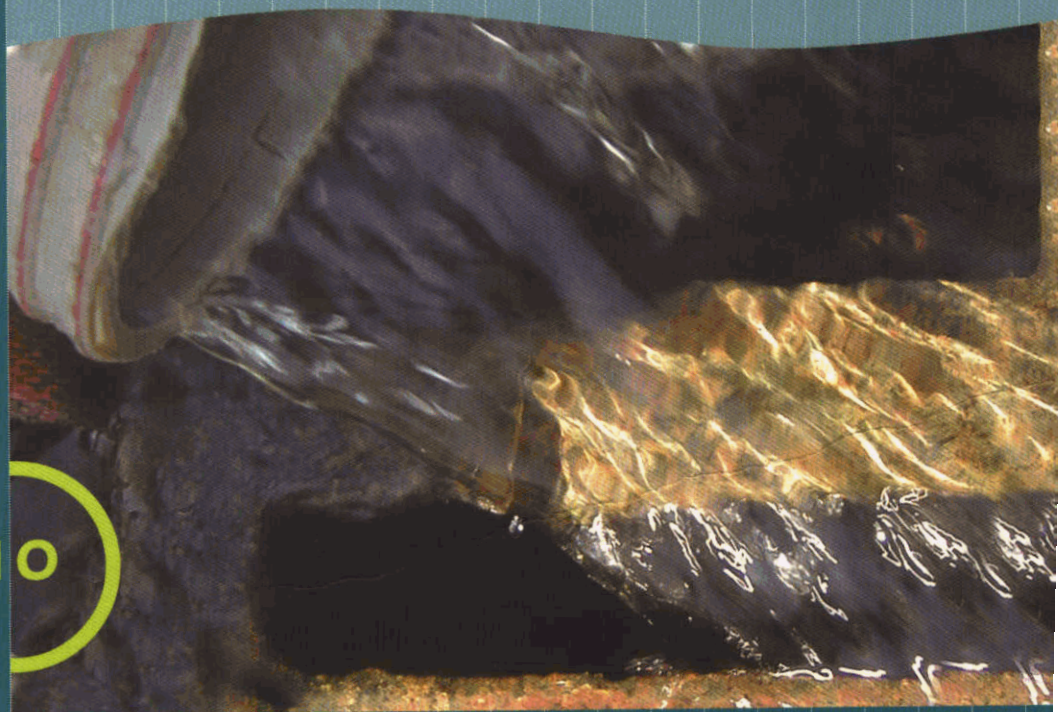


2002-10_MBR-huishoudelijk-afvalwater-uitdaging

stowa

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer

MBR voor huishoudelijk afvalwater Een uitdaging voor de toekomst



2002¹⁰

MBR voor huishoudelijk afvalwater
Een uitdaging voor de toekomst

2002 10

DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. In 2002 waren dat alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringschappen, de provincies en het Rijk (i.c. het Rijksinstituut voor Zoetwaterbeheer en de Dienst Weg- en Waterbouw). De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoekprogramma's komen tot stand op basis van behoefte-inventarises bij de deelnemers. En adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties

toets de STOWA aan de behoeften van de deelnemers. De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonnig aangevuld met andere deskundigen. Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n vijf miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummers: 030-3221199.
Het adres van de STOWA is:
Postbus 800,
3503 RB Utrecht.
Email: stowa@stowa.nl
Website: www.stowa.nl

Ten geleide

De combinatie van een actiefslibstelsysteem en een nabezinktank kan worden omschreven als de conventionele techniek voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater. Door creatief om te gaan met het actiefslibstelsysteem kon door de jaren heen voortdurend worden geanticipeerd op nieuwe ontwikkelingen in de effluentei-zen, bijvoorbeeld voor fosfaat en stikstof. De nabezinktank vormt echter een belangrijke belemmering om de effluentkwaliteit verder te verbeteren.

Membranen vormen een alternatief voor de scheiding van slib en water en worden reeds langere tijd bijzondere mogelijkheden toegeschreven. Als membranen worden gecombineerd met een actiefslibstelsysteem ontstaat een membraanbioreactor (MBR). Deze innovatieve combinatie kan een belangrijke vooruitgang zijn voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater. In vergelijking tot de conventionele zuiveringstechniek wordt op een aanzienlijk geringer oppervlak een betere effluentkwaliteit geproduceerd.

Deze managementsamenvatting laat de mogelijkheden zien van de MBR-technologie voor de behandeling van huishoudelijk afvalwater. Dit gebeurt aan de hand van de resultaten van een pilot-onderzoek op de rwzi Beverwijk. Hierbij zijn vier MBR-pilotinstallaties getest onder verschillen-

de omstandigheden. De onderzoeksresultaten hebben inmiddels geleid tot het besluit een MBR demonstratie-installatie te bouwen op rwzi Varsseveld van waterschap Rijn en IJssel. De Nederlandse afvalwatersector heeft zich hiermee duidelijk geprofileerd, zowel inhoudelijk als met de wijze waarop dit resultaat is verkregen.

De instelling van een innovatiefonds was hierbij van groot belang. Dit fonds is bedoeld om risico's en extra kosten die verbonden zijn aan de introductie van innovaties in het waterbeheer, gezamenlijk te dragen. Het fonds wordt nu als eerste ingezet bij de ontwikkeling van de MBR-technologie.

De weg die bewandeld moet worden om innovaties in de praktijk tot uitvoering te laten komen is doorgaans een moeilijke, zo ook voor de MBR-technologie. Daarom mogen we tevreden zijn met het feit dat de afvalwatersector erin is geslaagd om in een kort tijdsbestek deze innovatie verder te ontwikkelen tot een systeem dat ook onder Nederlandse omstandigheden kan worden toegepast. Mede hierdoor heeft de ontwikkeling van de MBR-technologie wereldwijd een impuls gekregen.

Een belangrijke succesfactor bij het pilot-onderzoek in Beverwijk was de goede samenwerking tussen alle betrokken partijen. Het is van belang dat deze samen-

werking in de toekomst wordt gecontinueerd om de verdere ontwikkeling van de MBR-technologie te bevorderen en te kunnen beïnvloeden. Naast de samenwerking in de afvalwatersector is het van groot belang gebleken om ook de hogere overheid actief te betrekken bij de verdere ontwikkeling. Deze ondersteuning is nodig voor de implementatie van de MBR-technologie en andere nieuwe technologieën in zijn algemeenheid.

Het pilotonderzoek - uitgevoerd van begin 2000 tot eind 2001 - is gestart in opdracht van het hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier (USHN). Na een half jaar nam de STOWA dit over, om te zorgen voor voldoende representativiteit voor de Nederlandse waterbeheerders. Naast USHN en de STOWA hebben ook de Dienst Waterbeheer en Riolering (DWR), het zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden (ZHEW), het waterschap Regge en Dinkel (R&D) en het RIZA financieel aan het onderzoek bijgedragen. Dit geldt ook voor de betrokken leveranciers en DHV Water BV, dat het onderzoek heeft uitgevoerd en gecoördineerd.

Utrecht, maart 2002
De directeur van de STOWA
ir. J.M.J. Leenen

MBR-ontwikkelingstraject in Nederland

Integratie

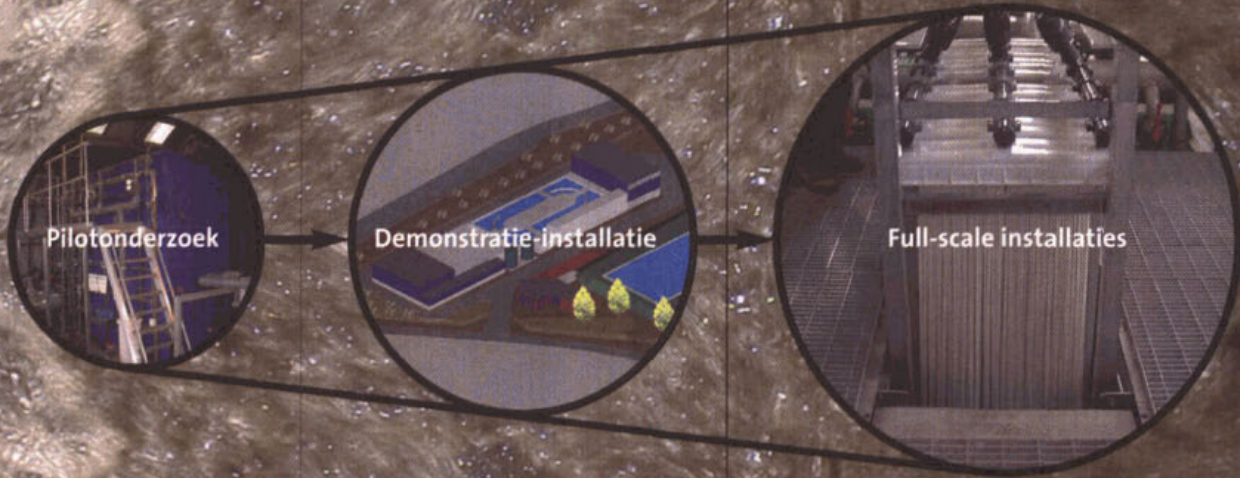
Rwzi Beverwijk

Applicatie

Rwzi Varsseveld

Markt

Diverse rwzi's



Fase 1: USHN
01 / 2000 - 09 / 2000

Fase 2: STOWA
09 / 2000 - 12 / 2001

10 m³/h

Ontwerp en realisatie
12 / 2001 - 06 / 2003

Onderzoek
06 / 2003 - 06 / 2004

750 m³/h

Ontwerp en realisatie
01 / 2003 - 01 / 2006

2.500 - 10.000 m³/h

01 / 2000

01 / 2006

Inleiding

De toepassing van de membraanbioreactortecnologie (MBR) kan een belangrijke vooruitgang betekenen voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater. In vergelijking tot de traditionele zuiveringstechnieken wordt op een aanzienlijk geringer oppervlak een betere effluentkwaliteit verkregen.

Tot voor kort kwam de MBR-technologie alleen in aanmerking voor industriële afvalwaterstromen. Voor de zuivering van laag geconcentreerd en grote hoeveelheden huishoudelijk afvalwater was de MBR-technologie onder specifiek Nederlandse omstandigheden niet interessant. Toch zijn onder meer in Canada, Japan, Engeland en Duitsland huishoudelijke MBR-installaties gerealiseerd. Het gaat hierbij om rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) met relatief kleine capaciteiten en situaties waarin een significante overheidsbijdrage een belangrijke rol speelde. Recent is ook in Nederland grote belangstelling ontstaan, mede op grond van de resultaten van een haalbaarheidsstudie naar de uitbreiding van de rwzi Beverwijk.

Thans doet zich de kans voor om de MBR-technologie in Nederland door te laten breken en verder te ontwikkelen tot een volwassen techniek. Daarvoor is binnen de afvalwatersector een breed gedragen ont-

wikkelingstraject in gang gezet. Dit traject bestaat uit de uitvoering van een vergelijkend onderzoek op pilotschaal, de realisatie van een demonstratie-installatie en vervolgens meerdere grootschalige rwzi's. Het doel van het pilotonderzoek is de integratie van kennis van membraan-technologie met bestaande kennis op het gebied van afvalwaterzuivering. De technische ontwikkeling, toepassing en opschaling van het MBR-concept zijn de belangrijkste doelstellingen van de demonstratie-installatie. Ten slotte wordt door de realisatie van full-scale MBR-installaties de markt verder gestimuleerd. Het gaat om een ontwikkelingstraject dat wereldwijd nog niet is gerealiseerd. Dit betekent een geweldige uitdaging voor de betrokken waterbeheerders, adviseurs, universiteiten en leveranciers.

Deze notitie vat de resultaten samen van het vergelijkend pilotonderzoek op de rwzi Beverwijk. Daarnaast wordt ingegaan op het verdere ontwikkelings- en opschalingstraject. Een brede en grootschalige introductie van de MBR-technologie in Nederland zal voor een groot deel worden bepaald door de wijze waarop de waterbeheerders en de overheid zich in het verdere traject zullen opstellen.

De MBR-technologie nader bekeken

In Nederland wordt afvalwaterzuivering voor het overgrote deel uitgevoerd met actiefslibinstallaties. Deze installaties zijn gebaseerd op een zuiveringsprincipe waarbij de biologische afbraak van verontreinigingen met behulp van bacteriën plaats vindt. Dit zogenaamde actiefslibproces is ontstaan aan het begin van de twintigste eeuw en in de loop van de tijd verbeterd en geschikt gemaakt voor de biologische verwijdering van fosfor en stikstof. In vergelijking tot andere zuiveringstechnieken is het actiefslibproces nog steeds ongeslagen voor wat betreft zuiveringsprestaties en flexibiliteit. Toch kent het actiefslibstelsel ook een aantal nadelen. Vandaar dat her en der ook andere zuiveringstechnieken worden getest en toegepast. Wat zijn de nadelen precies?

- In een actiefslibstelsel worden actiefslib en effluent van elkaar gescheiden door bezinking. Dit gebeurt in de nabezinktank. Omdat dit proces niet 100% effectief is, komt altijd een klein deel van het actiefslib met het effluent in het oppervlaktewater terecht.
- Soms ontstaan er problemen met de bezinkbaarheid van het actiefslib. Dit kan leiden tot een sliboverstort, waardoor vervuiling van het oppervlaktewater optreedt.
- Doordat het actiefslibstelsel afhankelijk

is van de bezinkeigenschappen van het actiefslib, kunnen in het zuiveringsproces geen hoge slibconcentraties worden toegepast.

- Actiefslibinstallaties nemen veel ruimte in beslag door de benodigde omvang van de actiefslibtanks en de nabezinktanks.

De MBR-technologie is gebaseerd op een combinatie van het actiefslibproces en membraanfiltratie in één zuiveringsstap. Scheiding van actiefslib en effluent vindt plaats met behulp van membranen, waarmee alle (rest) zwevende stof uit het water wordt verwijderd. De biologische werking van de zuivering is vergelijkbaar met het conventionele actiefslibproces. De zuiveringsprestaties en flexibiliteit van het actiefslibstelsel blijven in de MBR behouden. Ten opzichte van conventionele actiefslibinstallaties heeft de MBR drie belangrijke voordelen:

- De benodigde ruimte voor een MBR-zuiveringsinstallatie is veel kleiner, omdat geen nabezinktanks nodig zijn, en omdat bij het zuiveren een twee tot vijf maal zo hoge slibconcentratie kan worden toegepast.
- De effluentkwaliteit is beter, omdat al het niet-opgeloste materiaal uit het effluent wordt tegengehouden door de membranen. Hierdoor worden zware metalen,

organische micro-verontreinigingen, bacteriën, virussen en kleur extra verwijderd.

- Er treden geen problemen meer op met de overstort van slib.

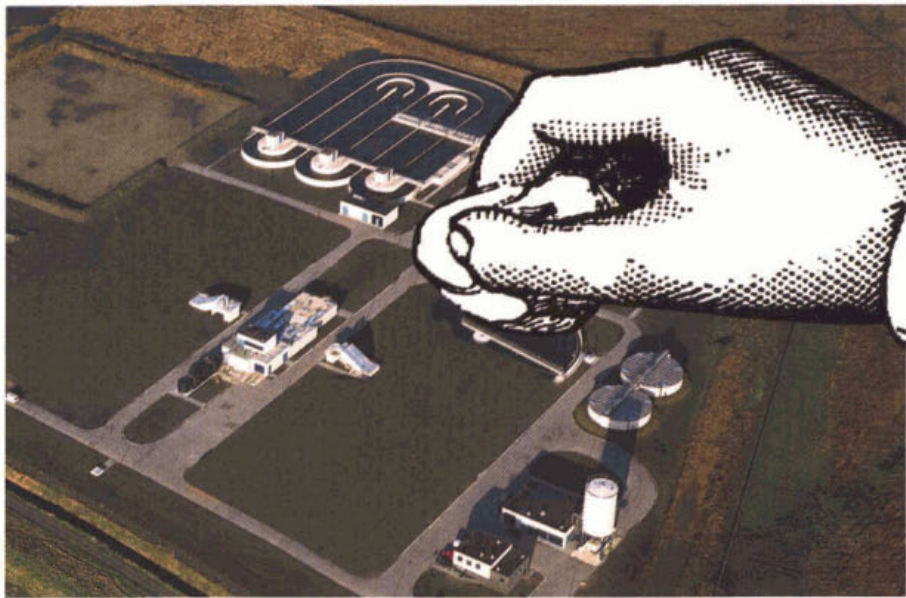
Ten opzichte van conventionele actiefslibinstallaties heeft de MBR ook twee belangrijke nadelen:

- Het energieverbruik voor met name de beluchting van het actiefslib ligt hoger. Door de hoge slibconcentratie neemt de viscositeit in het actiefslibmengsel toe en daalt de zuurstofoverdracht.
- De ervaring op grootschalige rwzi's en onder Nederlandse condities met sterk variërende aanvoer is tot nu toe beperkt.

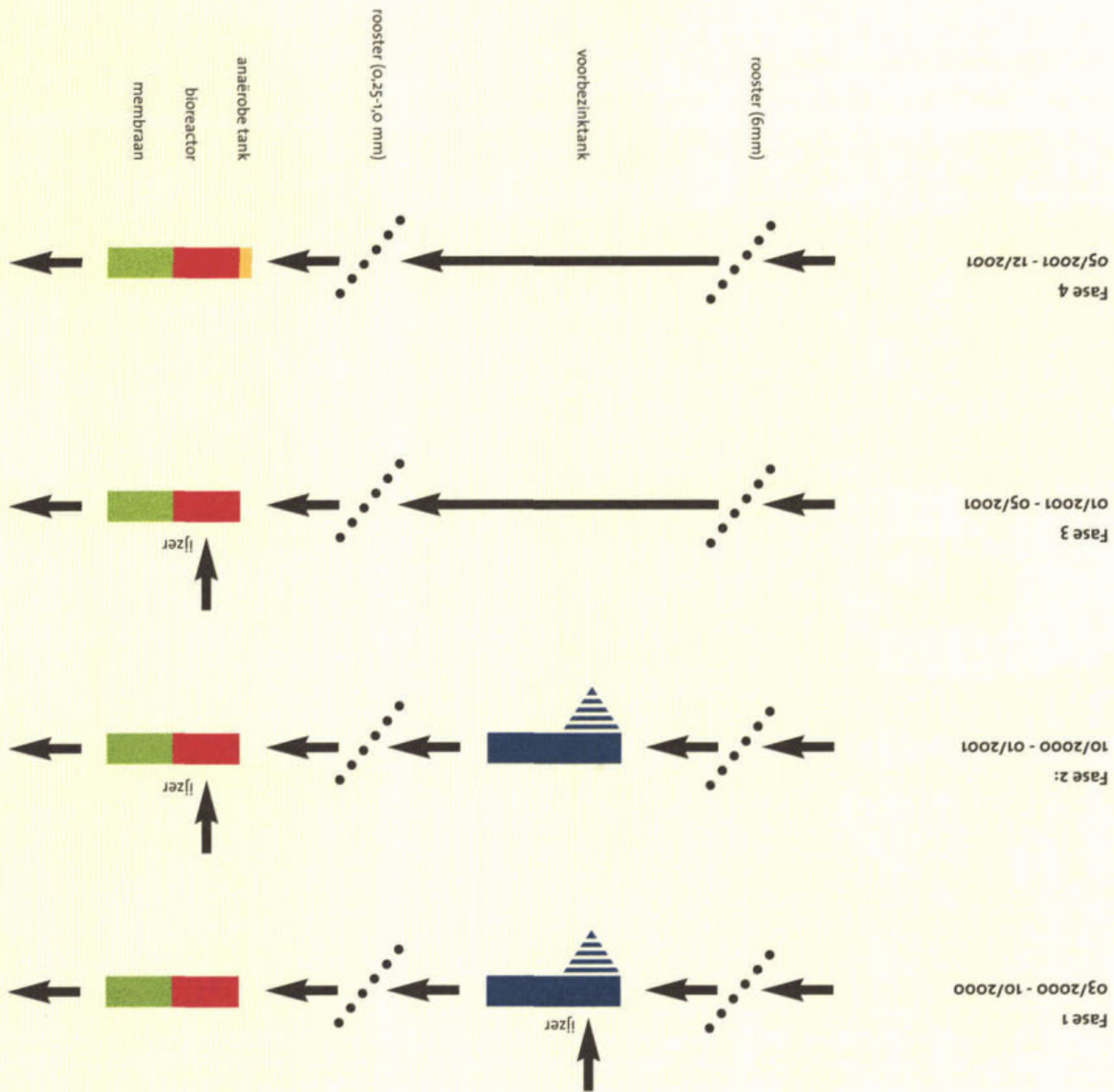
Ondanks de genoemde nadelen biedt de MBR-technologie grote mogelijkheden. Zeker in een land als Nederland, waar bijna alle rwzi's van het type actiefslib zijn, waar ruimte steeds schaarser wordt, en waar de kwaliteit van het oppervlaktewater lokaal (sterk) moet worden verbeterd.



Aerobische Iv - Bitterdam



Met de klok mee: drijfslagvorming nabezinktank; de twee luchtfoto's van rwzi Zwijndrecht illustreren de ruimtebesparing; effluent MBR; puntbeluchter.



De start op RWZI Beverwijk

In het kader van de ontwikkeling van de MBR-technologie zijn haalbaarheidsstudies verricht naar de toepasbaarheid van het MBR-concept op grootschalige rwzi's in Nederland. De hieruit voortvloeiende conclusies waren positief en zijn voorgelgd aan de Nederlandse waterbeheerders. Op grond hiervan werd begin 2000 een grootschalig pilotonderzoek gestart naar de toepassing van het MBR-concept onder specifiek Nederlandse omstandigheden. Hierbij moet worden gedacht aan de sterk variërende influentsamenstelling en -hoeveelheid, en de lage procestemperaturen onder winterse omstandigheden. Het pilotonderzoek liep tot eind 2001 en is uitgevoerd op de rwzi Beverwijk.

Het doel van het pilotonderzoek was het integreren en verder uitbouwen van de kennis op het gebied van membraanfiltratie en actiefslibtechnologie, het vaststellen van de technische haalbaarheid van het MBR-systeem en het elimineren van onzekerheden. Als randvoorwaarden golden dat het pilotonderzoek moest worden uitgevoerd onder voor Nederland representatieve omstandigheden en op een zodanige grootte dat opschaling mogelijk zou zijn. Verder dienden verschillende membraansystemen met elkaar te worden vergeleken. Er werd besloten gebruik

te maken van de mondiaal aanwezige kennis bij meerdere partijen.

Onderzoeksopzet

Gebaseerd op de mondiale MBR-markt en relevante ervaringen met MBR-technologie zijn vier membraanleveranciers geselecteerd om binnen het pilotonderzoek op de rwzi Beverwijk te participeren. De leveranciers zijn Kubota (Japan), Mitsubishi (Japan), X-Flow (Nederland) en Zenon (Canada), die elk een pilotinstallatie hebben geplaatst op het terrein van de rwzi Beverwijk. Deze pilotinstallaties zijn in de loop van het onderzoek geoptimaliseerd om in vier verschillende onderzoeksfasen de algemeen geldende lozingsniveaus voor N_{totaal} en P_{totaal} van respectievelijk <10 en <1 mg/l te bereiken. De vier onderzoeksfasen kunnen als volgt worden onderscheiden:

Fase 1: Voorbezonden afvalwater in combinatie met chemische P-verwijdering in de voorbezinktanks.

Fase 2: Voorbezonden afvalwater in combinatie met simultane P-verwijdering in de MBR-installaties.

Fase 3: Ruw influent gevolgd door simultane fosfaatverwijdering in de MBR-installaties.

Fase 4: Ruw influent en biologische P-verwijdering in de MBR-installaties.

Van het initiële concept dat Membranen (M) en BioReactoren (BR) als twee onafhankelijk van elkaar opererende systemen worden gezien is snel afgestapt. De beide procesonderdelen blijken zodanig interactief dat het MBR-proces als één integraal systeem dient te worden beschouwd.

Vanuit dit oogpunt zijn vijf deelstudies uitgevoerd ter optimalisatie van parameters die het MBR-proces beïnvloeden. Deze deelstudies hebben achtereenvolgens betrekking op de voorbehandeling, de membraanreiniging, het energieverbruik, de effluentkwaliteit en de slibverwerking. Op de volgende pagina staat een overzicht van de partijen die betrokken waren bij het onderzoek.

De deelnemers aan de projectgroep zijn bij het onderzoek betrokken vanwege hun specifieke expertise op het gebied van MBR-applicatie bij de zuivering van huishoudelijk afvalwater. Zij brachten deze expertise in bij de opzet en uitvoering van het onderzoek.

Een begeleidingscommissie bracht in september 2000 onafhankelijk van de uitvoerenden en de projectgroep, een positief advies uit over de toepasbaarheid van de MBR-technologie voor de rwzi Beverwijk, en meer in zijn algemeenheid voor toepassing binnen Nederland.

Opdrachtgevers

USHN (01/2000 - 08/2000)

STOWA (09/2000 - 12/2001)

Uitvoering

DHV Water BV

Leveranciers - vertegenwoordigers

Kubota - Solis

Mitsubishi - Grontmij

Stork - XFlow - NUON

Zenon

Projectgroep

DHV Water BV

USHN

Universiteit Aachen

Universiteit Delft

Universiteit Stuttgart

Süddeutsche Abwasser Gesellschaft

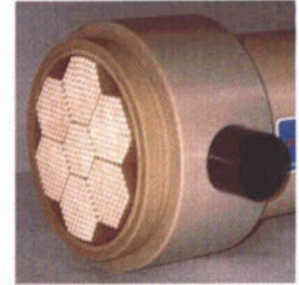
TNO

BRCC

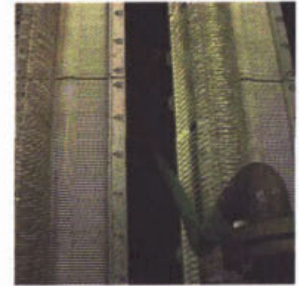
Alfa Laval



Stork module



Kubota module



Mitsubishi module



Zenon module



De resultaten op een rij

Resultaten "Biologische zuivering"

De biologische prestaties van de MBR-installaties zijn vanzelfsprekend afhankelijk van de influentkwaliteit en de procesomstandigheden. Gebleken is dat de biologische werking bij eenzelfde belasting en debietvariëaties vergelijkbaar is met die van conventionele actiefslibsystemen. Desondanks zijn er ook enkele kenmerkende verschillen waarmee rekening dient te worden gehouden. Met betrekking tot de stikstofverwijdering dient te worden gedacht aan de procesomstandigheden in de ruimten waarin de membranen zijn geplaatst. Deze zijn sterk afwijkend van de traditionele situatie met een nabezinktank en hebben een grote invloed op de stikstofverwijdering. Ook de verrassende mogelijkheden van biologische fosfaatverwijdering houden mogelijk kerwijs hiermee verband.

In vergelijking tot het CZV-effluentgehalte (Chemisch Zuurstof Verbruik) van de rwzi Beverwijk van circa 50 mg/l zijn met de MBR-installaties gehalten van circa 20 tot 35 mg/l bereikt.

Met betrekking tot de verwijdering van stikstof (N) zijn na diverse procesoptimalisaties in alle fasen goede resultaten verkregen, ook bij de maatgevende lage procestemperaturen in de winterperiode. Tijdens de fasen 3 en 4 is gebleken dat

met ruw afvalwater in de MBR-pilotinstallaties zelfs N_{totaal} -concentraties van 5 mg/l haalbaar waren. Voor een vergaande stikstofverwijdering dient in het MBR-ontwerp wel rekening te worden gehouden met de eerder genoemde specifieke verschillen ten opzichte van een conventionele rwzi.

Met betrekking tot de verwijdering van fosfaat (P) zijn met simultane P-verwijdering zeer lage P-effluentconcentraties verkregen. Bij normale chemicaliëndoseringen werden concentraties $< 0,5 \text{ mg } P_{\text{totaal}}/\text{l}$ gemeten. De veronderstelling dat ook biologische P-verwijdering in een MBR-installatie mogelijk zou zijn, is in fase 4 duidelijk aangetoond.

Oriënterend is gekeken naar andere kwaliteitsparameters van het MBR-effluent. Hieruit blijkt dat bacteriën en virussen vergaand tot volledig worden tegengehouden. In vergelijking met de effluentkwaliteit van conventionele systemen worden zware metalen en microverontreinigingen extra verwijderd.

Onder vergelijkbare omstandigheden is de slibproductie van de MBR-pilotinstallaties hetzelfde als van traditionele actiefslibinstallaties. Als slibverwerkingsmogelijkheden zijn gravitatie- en mechanische indikking, ontwatering en gisting onderzocht. Ook hiervoor geldt dat de

resultaten vergelijkbaar zijn met slib van traditionele systemen. Wel dient rekening te worden gehouden met de invloed van de slibkwaliteit van MBR-installaties bij de keuze van indikkings- en ontwateringsprincipes. Deze keuze ligt gevoeliger, ondanks het feit dat het MBR-slib in de pilotinstallaties over het algemeen goede bezinkingseigenschappen vertoonde.

Resultaten "Membraanfiltratie"

Tijdens het onderzoek is gebleken dat de werking van de membranen sterk afhankelijk is van de actiefslibeigenschappen. Veel problemen met bestaande MBR-installaties zijn terug te voeren op het feit dat hiermee geen rekening is gehouden. De procesvoering en reinigingsprocedures van alle membraansystemen zijn tijdens het onderzoek vergaand aangepast en geoptimaliseerd. Dit heeft voor elk systeem een kader voortgebracht, waarbinnen de membranen goed functioneerden en het vervuilingsgedrag in de hand kon worden gehouden. De betrouwbaarheid van het MBR-systeem onder de specifieke Nederlandse omstandigheden met een sterk variërende aanvoersituatie is hierdoor enorm toegenomen. Daarnaast is een forse reductie van het chemicaliënverbruik voor de membraanreiniging verkregen. Hierdoor wordt ook de levensduur

van membranen positief beïnvloed. Al met al zijn de oorspronkelijke verwachtingen overtroffen.

Een andere belangrijke bijdrage aan een goede membraanwerking heeft betrekking op de voorbehandeling van het afvalwater. De vereiste voorbehandeling is beduidend intensiever dan benodigd bij een conventioneel systeem en voorkomt vervuiling van de membranen door haren, vet en grove bestanddelen.

Conform verwachting ligt het energieverbruik van een MBR-installatie hoger dan dat van een conventionele installatie.

Tijdens het onderzoek is dit verbruik door optimalisatie vergaand gereduceerd, waardoor de verschillen beduidend kleiner zijn geworden.

Evaluatie

Een vergelijking tussen de vier pilotinstallaties laat zien dat er grote verschillen zijn op het gebied van biologische zuivering en membraanwerking. De bedrijfsvoering van elk systeem is omschreven binnen bepaalde grenzen met betrekking tot sturing en ontwerp. Binnen deze grenzen bleken uiteindelijk Kubota en Zenon goed en consistent te presteren. Deze systemen kunnen thans betrouwbaar worden toegepast voor de behandeling van huishoudelijk afvalwater. Ook de systemen van

Mitsubishi en Xflow hebben een aanzienlijke progressie doorgemaakt.

Uitgaande van de verkregen resultaten is de verwachting dat een betrouwbaar systeem kan worden gerealiseerd, ofschoon verder onderzoek noodzakelijk wordt geacht om dit te kunnen onderbouwen.

Veel van de onzekerheden binnen de MBR-technologie zijn tijdens het pilotonderzoek nader bekeken. Alle risico's die vooraf aan het onderzoek waren gedefinieerd zijn onderzocht en geëlimineerd of gereduceerd tot een acceptabel niveau. Vele aspecten zijn reeds vertaald in de wijze van ontwerpen en dimensioneren.

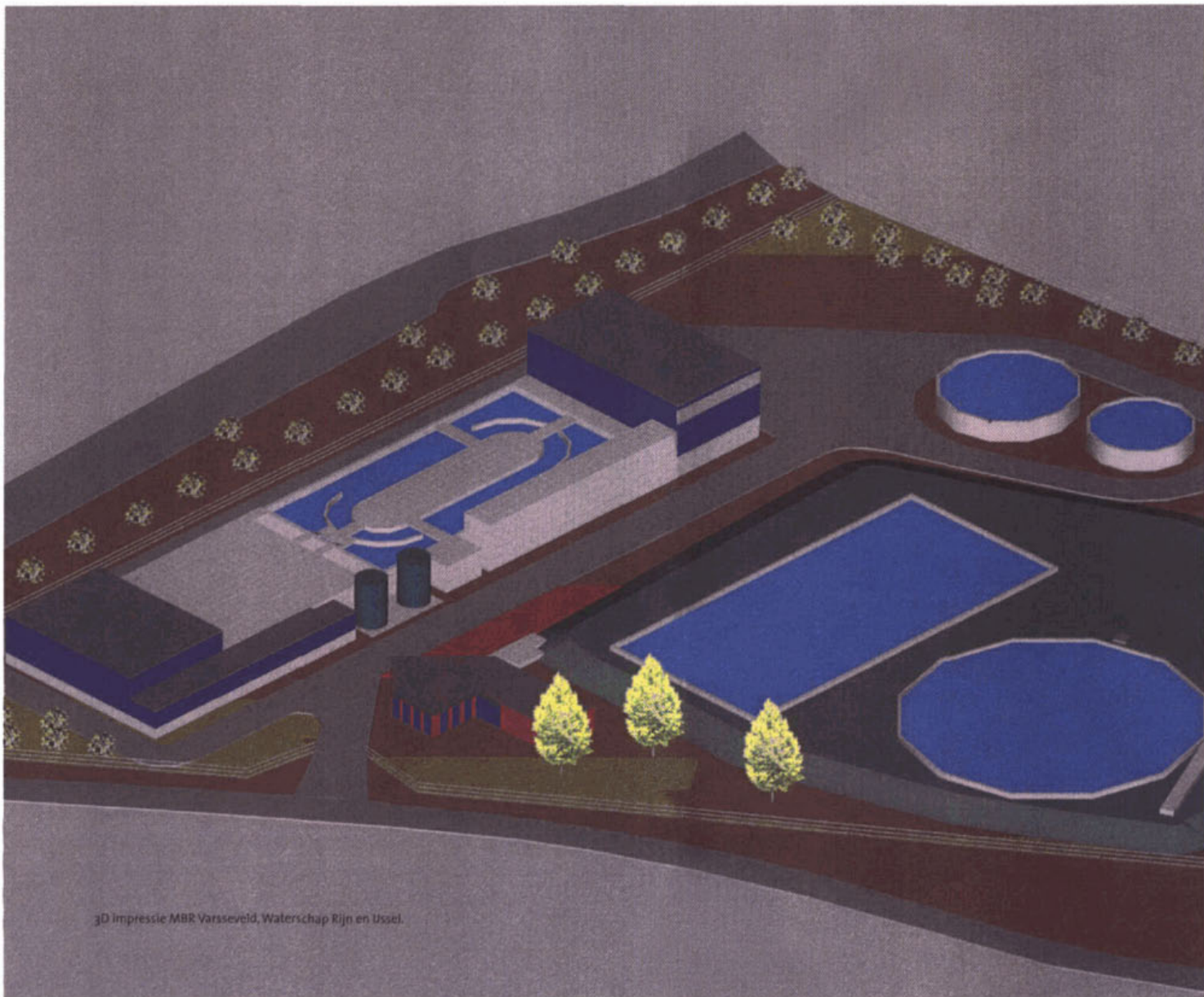
De mondiaal aanwezige kennis op het vlak van huishoudelijke MBR-technologie was relatief gering en vaak gericht op specifieke, voor een bepaald land geldende, soorten afvalwater en aanvoercharacteristieken. De geteste procescondities aangaande de Nederlandse situatie zijn uniek in vergelijking tot elders en hebben geleid tot nieuwe inzichten en methodes voor de optimalisatie van MBR-systemen.

Concluderend kan worden gesteld dat het onderzoek op de rwzi Beverwijk eind 2001 succesvol is afgerond. De ervaringen zijn vastgelegd in een STOWA-rapport dat voor alle waterbeheerders en verdere belangstellenden toegankelijk is. De

gestelde doelen zijn meer dan bereikt, waardoor de volgende fase - de realisatie van een demonstratie-installatie - kon worden gestart.

Met de klok mee: ATV bijeenkomst MBR-installatie Biochemie (Oostenrijk); MBR-proefinstallatie Büchel (Duitsland);
MBR-installatie Markranstädt (Duitsland); MBR-installatie te Key Colony (USA); MBR-installatie Porlock (Engeland).





3D impressie MBR Varsseveld, Waterschap Rijn en IJssel.

De eerste MBR in Nederland

Op basis van de resultaten van het pilot-onderzoek heeft het Waterschap Rijn en IJssel besloten een MBR-installatie te plaatsen op de rwzi Varsseveld. Deze rwzi krijgt een hydraulische capaciteit van 755 m³/h en zuiveringscapaciteit van 23.150 i.e. De installatie is ontworpen voor een effluentkwaliteit van 5 mg N_{totaal}/l en 0,15 mg P_{totaal}/l.

Voor de bouw van de MBR-installatie kan het waterschap gebruik maken van een financiële bijdrage uit het innovatiefonds. Dit fonds - ingesteld in 2001 - is een logisch gevolg van de keuze van de waterbeheerders om in STOWA-verband innovatieve technologieën een goede kans te geven zich in de praktijk te bewijzen. Het innovatiefonds is bedoeld om risico's en extra kosten die hiermee verbonden zijn, als sector gezamenlijk te dragen.

Naast financieel draagvlak is het ook belangrijk dat het werkveld enthousiast wordt voor de MBR-technologie en deze technologie wil gaan toepassen bij de zuivering van huishoudelijk afvalwater. Om dit te ondersteunen hebben in 2001 achttien bedrijfsvoerders en afvalwater-specialisten van verschillende waterbeheerders een intensief MBR-opleidingsprogramma gevolgd. Het programma bestond uit een theoretisch en praktisch gedeelte. Het werd afgesloten met een

examen. Dit werd door alle kandidaten met goed gevolg afgelegd. Sedert juni 2001 waren de bedrijfsvoerders die deelnamen aan de cursus, mede verantwoordelijk voor de procesvoering van de pilot-installaties op de rwzi Beverwijk. Het opleidingsprogramma is van groot belang geweest om waterbeheerders goed voor te bereiden op de introductie van de MBR-technologie in de praktijk. Deze voorbereiding zal maximaal worden benut bij de opstart van de MBR-installatie te Varsseveld.

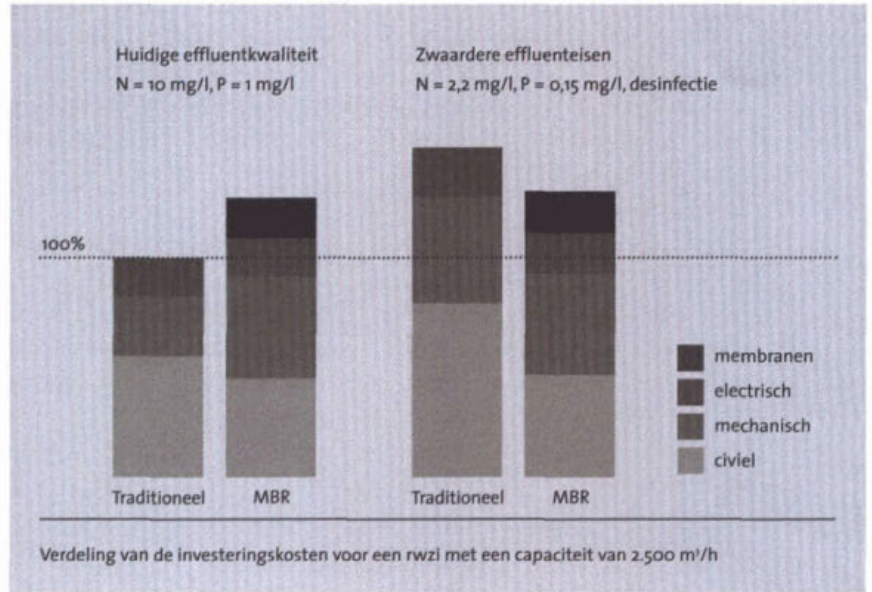
Door de Stichting Wateropleidingen wordt hieraan een vervolg gegeven. Tweemaal per jaar zal de cursus "Membraanbioreactor: Een nieuwe zuiveringstechnologie" worden verzorgd.



Boven: diploma-uitreiking van de cursisten. Onder: MBR-opleiding op locatie.

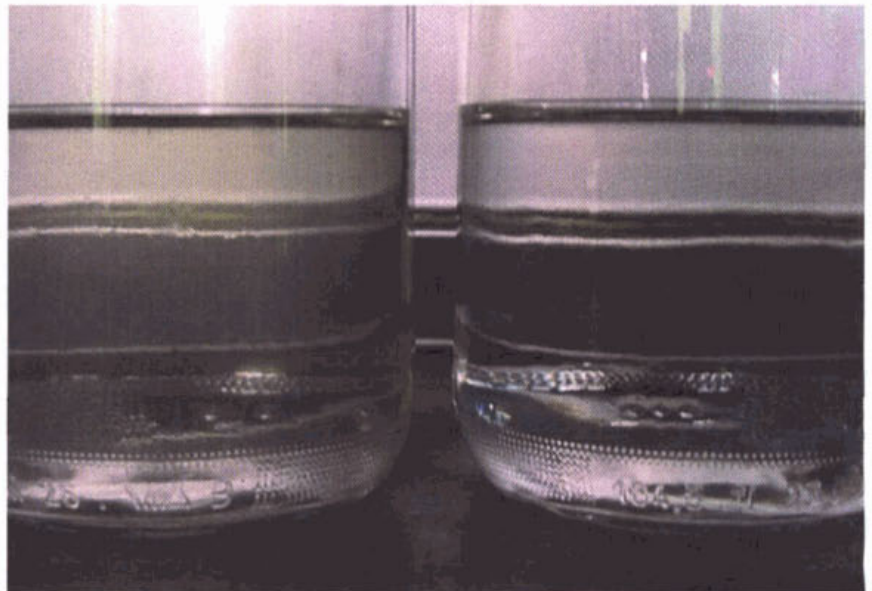


Foto boven: Zenon MBR-module. Midden: effluent MBR. Onder: vergelijking effluent rwzi Beverwijk en MBR-installatie.



Parameter	Maximum concentratie	Eenheid
Stikstof	2,2	mg/l
Fosfor	0,15	mg/l
Cadmium	0,4	µg/l
Koper	1,5	µg/l
Nikkel	5,1	µg/l
Lood	11	µg/l
Zink	9,4	µg/l
Arseen	25	µg/l
Naftaleen	1,2	µg/l
Parathion(-ethyl)	2	ng/l
Aldrin	1	ng/l
Dieldrin	9	ng/l

Belangrijke MTR-parameters



MBR en zijn perspectief

De toekomstige mogelijkheden voor MBR-technologie in Nederland zijn vooral afhankelijk van een verdere verbetering van de technologie, de economische haalbaarheid, de relatie tussen de geleverde effluentkwaliteit en de gestelde effluent-eisen en de samenwerking tussen marktpartijen. Hieronder gaan we kort in op deze factoren.

Een voortschrijdende technologie

De MBR-technologie heeft mede door het onderzoek op de rwzi Beverwijk een enorme impuls gekregen. De procesvoering van MBR-installaties is verbeterd en meerdere leveranciers hebben nieuwe membraanmodules ontwikkeld. Deze ontwikkelingen zetten met de toenemende belangstelling voor de MBR-technologie door. Uiteindelijk leidt dat tot betere prestaties van MBR-installaties.

Voor de toepassing van MBR-technologie op praktijkschaal is een aantal belangrijke aandachtspunten geformuleerd. Deze hebben vooral betrekking op het schoonmaken van de membranen, de hydraulische aspecten van het ontwerp en de besturing van een MBR-installatie. De demonstratie-installatie Varsseveld is bedoeld om een bevredigend antwoord te vinden op deze aandachtspunten, zodat een verdere opschaling betrouwbaar kan

worden gerealiseerd. Het is daarbij van groot belang dat alle betrokken partijen goed geïnformeerd blijven, zodat ervaringen kunnen worden gedeeld.

Economisch haalbaar?

De beoogde ontwikkeling van de MBR-technologie kan alleen doorgang vinden als de economische haalbaarheid op de lange termijn is gewaarborgd. Diverse haalbaarheidsstudies wijzen op dit moment uit dat een MBR-installatie haalbaar is, als sprake is van kleine zuiveringen en zwaardere effluenteisen. Voor grotere zuiveringen bij de huidige effluenteisen is de MBR-technologie nog duurder dan conventionele systemen. Hierbij speelt mee dat de MBR-technologie qua dimensionering nog niet is geoptimaliseerd en dat de prijzen van membranen nog relatief hoog zijn door de geringe productie-aantallen. Naar verwachting zal de markt voor MBR-installaties in Nederland en daarbuiten echter snel groeien. Hierdoor zal het MBR-concept voor veel rwzi's in de toekomst een financieel haalbaar alternatief kunnen zijn. Om inzicht te krijgen in de marktpotenties op korte en lange termijn heeft de STOWA een studie uitgevoerd. Hierbij zijn de succes- en faalfactoren in beeld gebracht.

Een voorbeeld waaruit een indruk kan

worden verkregen van de investeringskosten van een MBR-installatie in relatie tot de kosten van een conventionele installatie is hiernaast afgebeeld. Het betreft de realisatie van een nieuwe installatie met een capaciteit van 2500 m³/h en bijzondere aandacht voor de effluentkwaliteit. Afgezien van de kosten voor de membranen komt nadrukkelijk de andere verhouding tussen de civiele, werktuigbouwkundige en elektrotechnische installaties naar voren. De jaarlijkse kosten liggen voor de zwaardere effluenteisen voor beide systemen op een vergelijkbaar niveau.

Eisen versus kwaliteit

Bij het stellen van eisen houdt de wetgever rekening met de huidige stand der techniek. Normaal gesproken verlangt de wetgever niet meer dan toepassing van de best uitvoerbare techniek (BUT). Slechts in uitzonderlijke gevallen kan hij toepassing eisen van de best beschikbare techniek (BBT).

Voor zuivering van huishoudelijk afvalwater geldt de actiefslibinstallatie momenteel als best uitvoerbare techniek. Niettemin stemmen verschillende waterbeheerders hun beleid af op mogelijkheden om binnen afzienbare tijd een betere effluentkwaliteit te realiseren, met name

in ecologisch gevoelige oppervlaktewateren. Voor het realiseren van deze effluentkwaliteit komt de MBR-technologie nadrukkelijk in beeld. Twee waterbeheerders hebben in dit kader besloten ervaring op te doen met de MBR-technologie. Op de rwzi Maasbommel heeft waterschap Rivierenland een MBR-proefinstallatie met een capaciteit van 20 m³/h gebouwd. Het waterschap onderzoekt in hoeverre met deze installatie MTR-kwaliteit haalbaar is, in vergelijking met een conventionele zuivering met aanvullende zandfiltratie. Ook DWR heeft besloten tot plaatsing van een proefinstallatie om deze mogelijkheid te onderzoeken voor de situatie Hilversum. De STOWA-begeleidingscommissie blijft bij deze onderzoeken betrokken. Daarnaast speelt in dit verband ook de belangstelling voor waterhergebruik en lozing op water met recreatieve doelstellingen een rol. Daarvoor zal in veel gevallen een verdergaande afvalwaterzuivering noodzakelijk zijn. De versnelde toepassing van MBR op grote rwzi's zal een extra stimulans zijn. Hiermee ontwikkelt zich een beter presterende techniek richting best uitvoerbare techniek. Ten slotte: De toekomstige wettelijke effluenteisen zijn zonder twijfel van invloed op het succes van MBR. Hoe scherper die worden, hoe meer kans van slagen MBR-

technologie lijkt te hebben. Maar wellicht minstens zo belangrijk is de kijk van de Nederlandse waterbeheerders op de kwaliteit van het oppervlaktewater en de wijze waarop ze hun maatschappelijke verantwoordelijkheid invullen.

Samenwerking: sleutel tot succes

Eén van de belangrijkste succesfactoren bij het onderzoek op de rwzi Beverwijk was onmiskenbaar de samenwerking tussen alle betrokken partijen. De investeringen die gezamenlijk zijn gedaan, hebben geleid tot een niet eerder ontstaan commitment in de afvalwatersector. De opzet van het innovatiefonds is daarvan slechts één facet. Een ander belangrijk facet betreft de opbouw van fundamenteel en toegepast wetenschappelijk onderzoek naar MBR-technologie in Nederland dat inmiddels door vele universiteiten is ingezet. Een vervolg hiervan is vanzelfsprekend uitermate wenselijk. De samenwerking tussen Nederlandse waterbeheerders, universiteiten, adviseurs en leveranciers heeft marktpartijen laten zien dat de MBR-ontwikkeling in Nederland door alle partijen wordt gedragen. Hierdoor zijn de membraanleveranciers bereid significant bij te dragen aan de verdere ontwikkeling van de MBR-technologie.

Het is van groot belang dat de samenwerking in de afvalwatersector in de nabije toekomst wordt gecontinueerd en tot uiting blijft komen. Zo blijft het voor meerdere leveranciers een interessante markt, waardoor noodzakelijke concurrentie wordt verkregen. Dit stimuleert niet alleen verdere technische ontwikkelingen, maar leidt naar verwachting ook tot een verdere prijsdaling van membranen. Buitengewoon belangrijk is ook de reeds getoonde positieve houding van de hogere overheid. Kijkend naar de MBR-ontwikkeling in omliggende landen blijkt deze ondersteuning van groot belang voor de implementatie van de MBR-technologie en nieuwe technologieën in zijn algemeenheid. Met de MBR als voorbeeld kan de bereikte samenwerking een uitdaging voor de toekomst betekenen.

Met de klok mee: rwzi Beverwijk bij ondergaande zon; excursie expertgroep; bezoek projectgroep; bezoek bestuur USHN aan onderzoekslocatie; excursie rwzi Beverwijk.



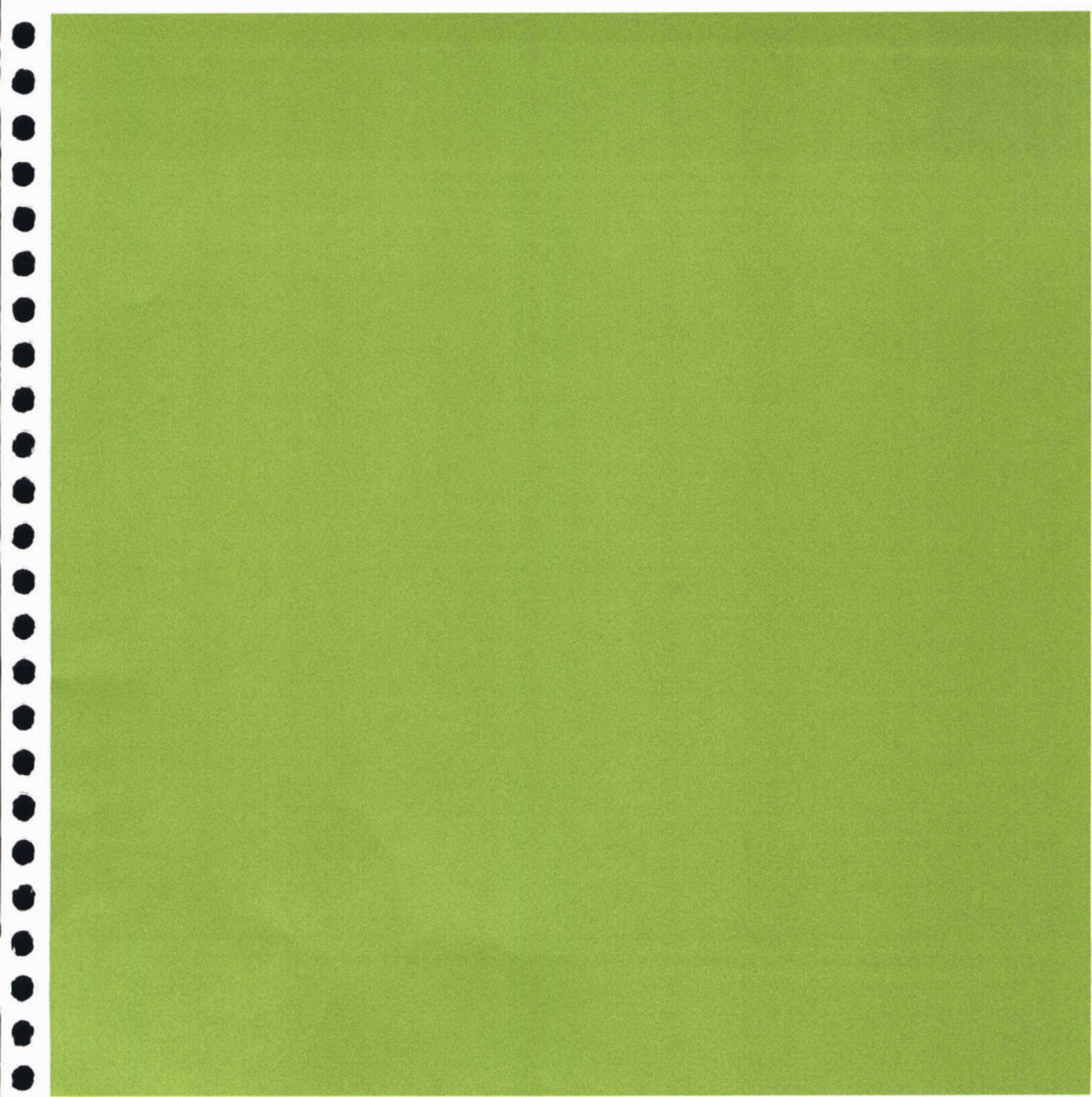
MBR in de kijker

Het pilotonderzoek in Beverwijk heeft de ontwikkeling van de MBR-technologie in zeer korte tijd wereldwijd een belangrijke impuls gegeven. De Nederlandse afvalwatersector heeft zich hiermee nationaal en internationaal duidelijk geprofileerd, zowel inhoudelijk gezien als met de wijze waarop dit resultaat is verkregen. Nederland bouwt met het onderzoek voort aan haar goede imago in de watersector.

Nederlandse ontwikkelingen op het gebied van afvalwaterzuivering zijn in het verleden vaak succesvolle exportgoederen gebleken. MBR-technologie lijkt zo'n ontwikkeling. Dat blijkt onder meer uit een speciale internationale uitgave van H₂O over MBR-technologie, die in oktober 2001 uitkwam. Vele geïnteresseerden uit binnen- en buitenland zijn op bezoek geweest op de rwzi Beverwijk. Daarnaast is het MBR-project opgenomen in de Teleac-cursus Waterbeheer die in het najaar van 2001 is uitgezonden. Om het belang van kennisoverdracht te onderstrepen, blijft de STOWA de komende jaren hierin een prominente rol vervullen.



idtv maakt opnames voor de Teleac-cursus Waterbeheer.



COLOFON

Het onderzoek is in opdracht van de STOWA uitgevoerd door een projectteam van DHV Water BV bestaande uit D.P. Lawrence B.Eng (hons), ir A.G.N. van Bentem, P. van der Herberg en drs. R.M.W. Kraan. Het projectteam stond onder leiding van ir H.F. van der Roest.

Het onderzoek is begeleid door een begeleidingscommissie waarin onder voorzitterschap van ing. A.A.J.C. Schellen (Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden) zitting hadden: ir A.H. Dirkwager (RIZA), ir K.F. de Korte (Dienst Waterbeheer en Riolerings), dr. J. Kruithof (NV PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland), ir J.W. Mulder (Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden), ir P.J. Roeleveld (STOWA), ir R.M.W. Schemen (Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier), ir P.F.T. Schyns (Waterschap Rijn en IJssel), ing. J.G. Segers (Zuiveringsschap Rivierenland), ir P.I.M. Walet (Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost-Brabant) en ing. H.J. Ellenbroek (Waterschap Regge en Dinkel).

UITGAVE

Stowa
Arthur van Schendelstraat 816
Postbus 8090
3503 RB Utrecht
tel. 030 232 11 99
fax 030 232 17 66
e-mail stowa@stowa.nl
<http://www.stowa.nl>

TEKST

Helle van der Roest
Paul Roeleveld

VORMGEVING

Nicoline Caris BNO
Amsterdam

DUKWERK

Drukkerij Elco,
Amsterdam

FOTOGRAFIE

Helle van der Roest
DHV Water bv

BESTELLEN

Publicaties en het
publicatieoverzicht
van de Stowa kunt u
uitsluitend bestellen bij:

Hageman fulfilment
Postbus 1110,
3300 CC Zwijndrecht,
tel 078 629 33 32,
fax 078 610 42 87
e-mail hff@wxs.nl,

o.v.v. ISBN- of bestelnummer
en een duidelijk afleveradres.

ISBN 90-5773-165-7