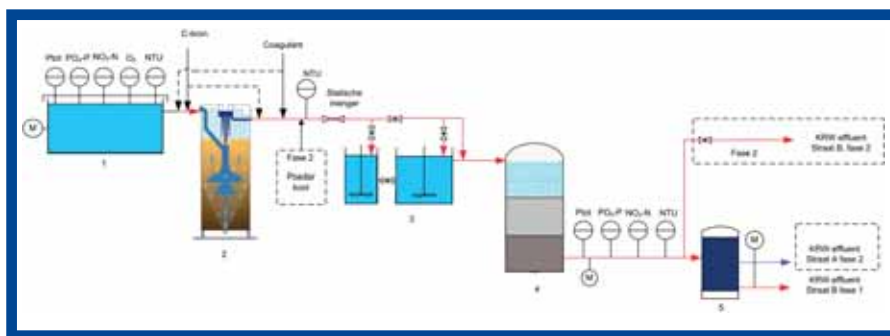
Straat B is ontworpen om met één continu filter (met methanoldosering) stikstof te verwijderen, gevolgd door fosfaatverwijdering via vastbedfiltratie (zie afbeelding 2). Vanuit de buffertank (1) wordt na koolstofbrondosering het denitrificerende continu filter (2) gevoed. Dit filter is identiek aan het filter in onderzoekstraat A. Het filtraat van dit zandfilter wordt verpompt naar de vlokvor-



Afb. 1: Processchema onderzoekstraat A.



Vlokvormingstank (zwarte tank) en continu zandfilter in onderzoekstraat A (links) en vastbedfilter in onderzoekstraat B (rechts).



Afb. 2: Processchema onderzoekstraat B.

mingstanks (3). De menging van coagulant gebeurt met behulp van een statische menger. Voorafgaande aan het vastbedfilter (4) (zie foto) kan voor de vlokvorming al dan niet een vlokvormingsruimte (3) worden gebruikt. Zowel de verblijftijd als de mengenergie in de vlokvormingsruimte is instelbaar van respectievelijk 0 à 15 minuten en  $40\text{ à }200\text{ s}^{-1}$ . Vanuit de vlokvormingsruimte wordt het vastbedfilter met een effectief oppervlak van drie vierkante meter gevoed. Het vastbedfilterbed met een totale hoogte van anderhalve meter bestaat uit een 600 millimeter antracietbedlaag met een nominale korrel diameter van twee tot vier millimeter (later 1,4 à 2 millimeter) en een 900

millimeter kwartszandbed met een nominale korrel diameter van 1,5 à 2,25 millimeter (later 0,7 à 1,25 millimeter). Het filtraat van het vastbedfilter wordt gevoed aan één van twee identieke actiefkoolfilters met een volume van twee kubieke meter en een bedhoogte van twee meter (5).

### Resultaten

#### Onderzoeksstraat A: éénfilterconcept

De algemene zuiveringsprestaties met het éénfilterconcept in onderzoekstraat A zijn over een representatieve onderzoeksperiode tussen 1 april 2007 tot en met 1 november 2007 op basis van twaalf geanalyseerde 24 uren-mengmonsters gepresenteerd in tabel 1.

De stikstofverwijdering in het continue filter van het éénfilterconcept verliep na opstart voorspoedig (binnen vier weken). Op basis van online-metingen is het NO<sub>x</sub>-N-verwijderingsrendement over het continue filter A vastgesteld op gemiddeld 80 procent bij een gemiddelde methanoldosering van 3,5 kg methanol/kg NO<sub>x</sub>-N.

In afbeelding 3 is de haalbare NO<sub>x</sub>-N-concentratie uitgezet op de y-as tegen de ingaande nitraatconcentratie (op de x-as) van het continue filter in het éénfilterconcept. Per twee kolommen geeft de eerste kolom de nitraatconcentratie in de afloop van de nabezinktanks weer en de tweede kolom representeert de (gecorrigeerde) nitraatconcentratie op basis van online-metingen in het filtraat van het continue filter. De hogere nitraatwaarden (> 3 mg/l) zijn bereikt door dosering van nitraat gedurende een bepaalde onderzoeksperiode.

Aangetoond is dat ook bij toenemende nitraatconcentraties in het voedingswater van het biologisch bedreven continue filter in het één-filterconcept, nitraat nog steeds vrijwel volledig verwijderd wordt (gemiddelde concentratie in filtraat 0,1-0,2 mg NO<sub>x</sub>-N/l). Met de instellingen (3,5 kg methanol/kg NO<sub>x</sub>-N, filtratiesnelheid < 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h) is in alle gevallen de streefwaarde voor N <sub>totaal</sub>  gehaald, met NO<sub>x</sub>-N-concentraties ruim onder 1 mg/l. Bij filtratiesnelheden boven 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h werd geconstateerd dat nitraatwaarden in het filtraat toenamen. Op basis

van de vergelijkbare omzettingcapaciteit van het biologische actieve continue filter (zonder metaalzoutdosering in straat B) is vastgesteld dat de denitrificatiecapaciteit niet negatief beïnvloed is door de gecombineerde chemische fosfaatverwijdering.

Fosfaatlimitatie voor het denitrificatieproces (beperking van nitraatomzetting door fosfaattekort voor biomassa) in het éénfilterconcept is bij ingaande nitraatconcentraties tot tien milligram per liter en in het filterbed beschikbare ortho-fosfaatconcentratie van circa 0,1 milligram per liter (na metaalzoutprecipitatie) niet waargenomen. Nader onderzoek moet uitwijzen bij welke PO<sub>4</sub>-P/NO<sub>3</sub>-N-verhoudingen fosfaatlimitatie beperkend wordt voor de omzettingcapaciteit in een één-filterconcept.

De fosfaatverwijdering met metaalzoutdosering in het éénfilterconcept is op het continue zandfilter van straat A onderzocht. In het continue filter A zijn gemiddelde verwijderingsrendementen bereikt van 60 à 70 procent voor P <sub>totaal</sub>  (bij een gemiddelde concentratie in de afloop NBT van 0,5 milligram per liter) en 85 procent voor PO<sub>4</sub>-P bij een gemiddelde Me/PO<sub>4</sub>-P-verhouding van 4 mol/mol.

Voor het continue filter in onderzoeksstraat A zijn voor de gehele proefperiode bij filtratiesnelheden van 10, 15 en 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h de fosfaatverwijderingsprestaties per ingaande fosfaatconcentratie uitgezet in afbeelding 4. In de grafiek zijn de concentratieranges voor

P <sub>totaal</sub>  van het voedingswater (x-as) uitgezet tegen de haalbare P <sub>totaal</sub> -concentratie in het filtraat. Per concentratierange zijn vier balken gepresenteerd: de eerste balk betreft de concentraties in het voedingswater, de tweede, derde en vierde balk geven de P <sub>totaal</sub> -concentraties in het filtraat voor het éénfilterconcept weer bij filtratiesnelheden van respectievelijk 10, 15 en 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h. Deze grafiek bevat bij een aantal meetbereiken nog te weinig meetdata. In fase 2 van het onderzoek moet deze grafiek worden gevalideerd.

Met deze analyse is vastgesteld dat het continue filter met metaalzoutdosering structureel de streefwaarde van 0,15 mg P <sub>totaal</sub> /l kan halen zolang de ingaande fosfaatconcentratie niet boven 0,5 mg P <sub>totaal</sub> /l ligt. Met een concentratierange boven 0,5 mg P <sub>totaal</sub> /l in het voedingswater is de streefwaarde voor fosfaat niet structureel haalbaar met de continue filters op de demonstratie-installatie Leiden-Zuidwest. Dit houdt in dat het fosfaatgehalte reeds op de hoofdzuivering (huidige eis is 1 mg P <sub>totaal</sub> /l) gehalveerd moet worden om met een nageschakeld continue filter streefwaarden te bereiken. De vraag is of dat altijd haalbaar is.

De fosfaatverwijdering in het continue filter A lijkt onafhankelijk van de filtratiesnelheid tot een ingaande fosfaatconcentratie van 0,5 mg P <sub>totaal</sub> /l. Tot deze ingaande fosfaatconcentratie worden voor een filtratiesnelheid van 15 en 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h nagenoeg dezelfde resultaten voor totaal fosfaat behaald. Hieruit blijkt dat voor fosfaatverwijdering in het continue filter in het éénfilterconcept de filtratiesnelheid van 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h toelaatbaar is, zolang de ingaande fosfaatconcentratie niet hoger is dan 0,5 mg P <sub>totaal</sub> /l.

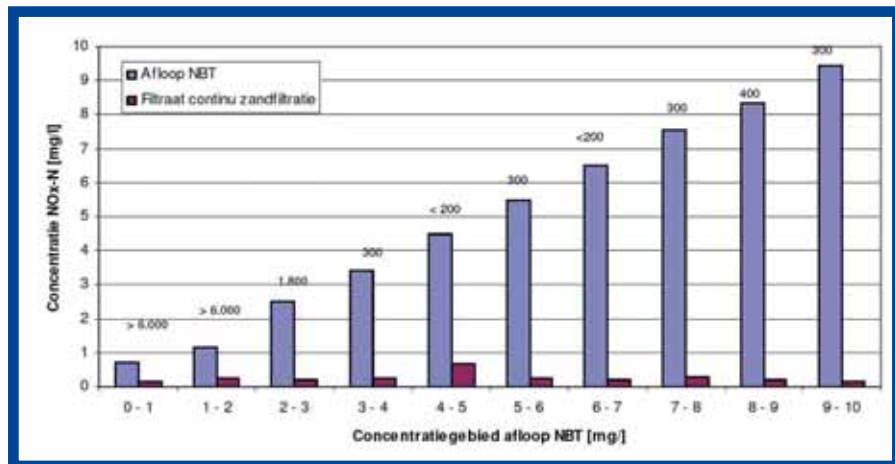
**Tabel 1: Algemene zuiveringsprestaties onderzoeksstraat A over de onderzoeksperiode 1 april - 1 november 2007 op basis van laboratoriumanalyses.**

parameter (eenheid)	gemiddelde samenstelling voedingswater	gemiddelde samenstelling filtraat	gemiddeld streefwaarde	gemiddeld verwijderingsrendement
CZV (mg O <sub>2</sub> /l)	32,0	31,5	nvt	2%
zwevende stof (mg TSS/l)	7,5	6,6	nvt	12%
P <sub> totaal </sub> (mg P/l)	0,5	0,17	0,15	63%
PO <sub>4</sub> -P (mg P/l)	0,3	0,03	nvt	90%
N <sub> totaal </sub> (mg N/l)	3,7	2,8	2,2	24%
NH <sub>4</sub> -N (mg N/l)	1,0	1,2	nvt	-27%
NO <sub>3</sub> -N (mg N/l)	0,9	0,4	nvt	61%

**Onderzoeksstraat B: tweefilterconcept**

Het vastbedfilter in onderzoeksstraat B is in eerste instantie met een grof filterbed (antracietfractie 2 à 4 millimeter, zandfractie 1,5 à 2,25 mm) bedreven, waarmee echter onvoldoende zuiveringsprestatie behaald konden worden (zie voor details het STOWA-rapport). In het voorjaar van 2007 is het filterbed daarom vervangen door een fijnere fractie (antraciet 1,4 à 2,25 millimeter, zand 0,7 à 1,25 millimeter). De algemene zuiveringsprestaties met het tweefilterconcept in onderzoeksstraat B zijn hier alleen over een representatieve onderzoeksperiode met een fijn vastbedfilter tussen 1 juni en 1 november 2007 (zie tabel 2) gepresenteerd.

**Afb. 3: Invloed van de ingaande NO<sub>x</sub>-N-concentratie op de omzettingcapaciteit (methanol/NO<sub>x</sub>-N = 3,5 kg/kg) (op basis van onlinemetingen)**



Op basis van de online-metingen is ook voor N <sub>totaal</sub>  de streefwaarde behaald met het tweefilterconcept terwijl op basis van het gemiddelde van tien geanalyseerde debietproportionele 24-uurs mengmonsters (zie tabel 2) de concentratie in het filtraat, met 2,3 mg N <sub>totaal</sub> /l, maar net boven de streefwaarde ligt. De stikstofverwijdering in het continue filter B van het tweefilterconcept bij een gemiddelde operationele methanoldosering van 3,5 kg methanol/kg NO<sub>x</sub>-N was met een NO<sub>x</sub>-N-verwijderingsrendement van 85 procent vergelijkbaar met de prestaties van



het continue filter A. Met de instellingen (3,5 kg methanol/kg NO<sub>x</sub>-N, filtratiesnelheid < 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h) is met het continue filter B de streefwaarde voor stikstof gehaald, met NO<sub>x</sub>-N-concentraties ruim onder 1 mg/l.

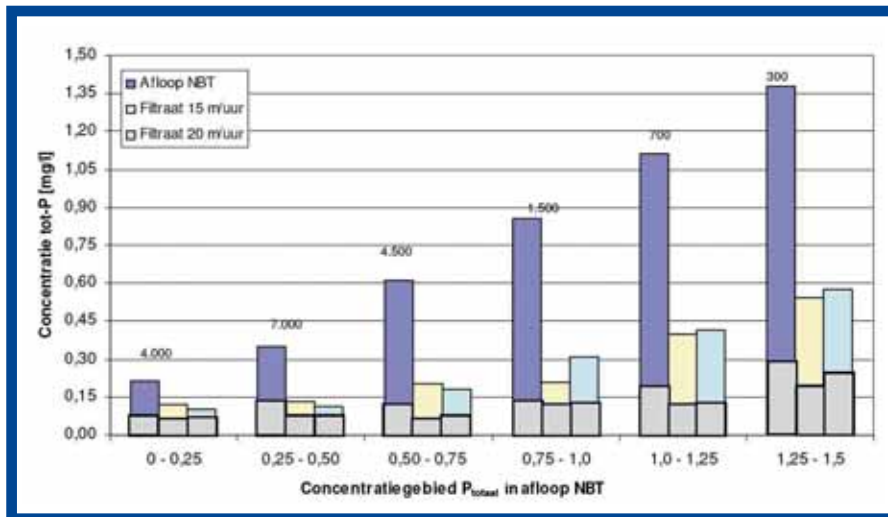
Zoals reeds voor de continue filtratie in onderzoeksstraat A is aangetoond, kan ook bij toenemende nitraatconcentraties in het voedingswater het nitraat nog steeds volledig worden verwijderd (gemiddelde concentratie in filtraat 0,1-0,2 mg NO<sub>x</sub>-N/l).

Door de wijziging van het filterbed in het vastbedfilter is er een substantiële verbetering van de fosfaatverwijdering bereikt. Met het fijne filterbed is, met een concentratie van 0,13 mg P <sub>totaal</sub>/l in het filtraat, de streefwaarde voor P <sub>totaal</sub> structureel haalbaar, gedurende de onderzoeksperiode.

Voor het vastbedfilter met het fijne filterbed is voor filtratiesnelheden van 10, 15 en 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h de fosfaatverwijdering per ingaande P <sub>totaal</sub>-concentratie uitgezet in afbeelding 5.

In de grafiek zijn de concentratieranges voor P <sub>totaal</sub> van het voedingswater (x-as) uitgezet tegen de haalbare P <sub>totaal</sub>-concentratie in het filtraat. Per concentratierange zijn vier balken gepresenteerd: de eerste balk betreft de concentraties in het voedingswater, de tweede, derde en vierde balk geven de haalbare P <sub>totaal</sub>-concentraties in het filtraat voor het tweefilterconcept bij filtratiesnelheden van respectievelijk, 10, 15 en 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h. Deze grafiek bevat bij een aantal meetbereiken nog te weinig meetdata. In fase 2 van het onderzoek moet deze grafiek worden gevalideerd.

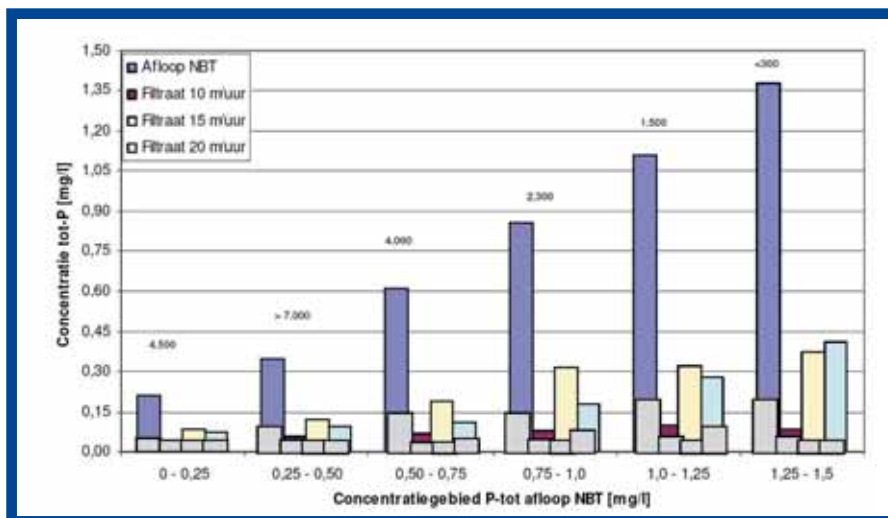
Hieruit is vast te stellen dat bij een filtratiesnelheid van 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h met een vastbedfilter met metaalzoutdosering, de streefwaarde voor fosfaat van 0,15 mg P <sub>totaal</sub>/l structureel gehaald wordt. Echter, bij filtratiesnelheden boven 15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h kan de streefwaarde alleen gehaald worden zolang de ingaande fosfaatconcentratie niet boven 0,75 mg P <sub>totaal</sub>/l ligt. Dit houdt in dat, bij bedrijfsvoering van een vastbedfilter bij filtratiesnelheden boven 15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h, het fosfaatgehalte reeds op de hoofdzuivering tot onder de huidige eis van 1 mg P <sub>totaal</sub>/l moet worden gebracht om met nageschakelde vastbedfiltratie streefwaarden te bereiken. Daarnaast hebben de ingaande fosfaatconcentratie en de filtratiesnelheid directe invloed op de haalbare looptijd tot maximale drukval over het vastbedfilter. In het vastbedfilter met het fijne filterbed zijn de over het algemeen looptijden bepaald door de maximale drukopbouw over het filterbed. De gemiddelde looptijd bij gemiddelde bedrijfsvoering (15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h, 4 mol Me/mol PO<sub>4</sub>-P) en voedingswaterkwaliteit (ingaaend P <sub>totaal</sub> < 1 mg/l) is bepaald op tien tot 14 uur. Bij een filtratiesnelheid van 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h ligt onder vergelijkbare omstandigheden de haalbare looptijd op 15 tot 24 uur. Met fosfaatconcentraties tot 1 à 1,5 mg/l in het voedingswater zijn looptijden tot circa vijf uur mogelijk. Bij een fosfaatgehalte boven 1,5 mg PO<sub>4</sub>-P/l worden dermate veel chemische fosfaatvlokken geproduceerd dat



Afb. 4: Fosfaatverwijdering continue filtratie bij verschillende filtratiesnelheden en ingaande P <sub>totaal</sub>-concentraties (op basis van onlinemetingen). Gearceerd deel van staaf komt overeen met de organische fractie.

Tabel 2: Algemene zuiveringsprestaties onderzoeksstraat B met fijn vastbedfilter over de onderzoeksperiode 1 juni - 1 november 2007 op basis van laboratoriumanalyses.

parameter (eenheid)	gemiddelde samenstelling voedingswater	gemiddelde samenstelling filtraat	streefwaarde	gemiddeld verwijderingsrendement
CZV (mg O <sub>2</sub> /l)	30,7	27,7	nvt	10%
drogestof (mg DS/l)	8,0	2,5	nvt	68%
P <sub> totaal</sub> (g P/l)	0,5	0,13	0,15	73%
PO <sub>4</sub> -P (mg P/l)	0,3	0,07	nvt	78%
N <sub> totaal</sub> (mg N/l)	3,9	2,3	2,2	42%
NH <sub>4</sub> -N (mg N/l)	1,0	1,1	nvt	-14%
NO <sub>3</sub> -N (mg N/l)	1,1	0,6	nvt	46%



Afb. 5: Fosfaatverwijdering vastbedfiltratie bij verschillende filtratiesnelheden en ingaande fosfaatconcentraties (op basis van onlinemetingen). Gearceerd deel van staaf komt overeen met de organische fractie.

de looptijden teruglopen tot gemiddeld vier uur waarbij een stabiele bedrijfsvoering niet meer mogelijk is. Deze nieuwe inzichten zijn in het algemeen maatgevend voor het ontwerp van vastbedfilterinstallatie en de uiteindelijke spoelwaterfrequentie en de daarvan afhankelijke spoelwaterverbruik en spoelenergie.

### Conclusies

Op basis van de uit onderzoeksfase 1

verkregen resultaten kan geconcludeerd worden dat vergaande nitraatverwijdering en vergaande fosfaatverwijdering in een éénfilterconfiguratie gecombineerd kunnen worden om de streefwaarde voor P <sub>totaal</sub> (<0,15 mg P <sub>totaal</sub>/l) en N <sub>totaal</sub> (<2,2 mg N <sub>totaal</sub>/l) te bereiken. Deze streefwaarden zijn behaald bij snelheden tot 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h.

Daarbij moet gesteld worden dat de fosfaat- en stikstofverwijdering op de hoofdzuivering

reeds goed moet functioneren. Een éénfilterconfiguratie is niet bedoeld en uitvoerbaar als stok achter de deur om hoge stikstof- en fosfaatpieken af te vangen en zo aan lozings-eisen te voldoen.

Het onderzoek heeft aangetoond dat het splitsen van denitrificatie en chemische fosfaatverwijdering in twee verschillende filters geen direct voordeel biedt ten opzichte van de combinatie van processen in éénfilterconfiguratie. Dit betekent in de praktijk dat slechts de helft van de filtratiecapaciteit benodigd is om aan de streefwaarden voor stikstof en fosfaat te kunnen voldoen.

### Vervolgonderzoek

Het vastbedfilter op de demonstratie-installatie Leiden-Zuidwest is nog niet beproefd in een gecombineerde  $N_{\text{totaal}}$ - en  $P_{\text{totaal}}$ -verwijderende configuratie. Met vastbedfiltratie is echter wel een betere fosfaatverwijdering haalbaar in vergelijking tot continue filtratie met gecombineerde stikstof- en fosfaatverwijdering. Parallel onderzoek op de proefinstallatie Horstermeer toont aan dat ook met gecombineerde stikstof- en

fosfaatverwijdering in een vastbedfilter bij  $N_{\text{totaal}}$ -concentraties  $< 10 \text{ mg/l}$  en  $P_{\text{totaal}} < 0,8 \text{ mg/l}$  in het voedingswater de gecombineerde streefwaarden van  $2,2 \text{ mg } N_{\text{totaal}}/\text{l}$  en  $0,15 \text{ mg } P_{\text{totaal}}/\text{l}$  gehaald kunnen worden. Vervolgonderzoek naar deze configuratie in fase 2 op de demonstratie-installatie Leiden-Zuidwest zal nader uitsluitsel geven over deze bevindingen.

In onderzoeksfase 2 wordt tevens nader ingegaan op de prestaties van de installaties onder het volgen van het rwzi-debiet.

### LITERATUUR

- 1) STOWA (2008). Demonstratieonderzoek aanvullende zuiveringstechnieken op rwzi Leiden-Zuidwest fase I: vergaande nutriëntenverwijdering. Rapport 2008-W-02.
- 2) STOWA (2004). Verkenning van de gevolgen van de Kaderrichtlijn Water voor het onderzoeksveld waterbeheer. Rapport 2004-27.
- 3) STOWA (2005). Exploratory study for wastewater treatment techniques and the European Water Framework Directive. Rapport 2005-34.
- 4) STOWA (2006). Filtratietechnieken rwzi's - stand van zaken en ervaringen. Rapport 2006-21.
- 5) STOWA (2007). Het actief-slibproces - de grenzen en mogelijkheden. Rapport 2007-24.

- 6) Wijma J., A. de Man, C. Wessels en H. Wouters (2007). Nieuwe horizon voor denitrificatie en defosfatering. *H<sub>2</sub>O* nr. 24, pag. 40-42.
- 7) De Booy C. en J. Kramer (2005). Rijnland start grootschalige zandfiltratie afvalwaterzuivering. *Land+Water* nr. 1/2.
- 8) Menkveld H. en G. van Geest (2006). *Rwzi-effluent van de toekomst. NPT processtechniek.*
- 9) Scherrenberg S., R. Neef, H. Menkveld en J. van der Graaf (2006). *Dual media filtration competitive with continuous sand filtration for phosphorous and nitrogen removal.* IWA Publishing.
- 10) Scherrenberg S., H. Menkveld, D. Schuurman, J. den Elzen en J. van der Graaf (2008). *Advanced treatment of WWTP effluent; no use or reuse.* Water Science and Technology. In druk.
- 11) Husband J. en E. Becker (2007). *Demonstration testing of denitrification effluent filters to achieve limit of technology for total nitrogen and phosphorus.* IWA nutrient removal.
- 12) DeBarbadillo C., R. Rectanus, R. Canham en P. Schauer (2006). *Tertiary denitrification and very low phosphorus limits: a practical look at phosphorus limitations on denitrification filters.* Proceedings Weftec.
- 13) Bratby J. (2006). *Coagulation and flocculation in water and wastewater treatment.*