

MBR geschikt voor MTR-kwaliteit?

FERDINAND KIESTRA, ROYAL HASKONING

DENNIS PIRON, WATERSCHAP RIVIERENLAND

JACQUES SEGERS, WATERSCHAP RIVIERENLAND

JANS KRUIT, ROYAL HASKONING

De naderende strenge MTR-kwaliteit noopt de waterkwaliteitsbeheerders tot nadenken over aanpassing van de bestaande rioolwaterzuiveringsinrichtingen. Voor dit doeleinde begon het Waterschap Rivierenland, in samenwerking met Royal Haskoning en STOWA, een pilot-MBR op de rwzi Maasbommel. Nu, ruim een jaar later, kunnen de eerste conclusies worden getrokken over de haalbaarheid van de extreem lage totaalstikstof- en -fosfaatwaarden en de verwijdering van zware metalen en microverontreinigingen. Voor een goede vergelijking met andere technieken is inmiddels in Maasbommel een tweetal zandfilters nageschakeld aan de conventionele zuivering.

In april 2002 begon het Waterschap Rivierenland in samenwerking met Royal Haskoning en STOWA met het onderzoek naar de toepassing van een membraanbioreactor en de vergelijking met zandfiltratie. Het onderzoek, dat twee jaar duurt, heeft als belangrijkste doelstellingen het vaststellen of het technisch mogelijk is om het effluent van de rwzi middels MBR-technologie te laten voldoen aan de MTR-kwaliteit (het maximaal toegestane risiconiveau), van de hoogte van de zuiveringskosten bij het streven naar die kwaliteit en het vergelijken van de prestaties van MBR-technologie met nageschakelde continue zandfiltratie.

Het onderzoek is opgedeeld in verschillende fasen. De hoofdonderwerpen vormen het optimaliseren van de stikstof- en fosfaatverwijdering, het reinigingsregime van de membranen en de optimalisatie van de zandfiltratie. Maar ook de verwijdering van microverontreinigingen, de exploitatiekosten en de storingsgevoeligheid van beide systemen spelen een belangrijke rol. Inmiddels is het onderzoek halverwege en kunnen de resultaten ten aanzien van de stikstof- en fosfaatverwijdering, de membraanfiltratie en de eerste resultaten van de zandfilters worden gepresenteerd. Aangezien de zandfilters slechts twee maanden in bedrijf zijn, ligt de nadruk op de membraanbioreactor.

Configuratie MBR

Voor het bereiken van de MTR-kwaliteit is

de bioreactor van de MBR uitgevoerd volgens het MUCT-proces, voorafgegaan door een 0,75 mm trommelfilter. Het proces is in afbeelding 1 schematisch weergegeven. Vanwege de hoge zuurstofgehalten in de recirculatie vanaf de membranen is gekozen deze eerst terug te voeren naar de aëroob/anoxische zone (C). Door middel van de recirculatie (C) is de mogelijkheid gecreëerd de retourstroom alsnog direct naar de eerste anoxische reactor terug te voeren. Verder is de MBR uitgerust met 440 m² ondergedompelde membranen met een hydraulische capaciteit van maximaal 20

kubieke meter per uur. De biologische capaciteit bedraagt 500 i.e. à 54 gr. BZV. De membranen zijn in een tweetal onafhankelijke straten uitgevoerd, waardoor het bij deze installatie onder meer mogelijk is verschillende reinigingsregimes te testen.

Biologische prestaties

Gedurende de gehele onderzoeksperiode is de influentkwaliteit van de rioolwaterzuiveringsinstallatie redelijk stabiel gebleven. De belangrijkste parameters van het influent zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. Gemiddelde influentwaarden rwzi Maasbommel (periode augustus 2002 - juli 2003).

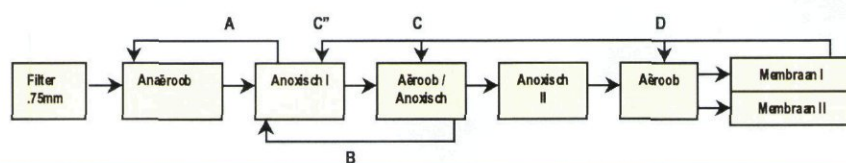
CZV	413	mg/l
BZV	154	mg/l
N _{kj}	51	mg/l
P _{totaal}	7,8	mg/l
RWA/DWA-verhouding	2	

Het slibgehalte is gedurende de gehele periode gestuurd op negen kilo drogestof per kubieke meter in de biologie en elf kilo in de membraantanks. Gedurende beide fasen is het CZV, BZV en NH₄ vergaand verwijderd tot gemiddelde waarden van respectievelijk 20, 2 en 0,1 mg/l. Verder is de slibleeftijd gedurende de gehele periode circa 25 dagen geweest. In afbeelding 2 zijn de permeaatwaarden van totaalstikstof en PO₄-P weergegeven in combinatie met het temperatuurverloop.

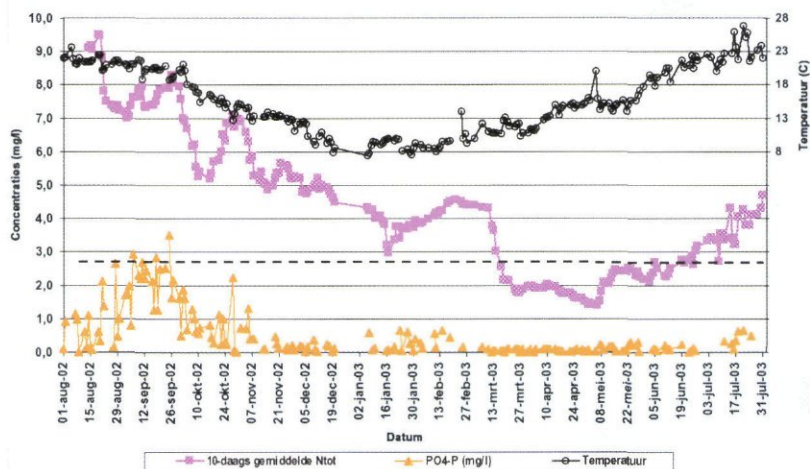
Van januari t/m juli van dit jaar is een gemiddeld gehalte aan totaalstikstof bereikt van 2,9 mg/l. In de periode half maart t/m half juli is de MTR-kwaliteit bereikt (N_{totaal} kleiner dan 2,2 mg/l). De sterke daling van het stikstofgehalte in het permeaat vanaf half

MBR Maasbommel.





Afb. 1: Schematische weergave MBR Maasbommel.



Afb. 2: Permeaatwaarden N_{totaal} en $PO_4\text{-P}$ en het temperatuurverloop.

maart is veroorzaakt door de temperatuurstijging. Door het grote aantal storingen (onder andere aan de influentpomp, de perslucht en de acetoldosering) in de afgelopen periode is echter vanaf begin juli zowel het stikstof- als het fosfaatgehalte weer opgelopen. Momenteel wordt weer stabiel gedraaid en is reeds een daling van het gehalte aan totaalstikstof waar te nemen. Voor het bereiken van de zeer lage stikstofgehalten zijn een aantal optimalisaties doorgevoerd. Aangezien de BZV/N-verhouding van het influent ná de trommelzeef slechts een factor 2,6 bedraagt, wordt sinds september 2002 Acetol gedoseerd als aanvullende C-bron. Hierdoor wordt de BZV/N-verhouding verhoogd tot een factor 3,4 en bedraagt de slibbelasting 0,038 kg BZV/kg d.s./d. Daarnaast is de recirculatie C'' naar de eerste anoxische zone verhoogd. De meer direc-

te terugvoer van nitraat had een positief effect op de stikstofverwijdering. Het effect van een te hoog zuurstofgehalte in de anoxische tank bleek nihil. Tot slot is voor de aërobe/anoxische tank de pauzetijsd van de beluchting verlengd, zodat de reactor beter als wisselreactor kan fungeren.

Voor $PO_4\text{-P}$ geldt dat vanaf begin februari tot heden een gemiddeld gehalte van 0,15 mg/l is bereikt (gelijk aan MTR-kwaliteit). De verwijdering heeft volledig biologisch plaatsgevonden zonder dosering van chemicaliën.

Verder blijkt dat de biologie van de membraanbioreactor ten opzichte van de rioolwaterzuiveringsinstallatie gevoelig is voor extreme regenval of storingen. De installatie, met een capaciteit van 5.600 i.e. à 54 gr. BZV, is een omloopsysteem met intermitterende

beluchting en geoptimaliseerd voor vergaande biologische fosfaat- en stikstofverwijdering. Bij regenval is in het permeaat van de MBR een gemiddelde stijging van 40 procent op het gehalte aan totaalstikstof geconstateerd, terwijl bij de zuiveringsinstallatie geen noemenswaardig verschil in de effluentkwaliteit waarneembaar was. Dit verschil wordt met name veroorzaakt door de relatief korte verblijftijden in de tanks van de membraanbioreactor. Het systeem heeft daardoor weinig bufferend vermogen en een zeer wisselende effluentkwaliteit bij plotseling verhoogde aanvoer (RWA/DWA-verhouding van 2) of uitval van de installatie. De stikstofverwijdering is met name gevoelig aangezien het resterende, niet afbreekbare, organische stikstof op kan lopen tot wel 2 mg/l. Voor de MTR-waarde van totaalstikstof kleiner dan 2,2 mg/l geeft dit weinig speling bij de (de)nitrificatieprocessen.

Ook is gekeken naar de verwijdering van de overige verbindingen van de MTR-lijst, zoals pesticiden, herbiciden en zware metalen. Voor de organische microverontreinigingen is geanalyseerd op circa 100 verbindingen van de groepen BTEXN, pesticiden, herbiciden, EOX en chloorfenolen. Hieruit blijkt dat veruit de meeste verbindingen onder de detectiegrens liggen, maar dat voor een aantal stoffen een hoger gehalte waarneembaar is. Van deze stoffen zijn dit voorjaar nog drie bemonsteringen uitgevoerd, waarvan de rekenkundig gemiddelde waarden zijn opgenomen in tabel 2.

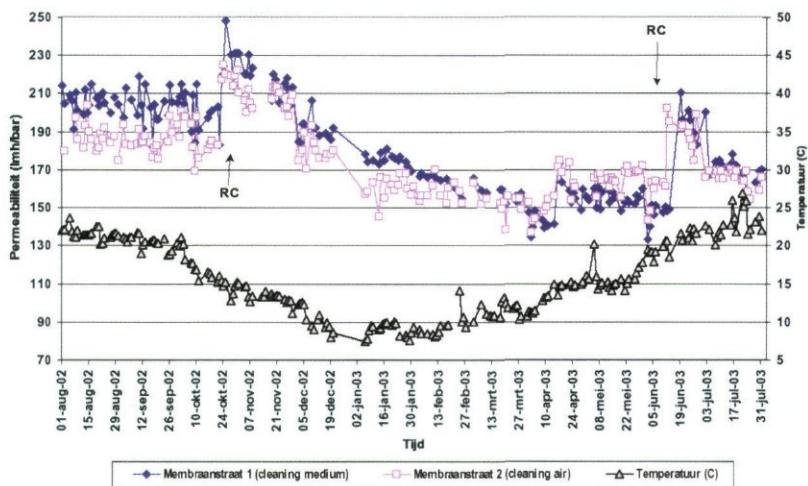
Uit de aanvullende analyses op metalen blijkt dat de membraanbioreactor geen overschrijdingen van MTR-kwaliteit heeft. De gemiddelde gehalten van koper (4 µg/l) en zink (18 µg/l) zijn echter kritiek te noemen. Verder geeft van de micro's alleen diazinon een lichte overschrijding van de MTR-kwaliteit te zien. Rekening houdend met de gevoeligheid van de analyses bij dergelijk lage meetwaarden is tussen de membraanbioreactor en de zuiveringsinstallatie geen duidelijk verschil in verwijdering te onderscheiden. Later dit jaar zal een herhaling van de bemonstering plaatsvinden, waarbij tevens het effluent van de zandfilters mee zal worden genomen.

Tabel 2. Effluentwaarden organische micro's en zware metalen (µg/l).

	rwzi	MBR	MTR-kwaliteit
carbendazim	0.13	0.03	0.11
AMPA	8.0	6.1	-
glyfosaat	5.5	5.1	-
primicarb	0.24	0.02	-
diazinon	0.14	0.2	0.037
dodine	0.66	0.84	-
koper	5.0	4.0	3.8
lood	0.8	0.8	220.0
nikkel	1.5	1.5	6.3
zink	25.0	18.0	40.0

Membraanprestaties

Zoals vermeld bevat de MBR Maasbommel een tweetal modules. Direct na het installeren is een zekere permeabiliteitsdaling waargenomen, waarna deze stabiliseerde op een waarde van circa 200 l/(m².h.bar). Eén en ander is vergelijkbaar met de resultaten die in Beverwijk zijn gevonden. In afbeelding 3 is het permeabiliteitsverloop weergegeven. Uit het verloop is verder op te maken dat de permeabiliteit in de winter aanzienlijk terugliep. Door de lagere temperaturen neemt de viscositeit van het



Afb. 3: Permeabiliteitsverloop MBR Maasbommel.

medium toe en de doorlaatbaarheid van de membranen af. Na de winterperiode blijkt het moeilijk te zijn om de permeabiliteit weer terug te krijgen op het oude niveau. Uiteindelijk is met een zogeheten 'recovery clean' in juni de permeabiliteit weer gestegen van 160 tot het niveau van 200 l.m².h.bar. Dit houdt in dat de membranen één dag in chloorbleekloog en één dag in citroenzuur moeten weken, bij concentraties van respectievelijk 800 ppm en 0,25 procent. Deze procedure komt overeen met de procedures zoals deze in Beverwijk zijn toegepast. Naast de 'recovery clean' heeft wekelijks een 'maintenance clean' plaatsgevonden. Hierbij zijn dezelfde chemicaliën via de terugspoelleiding toegevoerd. Bij straat 1 is dit gedaan in het medium; bij straat 2 is het membraancompartiment leeggezet alvorens chemicaliën te doseren. Bij de gehanteerde brutofluxen van gemiddeld 36 l/m².h is tussen beide reinigingsprincipes nog geen duidelijk verschil waarneembaar. Inmiddels is gestart met een kruisvergelijking door de reinigingsprincipes

om te draaien voor beide membraanstraten. Momenteel lijkt de permeabiliteit zich, na de 'recovery clean' van juni, weer te gaan stabiliseren op het niveau van 160 l.m².h.bar. Eind dit jaar wordt meer in detail gekeken naar de bedrijfsvoering van de membranen. Daarbij valt te denken aan de onttrekkings- en 'back-pulse'-cycli, de reinigingsfrequentie en de toegepaste chemicaliën. Daarnaast vormen de membranen een aanzienlijk deel van de bedrijfsvoering 40 procent van de membraanreactor door het uitvoeren van permeabiliteitsbepalingen en 'maintenance'- en 'recovery cleans'. Automatisering zou daarvoor een uitkomst moeten kunnen bieden, zoals op de rwzi Varsseveld het geval zal zijn.

Zandfiltratie

Naast de membraanbioreactor zijn in Maasbommel zoals gezegd zandfilters nageschakeld op het effluent van de zuiveringsinstallatie. Dit tweetal continue filters dient voor aanvullende stikstofverwijdering (denitri-

ficerend filter) en defosfatering (met behulp van ijzerdosering). De filters zijn in mei geplaatst. Het defosfaterend filter bereikt inmiddels de MTR-waarde voor totaalfosfaat (tot 0,3 mg/l) bij ingaande concentraties van circa 3 mg/l. Het denitrificerend filter heeft een aantal storingen in de acetoldosering gekend en heeft derhalve nog niet optimaal kunnen functioneren. Bij correcte dosering worden de NO₃-waarden echter teruggebracht van circa 6 mg/l tot het niveau van circa 0,5 mg/l. Dit betekent dat de potentie van het filter aanwezig is. De komende periode zal bij een stabiele bedrijfsvoering de eerste vergelijking met de membraanbioreactor plaatsvinden.

Conclusies

- Na ruim een jaar bedrijfsvoering van de membraanbioreactor in Maasbommel blijkt dat de MTR-kwaliteit voor stikstof (2,2 mg/l) en fosfaat (0,15 mg/l) haalbaar is. Door de relatief korte verblijftijden in de tanks is het proces, ten opzichte van de zuiveringsinstallatie, echter wel gevoelig voor RWA-omstandigheden (reeds bij een RWA/DWA-verhouding van 2);
- Van de overige verbindingen van de MTR-lijst liggen de meesten onder de detectiegrens. Alleen de pesticide diazinon geeft een lichte overschrijding. De gehalten van koper en zink zijn kritiek te noemen. Rekening houdend met de gevoeligheid van de analyses bij dergelijk lage meetwaarden is tussen de membraanbioreactor en de rioolwaterzuivering geen duidelijk verschil in verwijdering te onderscheiden;
- De membranen van de MBR hebben goed gefunctioneerd. De permeabiliteit lijkt zich bij de huidige bedrijfsvoering te stabiliseren op het niveau van circa 160 l.m².h.bar. De membranen vormen een aanzienlijk deel van de bedrijfsvoering (40 procent) van de membraanbioreactor door het uitvoeren van permeabiliteitsbepalingen en 'maintenance'- en 'recovery cleans';
- De nageschakelde zandfilters op de zuivering zijn onlangs in bedrijf genomen en vertonen inmiddels ook de potentie om voor stikstof en fosfaat de MTR-kwaliteit te bereiken. Eind dit jaar kan op basis van een langere meetsessie een goede vergelijking met de MBR plaatsvinden;
- Welk systeem het meest geschikt is voor het bereiken van MTR-kwaliteit wordt in belangrijke mate mede bepaald door kosten, storingsgevoeligheid en bedrijfsvoeringsaspecten. In de loop van het onderzoek in Maasbommel zal juist over deze zaken meer helderheid kunnen worden verschaft.

Opstelling zandfilters rioolwaterzuiveringsinstallatie Maasbommel.

