

Delft Blue Water

SAMENVATTING

Het innovatieproject *Delft Blue Water* is een demonstratieonderzoek naar hergebruik van effluent op awzi Harnaschpolder. Met behulp van diverse nabehandelingstechnieken wordt water geproduceerd van twee kwaliteitsniveaus; MTR-kwaliteit voor oppervlaktewater volgens de Kader Richtlijn Water (KRW) en gietwaterkwaliteit voor de glastuinbouw. Het demonstratieonderzoek is opgedeeld in twee parallelle onderzoekslijnen, de referentielijn met conventionele technieken en de innovatieve lijn. De referentielijn bestaat uit een continu zandfiltratie, multimediafiltratie, ultrafiltratie en omgekeerde osmose. De innovatieve lijn bestaat uit een Static Bed BioReactor, BiopROtector, 3-FM filtratie en lucht-gespoelde verticale omgekeerde osmose. De belangrijkste prestatie-indicatoren in dit onderzoek zijn: kwaliteit, betrouwbaarheid, kosten en duurzaamheid. Met betrekking tot de productie van oppervlaktewater blijkt dat het halen van MTR-kwaliteit (2,2 mg/l totaal stikstof, 0,15 mg/l totaal fosfaat) lastig is. Voor de productie van gietwater kan een kwaliteit worden geleverd van ver onder de minimale eis die gesteld wordt aan de geleidbaarheid ($<500 \mu\text{S}/\text{cm}$). Het onder controle houden van membraanvervuiling blijkt een belangrijk aandachtspunt te zijn voor het kunnen leveren van betrouwbaar, duurzaam en kosten effectief gietwater.



INLEIDING

De afvalwaterzuiveringsinstallatie (awzi) Harnaschpolder gelegen in de gemeente Midden-Delfland zuivert het stedelijk afvalwater van de gehele Haagse regio. Dat komt neer op meer dan 1 miljoen inwonerequivalenten en een afvoer van gemiddeld 180.000 kubieke meter aan effluent naar de Noordzee. Tegelijk is de omgeving onderhevig aan verzilting en is er behoefte aan meer zoet water. Een speciale situatie vormt de glastuinbouw in het Westland. Door veel bedrijven in deze sector wordt brak grondwater opgepompt, wordt dit ontzout met omgekeerde osmose en de geconcentreerde brijn wordt teruggebracht in de bodem. Aan deze praktijk worden in de nabije toekomst waarschijnlijk beperkingen, of zelfs een verbod opgelegd.



Het innovatieproject Delft Blue Water onderzoekt de mogelijkheid om effluent van deze awzi in te zetten als alternatieve zoetwaterbron. In een proefhal wordt met innovatieve technologie getest of met effluent als bron hoogwaardige kwaliteit oppervlaktewater en betrouwbaar, duurzaam en kosteneffectief gietwater voor de glastuinbouw kan worden geproduceerd. Delft Blue Water is een consortium van het Hoogheemraadschap van Delfland, Delfluent Services B.V., Evides Industriewater, Veolia Water en Rossmark Waterbehandeling B.V. De Technische Universiteit Delft voert flankerend wetenschappelijk onderzoek uit.

DEMONSTRATIEONDERZOEK

Het demonstratieonderzoek is opgedeeld in twee parallelle onderzoekslijnen, een referentielijn met conventionele technieken en een innovatieve lijn. Beide lijnen zijn opgedeeld in twee stappen, allereerst wordt oppervlaktewater geproduceerd (stap 1) gevolgd door aanvullende technieken voor de productie van

gietwater (stap 2). De streefwaarden voor het oppervlaktewater zijn voor totaal stikstof 2,2 mg/l en voor totaal fosfaat 0,15 mg/l, ofwel maximaal toelaatbaar risico (MTR). Het filtraat geproduceerd met stap 2 mag een geleidbaarheid hebben van maximaal 500 µS/cm en maximaal een natriumconcentratie van 34 mg/l. Voor dit gietwater geldt echter, hoe lager de concentraties hoe vaker het water gerecirculeerd kan worden in de tuinbouwkas. Om deze reden worden voor geleidbaarheid en voor natrium lage waarden nagestreefd.

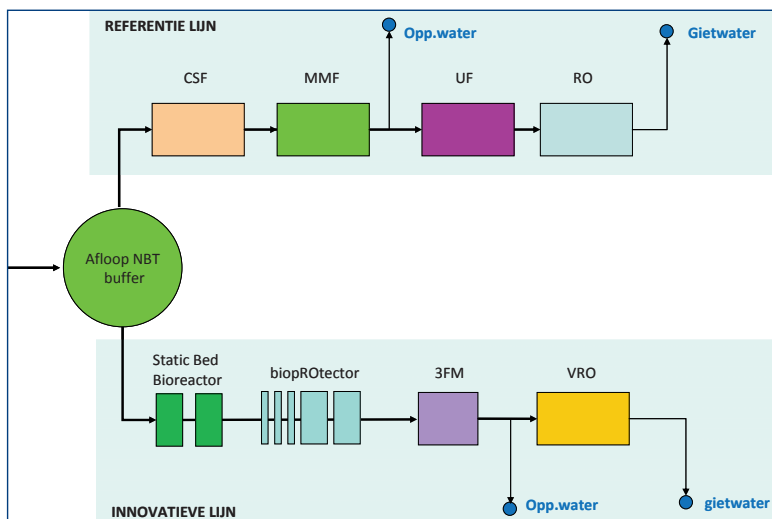
Tabel 1: Gestelde eisen voor oppervlaktewater kwaliteit en gietwater vergeleken met de jaargemiddelde waarden voor 2009

Parameter	Eenheid	MTR-kwaliteit	Gietwater*	Gem. HNP**
Geleidbaarheid	(µS/cm)	900	< 500	989
Na+	(mg/l)		< 34	97
Cl-	(mg/l)	200	< 53	134
Totaal stikstof	(mg/l)	2,2		7
Totaal fosfaat	(mg/l)	0,15		0,8

* Betreft een bovenwaarde; voor gietwater geldt, hoe lager hoe meer recirculatie in de tuinbouwkassen mogelijk is

** Jaargemiddelde voor effluent van awzi Harnaschpolder voor 2009

De toegepaste technieken worden schematisch weergegeven in figuur 1. De referentielijn bestaat uit een continu zandfilter voor denitrificatie, een multimedialfilter voor chemische fosfaatverwijdering (stap 1) gevolgd door ultrafiltratie en omgekeerde osmose (RO) (stap 2). De innovatieve lijn bestaat uit een Static Bed BioReactor (SBBR) voor denitrificatie, een BiopROtector voor de verwijdering assimileerbaar organische stof (AOC) en een 3-FM filter voor verwijdering van onopgeloste bestanddelen en chemische fosfaatverwijdering (stap1). Aansluitend wordt luchtgespoelde verticale omgekeerde osmose, ofwel VRO toegepast (stap 2). De technieken in de innovatieve lijn zijn compact, zodat het benodigde oppervlak bij een gelijke belasting kleiner is dan bij de technieken in de referentielijn.



Figuur 1: Schematische weergave van de onderzoeklijnen

De SBBR, BiopROtector en het 3-FM filter zijn nieuwe innovatieve zuiverings-technologieën ontwikkeld door Veolia Water. Zowel de SBBR en als de BiopROtector bevatten een gepakt bed dat opwaarts doorstroomd wordt. Het 3-FM filter bevat nylon draden/vezels als filtratiemedium. Het filter is ontworpen om met hoge filtratiesnelheden (tot 100 m/uur) zwevende stof te verwijderen.

RESULTATEN

De resultaten zijn onderverdeeld in een vergelijking tussen de referentielijn en de innovatieve lijn enerzijds voor de productie van oppervlaktewater en anderzijds voor de productie van gietwater.

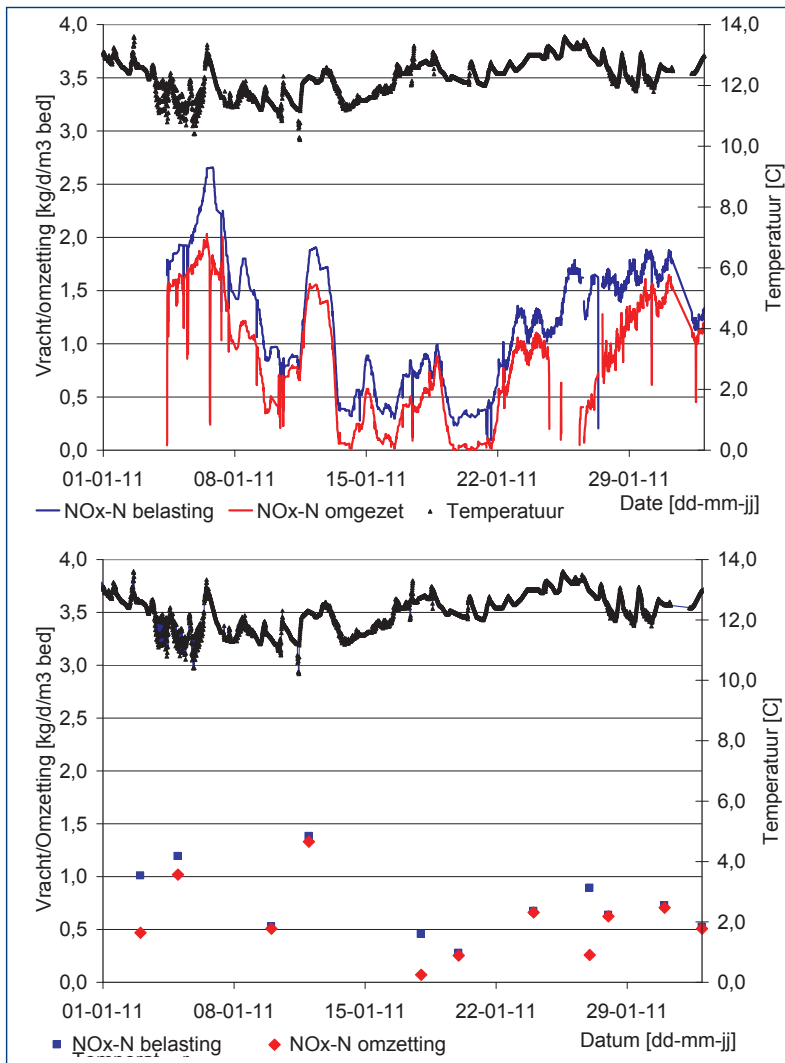
Vergelijking oppervlaktewaterproductie voor de beide lijnen

Voor de stikstofverwijdering wordt in beide lijnen methanol als koolstofbron gedoseerd. De optimale dosering is voor het continue zandfilter 4,5 g MeOH/g NOx-N en voor de SBBR 4,0 g MeOH/g NOx-N. Voor het continue zandfilter zijn twee filtratiesnelheden getest, 13,0 m/uur en 14,8 m/uur (debiet respectievelijk 9,0 m³/uur en 10,4 m³/uur). Voor de SBBR varieerde het debiet respectievelijk tussen 3,5 m³/uur en 5,5 m³/uur.

Figuur 2 geeft voor januari 2011 de NOx-N-omzetting voor beide installaties bij de hierboven beschreven instellingen weer. Voor de metingen aan het continue zandfilter is gebruikgemaakt van NOx-N-analysers. Voor de SBBR zijn alleen handmatig metingen gedaan, waardoor er slechts punten kunnen worden weergegeven. Vanaf maart 2011 wordt er ook voor de SBBR gebruik gemaakt van een online NOx-N analyser. De temperatuur van het water was gemiddeld 12°C. Voor de awzi Harnaschpolder is dit de ondergrens. De figuur geeft weer dat het continue zandfilter in deze periode (0,5 – 2,5 kg/m³/dag) bijna twee keer zo zwaar wordt belast in vergelijking tot de SBBR, 0,5-2,5 kg/m³/dag versus 0,25–1,5 kg/m³/dag. Het continue zandfilter haalde daarbij een omzetting van 80 – 90%, de SBBR haalde een omzetting van bijna 100%. Om het goed vergelijken van de beide installaties mogelijk te maken zal de SBBR de komende periode zwaarder worden belast.

Voor beide installaties is duidelijk te zien wanneer er een storing met de methanoldosering is geweest. In deze gevallen daalde de nitraatomzetting plotseling drastisch tot zelfs 0 kg/m³/dag in situaties waarbij er voor een periode van 24 uur geen methanol werd gedoseerd. Als de methanoldosering wordt hervat heeft het continue zandfilter 3 tot 5 dagen nodig om te herstellen. De SBBR hersteld sneller en heeft slechts twee dagen nodig. Dit kan worden verklaard door de immobilisatie van de denitrificerende biomassa op de drager van de SBBR, terwijl in het zandfilter biomassa wordt uitgespoeld.

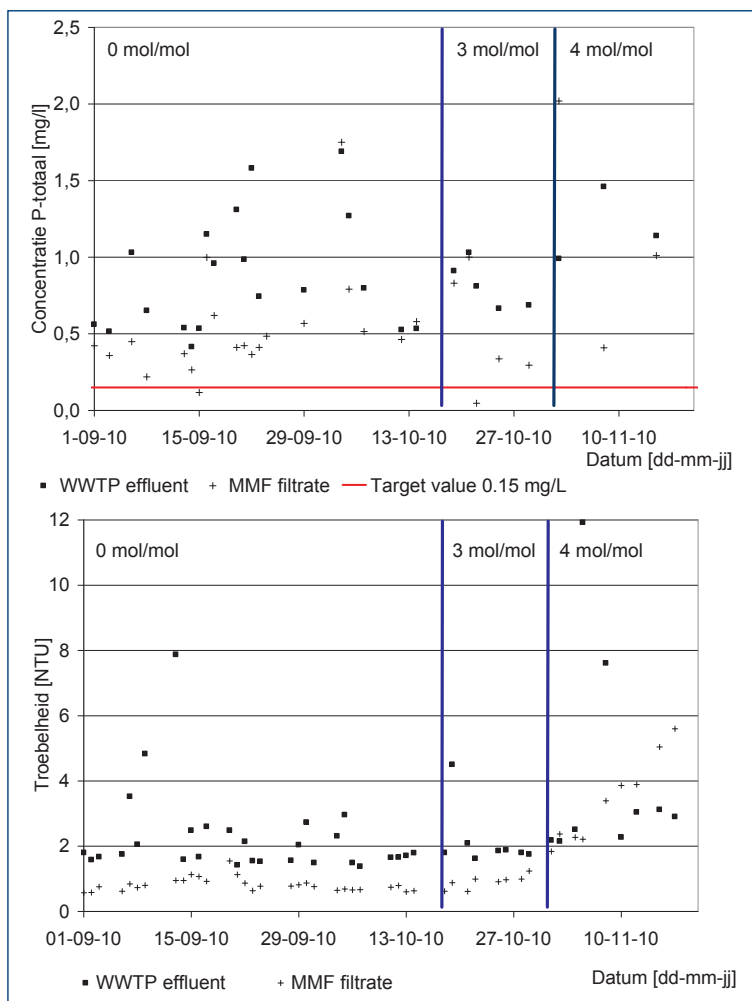
Fosfaatverwijdering is tot en met februari 2011 alleen op de referentielijn getest. Later in 2011 zal worden gestart met het onderzoek naar de fosfaatverwijdering met behulp van het 3-FM filter. Voor de fosfaatverwijdering op het multimediafilter is ijzerchloride aan het voedingswater gedoseerd direct gevolgd door een statische menger. Een terugspoeling van het filterbed vindt minimaal één keer



*Figuur 2:
NOx-N-
belasting en
-omzetting
voor het con-
tinu zand-
filter (links)
en de SBBR
(rechts)*

per dag plaats. Een extra spoeling wordt geïnitieerd wanneer de weerstand in het bed tot de maximaal ingestelde waarde is gestegen. Voor het terugspoelen van het filterbed wordt filtraat gebruikt. In Figuur 2 zijn de resultaten weergegeven van de totaal-fosfaatverwijdering (links) voor een metaal/orthofosfaat verhouding van 0, 3 en 4 mol/mol en de gevolgen van de ijzerchloridedosering op de troebelheid (rechts). De verticale lijnen in de grafieken geven aan wanneer de ijzerdosering is aangepast.

De figuur, waarin de totaal fosfaatconcentratie is weergegeven, laat zien dat in de periode zonder ijzerchloridedosering er maximaal 0,2 mg/l totaal fosfaat wordt verwijderd. Deze verwijdering is zeer waarschijnlijk voor een groot deel het gevolg van de verwijdering van zwevende stof, dat fosfaat bevat. De doseerverhouding van 3 en 4 mol/mol geven een verhoogde fosfaatverwijdering in vergelijking



*Figuur 3:
Totaal-fosfaat-
verwijdering in
het multimedia-
filter (links) en
de invloed van
de ijzerchlori-
dedosering op
de troebelheid
(rechts).*

met de situatie zonder dosering, maar heeft als negatief gevolg dat de troebelheid in het filtraat toeneemt. Dit is het gevolg van metaalgebonden fosfaat dat niet afgevangen wordt in het zandbed en vervolgens in het filtraat als troebelheid wordt gemeten. De verwijdering van fosfaat is daarmee nog niet optimaal. Dit kan zijn veroorzaakt doordat de doseerpomp slechts driemaal per minuut een puls gaf. Verwacht wordt dat met het installeren van een kleinere doseerpomp dit probleem zal zijn opgelost en de fosfaatverwijdering zal verbeteren.

In Tabel 2 is voor beide onderzoekslijnen een overzicht gegeven van de resultaten voor de verwijdering van totaalstikstof en totaalfosfaat van stap 1. In de tabel is te zien dat de MTR-streefwaarden nog niet worden gehaald. Een knelpunt met betrekking tot het halen van de stikstofstreefwaarde is de relatief grote fractie organisch stikstof ($\pm 2,0$ mg/l) die aanwezig is in het effluent van de rwzi. Het onderzoek zal zich de komende tijd onder andere richten op verwijdering van deze fractie.

Tabel 2: Overzicht van de gemiddelde resultaten (7 monsters) voor de referentie lijn en de innovatieve lijn in januari 2011

Parameter	Streefwaarde mg/l	effluent rwzi mg/l	Referentie lijn mg/l	Innovatieve lijn mg/l
Totaal - fosfaat	0,15	0,72	0,26	-
Totaal - stikstof	2,2	8,40	3,65	2,6

Vergelijking gietwaterproductie voor de beide lijnen

Stap 2 bestaat voor de referentielijn uit UF en RO en voor de innovatieve lijn uit enkel de VRO. Voor de productie van gietwater is vooral de geleidbaarheid een belangrijke parameter waarop wordt beoordeeld. Bij een lage geleidbaarheid zal tevens de natriumconcentratie laag zijn. De resultaten geven weer dat de RO een zoutdoorlaatbaarheid van ongeveer 1,2% heeft en de VRO 0,9%. De geleidbaarheid in het filtraat van de RO varieert tussen 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en voor de VRO tussen 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$. In beide gevallen wordt ruimschoots voldaan aan de eis voor gietwater ($<500 \mu\text{S}/\text{cm}$). De oorzaak van de relatief hoge geleidbaarheid in het RO-filtraat is onbekend en zal nader worden onderzocht. Verwacht wordt dat zowel RO als VRO stabiel op een zeer lage geleidbaarheid moeten kunnen presteren.

Voor de bedrijfsvoering van membraaninstallaties is het beheersen van de vervuiling, vooral de biologische vervuiling, altijd een zeer belangrijk aspect. Dit is zeker het geval wanneer awzi-effluent als voedingswater wordt gebruikt, omdat nog relatief veel voedingsstoffen in het water aanwezig zullen zijn. Tijdens het onderzoek wordt dan ook veel aandacht besteed aan het voorkomen en het effectief verwijderen van vervuiling van de membranen. Bij de VRO moet het periodiek spoelen met lucht vervuiling losmaken, waarna dit kan worden uitgespoeld. Het is de verwachting dat vervuiling van het membraan hierdoor beter beheersbaar is in vergelijking met een standaard, niet luchtgespoelde, RO-installatie. Naast de manier van reinigen is de toegepaste voorbehandeling ook van grote invloed op de vervuiling van zowel de UF- als de RO-membranen. Tijdens de voorbehandeling (stap 1) worden ijzerchloride en methanol gedoseerd. Dit heeft potentieel negatieve gevolgen voor de membraanvervuiling. Het doel van stap 1 in de innovatie lijn is, naast het behalen van MTR-kwaliteit, om stikstof limiterend te maken voor de groei van een biologie, en daarmee voor membraanvervuiling. Vanzelfsprekend zullen de resultaten met betrekking tot membraanvervuiling en procesvoering van de innovatieve lijn worden vergeleken met de referentielijn. Het is nu nog te vroeg in het onderzoek om hier uitspraken over te doen.

DISCUSSIE EN CONCLUSIE

Het onderzoek is nog in volle gang en daarom zijn de conclusies die nu getrokken worden nog niet definitief. Deze zullen pas getrokken worden op het moment dat het onderzoek is afgerond. Het onderzoek zal voortduren tot eind 2012.

Met betrekking tot de stikstofverwijdering blijkt dat het halen van de MTR-kwaliteit voor totaalstikstof (2,2 mg/l) lastig is, ondanks dat het continue zandfilter en de SBBR vrijwel al het aanwezige nitraat verwijderen. Dit is het gevolg van de relatief hoge (2,0 mg/l) concentratie organisch stikstof dat nog in het effluent van de awzi Harnaschpolder aanwezig is.

Voor de fosfaatverwijdering met behulp van multimediafiltratie is de wenswaarde van 0,15 mg/l totaalfosfaat niet gehaald. Dit is waarschijnlijk veroorzaakt door de pulsdosering van de coagulant. Om deze reden zal een kleinere doseerpomp worden geïnstalleerd. Tevens zal gestart worden met de fosfaatverwijdering op het 3-FM filter.

Voor de productie van gietwater kan ruimschoots worden voldaan aan de eis die gesteld wordt aan de geleidbaarheid ($<500 \mu\text{S}/\text{cm}$). Met een geleidbaarheid van ten hoogste enkele tientallen $\mu\text{S}/\text{cm}$ is sprake van een superieure kwaliteit. Dit maakt het mogelijk om in de glastuinbouw gietwater vergaand te hergebruiken voordat kritische waarden voor geleidbaarheid en natrium worden overschreden. De focus van stap 2 zal de komende tijd liggen op het beheersen van membraanvervuiling. Het onder controle houden van de vervuiling is noodzakelijk om in de toekomst betrouwbaar, duurzaam en kosten effectief gietwater te kunnen leveren.

Oscar Helsen, Technische Universiteit Delft
Sigrid Scherrenberg, Evides Industriewater
Jan Willem Mulder, Evides Industriewater
Harry Brouwer, Rossmark Waterbehandeling B.V.,
Klaas Appeldoorn, Hoogheemraadschap van Delfland
Paul Weij, Delfluent Services B.V.
Sylvie Novak, Veolia Water