



# ONDERZOEK MBR VARSSEVELD



RAPPORT

2006

06

ONDERZOEK MBR VARSSEVELD

DEELSTUDIERAPPORT

RAPPORT

2006

06

ISBN 90.5773.353.6



stowa@stowa.nl www.stowa.nl  
TEL 030 232 11 99 FAX 030 232 17 66  
Arthur van Schendelstraat 816  
POSTBUS 8090 3503 RB UTRECHT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen bij:  
Hageman Fulfilment POSTBUS 1110, 3330 CC Zwijndrecht,  
TEL **078 623 05 00** FAX 078 623 05 48 EMAIL [info@hageman.nl](mailto:info@hageman.nl)  
onder vermelding van ISBN of STOWA rapportnummer en een afleveradres.

# COLOFON

UITGAVE STOWA, UTRECHT, 2006

## PROJECTUITVOERING

### COÖRDINATIE

ir. A.G.N. van Bentem, DHV B.V.

ir. C.P. Petri, Waterschap Rijn en IJssel

ir. P.F.T. Schyns, Waterschap Rijn en IJssel

### ALGEMENE ONDERSTEUNING / BEDRIJFSVOERING

J. van Someren, Waterschap Rijn en IJssel

F.W.B. Jansen, Waterschap Rijn en IJssel

H. Lammers, Waterschap Rijn en IJssel

### DEELSTUDIE VOORBEHANDELING

ir. H. Brouwer, TNO

### DEELSTUDIE BEDRIJFSVOERING EN EFFLUENTKwalITEIT

ir. C.P. Petri, Waterschap Rijn en IJssel

### DEELSTUDIE VERWIJDERING BIJZONDERE STOFFEN

ir. A. Derksen, Grontmij/Aquasense

### DEELSTUDIE OC EN HYDRAULICA

ir. H. Brouwer, TNO

ir. L.M.M. de Bruin, DHV B.V.

### DEELSTUDIE SLIBKwalITEIT VERSUS FILTREERBAARHEID

ir. H. Brouwer, TNO

ir. A. Borger, TNO

dr. ir. H. Temmink, Wetsus

M. Remy M.Sc., Wetsus

ir. S.P. Geilvoet, TU Delft

ir. M. Keijmel, BRCC

### DEELSTUDIE SIMBA-MODELLERING

ir. A.G.N. van Bentem, DHV B.V.

ing. A.J.P. van den Berge, DHV B.V.

### DEELSTUDIE MEMBRANEN

ing. N. Nijman, DHV B.V.

ing. J. Verkuijlen, DHV B.V.

ir. A.G.N. van Bentem, DHV B.V.

### DEELSTUDIE SIMULATIE-UNIT

ing. N. Nijman, DHV B.V.

ir. A.G.N. van Bentem, DHV B.V.

ir. P.F.T. Schyns, Waterschap Rijn en IJssel

ir. C.P. Petri, Waterschap Rijn en IJssel

ir. F. Durieux, Zenon

ir. S. Bach, Zenon

### BEGELEIDINGSCOMMISSIE

ir. K.F. de Korte, Waternet

ir. P.F.T. Schyns, Waterschap Rijn en IJssel

ir. J.W. Mulder, Waterschap Hollandse Delta

ir. J.P.H. Piron, Waterschap Rivierenland

dr. ir. S.R. Weijers, Waterschap de Dommel

ir. F.D.G. Kiestra, Royal Haskoning

ir. H.F. van der Roest, DHV B.V.

ir. C.A. Uijterlinde, STOWA

DRUK Kruyt Grafisch Advies Bureau

STOWA rapportnummer 2006-06  
ISBN 90.5773.353.6

# TEN GELEIDE

De bouw van de MBR Varsseveld is een volgende stap in de MBR-ontwikkeling in Nederland welke met het pilot-onderzoek van Beverwijk in 2000 heeft aangevangen. Gesteund door een financiële bijdragen vanuit de EU (LIFE), het ministerie van Economische Zaken (EINP) en het Innovatiefonds van de STOWA, heeft het Waterschap Rijn en IJssel vervolgens besloten tot de bouw van de eerste grootschalige huishoudelijke MBR-installatie in Nederland. Gezien het belang van deze demonstratie installatie is door de STOWA, in nauwe samenwerking met het Waterschap Rijn en IJssel, DHV en de begeleidingscommissie, een uitgebreid onderzoeksprogramma opgesteld. De resultaten van het onderzoeksprogramma zijn vastgelegd in twee rapportages. Het doel van deze beide rapportages is om de ervaringen welke zijn opgedaan tijdens het onderzoek en in de eerste 16 maanden van de bedrijfsvoering, beschikbaar te maken voor alle waterschappen, onderzoeksinstituten, adviesbureaus en andere geïnteresseerden. Hierbij is de verdere ontwikkeling van de MBR als zuiveringstechniek gebaat.

Rondom de STOWA MBR-projecten is een intensieve samenwerking tussen diverse partijen ontstaan. De uitgebreide lijst van betrokkenen bij het onderzoeksprogramma MBR Varsseveld, is hiervan een voorbeeld. De STOWA heeft de ontwikkeling van de MBR-technologie in Nederland vanaf het begin ondersteund. Dit heeft geleid tot een versterking van de kennispositie en de bouw van een aantal installaties in Nederland (Varsseveld, Heenvliet, Ootmarsum en in de nabije toekomst Hilversum). De belangstelling voor MBR is sterk toegenomen, met name ten gevolge van de behoefte aan technieken waarmee een verbeterde effluentkwaliteit bereikt kan worden. Met name hybride MBR-varianten en ondergrondse installaties in stedelijke gebieden lijken interessante alternatieven te vormen. De potentie van de MBR-technologie is ook buiten de watermarkt niet onopgemerkt gebleven, getuige de prijsvraag “De vernufteling 2006” die DHV en Witteveen + Bos gezamenlijk hebben gewonnen.

Utrecht, juli 2006

De directeur van de STOWA  
ir. J.M.J. Leenen

# SAMENVATTING

De toepassing van de membraanbioreactor (MBR) kan een belangrijke vooruitgang betekenen voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater. In vergelijking tot de traditionele zuiveringstechnieken wordt op een aanzienlijk geringere oppervlakte een betere effluentkwaliteit verkregen. In Nederland is de laatste jaren door middel van pilot-onderzoek op verschillende lokaties (rwzi's van Beverwijk, Maasbommel, Leeuwarden en Hilversum) ervaring opgedaan met de MBR-technologie. De onderzoeksresultaten hebben geleid tot het besluit een MBR demonstratie-installatie te bouwen op de rwzi Varsseveld van het Waterschap Rijn en IJssel. Deze eerste full-scale MBR van Nederland is in december 2004 in bedrijf genomen.

In het eerste jaar van de MBR Varsseveld is een uitgebreid onderzoeksprogramma uitgevoerd. Dit onderzoeksprogramma bestond uit acht deelstudies waarvan er zeven in het onderhavige rapport zijn gebundeld. De deelstudie "bedrijfsvoering en effluentkwaliteit" is opgenomen in het hoofdrapport. Hieronder zijn de belangrijkste uitgangspunten en resultaten per deelstudie van dit rapport weergegeven.

Een aantal bevindingen en aanbevelingen zijn specifiek voor MBR-systemen met capillaire membranen en gelden niet of niet in dezelfde mate voor plaatmembranen.

## DEELSTUDIE VOORBEHANDELING

De voorbehandeling is een kritisch ontwerpaspect van MBR installaties. Een belangrijk verschil met de conventionele rwzi's zijn de hoge eisen die gesteld worden aan de verwijdering van haren, vezels, vet e.d.. Een effectieve voorzuivering is samen met de continuïteit van groot belang voor een goede membraanwerking. Voor de MBR Varsseveld is gekozen voor een serie-schakeling van achtereenvolgens fijnroosters, beluchte zand- en vetvang en microzeven.

In deze deelstudie is onderzoek gedaan naar het functioneren van de voorbehandeling van MBR Varsseveld. Doel van deze studie was inzicht te krijgen in:

- De bedrijfszekerheid en storingsgevoeligheid van de verschillende processtappen: niet de membranen maar de microzeven zijn de belangrijkste bron van storingen van de MBR Varsseveld geweest. Storingen aan de microzeven traden veelal op bij snelle belastingvariëaties. Om de storingsgevoeligheid te verbeteren zijn een reeks aanpassingen en optimalisaties uitgevoerd.
- Het stofspecifieke verwijderingsrendement per zuiveringstrap: hiervoor is een intensieve monsternamen en analysecampagne uitgevoerd. Opvallend hierbij is dat in de zand/vetvang nauwelijks verwijdering van influentcomponenten plaatsvindt. Ook olie en extraheerbare vetten worden vooral in de fijnroosters en de microzeven verwijderd en niet door de vetvang.
- De betekenis van de resultaten voor het procesontwerp en het functioneren van de MBR: voor de microzeven is 100% reservestelling noodzakelijk gebleken. Voor de fijnroosters is dit niet het geval. Het nut van een separate vetvang is niet aangetoond.

### DEELSTUDIE VERWIJDERING BIJZONDERE STOFFEN

Doel van dit onderzoek is om de werking van de MBR-installatie te onderzoeken, waarbij speciale aandacht is voor bijzondere stoffen zoals hormoonverstoorders, geneesmiddelen en pathogenen in het effluent. In de deelstudie is op basis van een beperkt aantal metingen in influent en effluent een beeld verkregen van de verwijdering van dergelijke componenten. Conform verwachting worden aan zwevend stof gebonden stoffen, zoals ftalaten en hogere PAK's, goed verwijderd. Ook bijna alle andere stoffen worden goed verwijderd. In het effluent worden nog enkele PAK's, zware metalen (met uitzondering van cadmium en kwik), hormoonverstoring, geneesmiddelen en onbekende stoffen aangetroffen. De concentraties nikkel en lood in het effluent overschrijden de voorlopige normen uit de Kader Richtlijn Water (KRW) voor het oppervlaktewater ongeveer een factor drie. Uit de meting van pathogenen blijkt dat het permeaat van de MBR Varsseveld voldoet aan de nieuwe Europese Zwemwaterrichtlijn.

### DEELSTUDIE OC EN HYDRAULICA

De OC is een belangrijke ontwerpparameter voor toekomstig te bouwen MBR-installaties. De OC is afhankelijk van een aantal factoren, in het bijzonder het type beluchting, het hydraulisch patroon en de  $\alpha$ -factor. Doel van deze deelstudie is de OC van de beluchters in zowel de beluchtingstank als de membraantank voor verschillende bedrijfsspecifieke situaties te bepalen, in samenhang met parameters zoals de vloeistofstroomsnelheid, het menggedrag en de  $\alpha$ -factor. De resultaten van OC en vloeistofstroomsnelheid in de beluchtingstank, zijn getoetst aan bestekspecificaties.

De OC metingen in schoon water hebben aangetoond dat de bestekspecificaties niet worden gehaald. Experimenteel is een OC-waarde van 191 kg O<sub>2</sub>/h bepaald, terwijl de garantiewaarde 273 kg O<sub>2</sub>/h bedraagt, een verschil van 28%. De oorzaak van de lage OC is waarschijnlijk een combinatie van twee factoren; een lage stroomsnelheid en optimistische ontwerpgrondslagen.

Op basis van de metingen in de membraantank is de specifieke zuurstofinbreng van de membraanbeluchting vastgesteld. Ook is aangetoond dat de menging in de membraantank zodanig is dat deze als een volledig gemengde tank kan worden beschouwd.

### DEELSTUDIE SLIBKWALITEIT

Hoofddoel van deze deelstudie was het verband te onderzoeken tussen eigenschappen van slib en de filtreerbaarheid. Nieuwe kennis kan mogelijk aanwijzingen geven voor een verbeterde procesvoering van het biologische zuiveringsproces, met als doel membraanvervuiling te reduceren. Voor de uitvoering van dit onderzoek zijn slib- en afvalwatermonsters genomen uit de MBR Varsseveld. Van deze monsters, en van fracties van deze monsters, werden de filtreerbaarheid en verschillende fysische en chemische parameters bepaald en vervolgens met elkaar vergeleken. De slibmonsters vertoonden een grote variatie voor alle gemeten parameters. De lozing van een industrieel polymeer, welke tot 9 mei 2005 heeft plaatsgevonden, is hiervoor mede verantwoordelijk. Filtratietesten lieten duidelijk zien dat de filtreerbaarheid van het slib in de periode na het stoppen van de lozing van het industriële polymeer veel beter was dan voor die tijd. Voor een aantal slibeigenschappen werd een sterke correlatie met de filtreerbaarheid gevonden. De sterkste correlaties met de filtreerbaarheid werden gevonden voor: "colloïdale" polysaccharides, de hydrofobiciteit in de slibvlokken en het organische stof gehalte van het slib.

Daarnaast is er specifiek gekeken naar veranderingen in het microscopisch beeld. De MBR Varsseveld is opgestart met slib uit de bestaande conventionele rwzi. Gelet op de verschillen tussen de procesvoering van de MBR en die van de bestaande installatie waren de gevolgen van de omschakeling voor het microscopisch beeld opvallend klein. De grootste zichtbare verandering is de verandering van de vlokstructuur: de slibvlokken werden aan het eind van de onderzoeksperiode kleiner en minder compact. Dit kan het gevolg zijn van een hoge turbulentie en de afwezigheid van een bezinkingsstap. Een tweede opvallende verandering is de toename van het aantal bio-P-kolonies.

Tenslotte is er oriënterend onderzoek gedaan naar het fenomeen drijfslaagvorming. Gedurende het jaar 2005 heeft zich op de beluchtingruimte van de MBR Varsseveld driemaal een significante drijfslaag gevormd. De algemene conclusie is dat drijfslaagvorming maar ten dele kon worden toegeschreven aan de aanwezigheid van draadvormende micro-organismen. Flotatie van slib in de MBR Varsseveld wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de eigenschappen van het slib (veel vlokjes < 50 µm en open vlokstructuur) en mogelijk ook het hoge drogestofgehalte.

#### **DEELSTUDIE SIMBA-MODELLERING**

De dynamica van een MBR-installatie wijkt sterk af van die van een conventionele rwzi. De hydraulische verblijftijd in de beluchtingstank is aanzienlijk korter. Daarnaast is de afvlakkende werking van de nabezinktanks niet aanwezig. Naar aanleiding hiervan en de strenge effluenteisen die gelden voor de MBR Varsseveld, is met behulp van een dynamisch simulatie-model de dynamica van het systeem tegen het licht gehouden. Het doel van de deelstudie "SIMBA-modellering" is het optimaliseren van de procesregelingen van de MBR Varsseveld en het evalueren van het ontwerp.

De calibratie van het model is in eerste instantie gebaseerd op de resultaten van de simulatie-unit. De validatie heeft plaats gevonden met de resultaten van de MBR Varsseveld.

Op basis van de modelberekeningen worden aanbevelingen gedaan over de stikstofverwijdering, de beluchtingsregeling en de beluchtingscapaciteit. De modellering van de fosfaatverwijdering heeft geleid tot het inzicht dat de dynamiek van de fosfaatverwijdering in het model niet geheel overeenkomt met de praktijkervaringen. Voor de toekomst zou een aanpassing van de modelsystematiek kunnen worden overwogen om de betrouwbaarheid van het model bij lage substraatconcentraties te vergroten.

#### **DEELSTUDIE MEMBRANEN**

De MBR Varsseveld wordt beschouwd als de demonstratie-installatie voor de MBR-technologie in Nederland. De doelstelling van de demonstratie-installatie is om de opschaling van de MBR van pilot-schaal naar praktijkschaal mogelijk te maken. Hierbij is de ontwikkeling en evaluatie van een standaard ontwerp voor de membraanfiltratietank een belangrijk onderdeel. Bij het ontwerp van deze tank is de symmetrie van het systeem als uitgangspunt gehanteerd. Dit betekent dat zowel de toevoer als de afvoer van het actiefslib gelijkmatig over de gehele membraantank dient plaats te vinden. Een gevolg van deze gelijkmatige toe- en afvoer is dat de omstandigheden voor alle membraancassettes in een tank gelijk zijn. Dit zou weer tot gevolg moeten hebben dat de flux en de permeabiliteit van deze cassettes gelijk is. Om de symmetrie van de membraantank te onderzoeken zijn metingen uitgevoerd aan de filtratiebalans en de chemicaliëndistributie.

In het eerste jaar na de opstart van de MBR Varsseveld is veel aandacht uitgegaan naar de optimalisatie van de procesinstellingen van de membraanfiltratie-installatie. De belangrijkste optimalisaties met betrekking tot de procesvoering zijn:

- o Vermindering van de membraanbeluchting, waardoor het energieverbruik van de membraanbeluchting met ruim 40% gedaald;
- o Optimalisatie van de optimumflux, op basis van het permeabiliteitsverloop binnen een onttrekkingscyclus, waardoor de membranen altijd optimaal kunnen functioneren;
- o Optimalisatie van de chemische reiniging, waardoor de effectiviteit van een maintenance cleaning (MC) is toegenomen en het chemicaliënverbruik is afgenomen.

#### **DEELSTUDIE SIMULATIE-UNIT**

In mei 2004, een half jaar voor de opstart van de MBR Varsseveld, is op de rwzi een simulatie-unit in bedrijf genomen. De simulatie-unit is een schaalmodel van de full-scale MBR. De simulatie-unit heeft een belangrijke rol gespeeld bij de opstart van de full-scale installatie. De besturingssoftware van de full-scale installatie is voor een groot deel op de simulatie-unit getest. Ook tijdens de bedrijfsvoering van de full-scale is de simulatie-unit regelmatig gebruikt, bijvoorbeeld om de keuze voor bepaalde chemicaliën te onderbouwen, of om de invloed van verontreinigingen op de permeabiliteit te testen. Op de simulatie-unit is ook veel aandacht besteed aan het energieverbruik. Op basis van energie-optimalisatietesten lijkt een significante verlaging van het energieverbruik van de membraaninstallatie mogelijk te zijn.

Hoewel het aantonen van de biologische werking geen vooropgesteld onderzoeksdoel is van de simulatie-unit, waren de resultaten veelbelovend. Het stikstofeffluentgehalte is, op een enkele kleine overschrijding na, gedurende de gehele onderzoeksperiode ruim onder de norm (5,0 mg  $N_{\text{totaal}}/l$ ) gebleven. Gedurende een periode van enkele weken is zelfs de concentratiegrens van 2,2 mg  $N_{\text{totaal}}/l$  gehaald. Het fosfaateffluentgehalte is sterk afhankelijk van de instelling van de ijzerdosering. Bij een ijzerdosering van ca. 0,8 mol Fe/mol P is een fosfaatgehalte gehaald van circa 0,1-0,3 mg  $P_{\text{totaal}}/l$ . Op basis van balansen en fosfaatafgiftetoevoeren kan worden geconcludeerd dat biologische fosfaatverwijdering plaatsvindt, en dat de ijzerdosering een negatief effect heeft op de biologische fosfaatverwijderingscapaciteit.



# 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. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

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. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoeksuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelfgeen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n zes miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 030 -2321199.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.

Email: [stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl).

Website: [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

# ONDERZOEK MBR VARSSEVELD

## INHOUD

	TEN GELEIDE SAMENVATTING STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
2	DEELSTUDIE VOORBEHANDELING	7
3	DEELSTUDIE VERWIJDERING BIJZONDERE STOFFEN	71
4	DEELSTUDIE OC EN HYDRAULICA	119
5	DEELSTUDIE SLIBKWALITEIT VERSUS FILTREERBAARHEID	193
6	DEELSTUDIE SIMBA-MODELLERING	249
7	DEELSTUDIE MEMBRANEN	297
8	DEELSTUDIE SIMULATIE-UNIT	359



ONDERZOEK MBR VARSSEVELD

VOORBEHANDELING

RAPPORT

2006

06

ISBN 90.5773.353.6





# 1

## INLEIDING

De toepassing van de membraanbioreactor (MBR) kan een belangrijke vooruitgang betekenen voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater. In vergelijking tot de traditionele zuiverings-technieken wordt op een aanzienlijk geringer oppervlak een betere effluentkwaliteit verkregen. In Nederland is de laatste jaren door middel van pilot-onderzoek op verschillende locaties ervaring opgedaan met de MBR-technologie. Als logisch vervolg hierop is in Varsseveld de eerste Nederlandse MBR voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater gebouwd. De MBR Varsseveld is hiermee de demonstratie-installatie voor Nederland en vormt een belangrijke schakel naar de realisatie van grootschalige MBR-installaties. Aan de opstart en het eerste jaar van de bedrijfsvoering van de MBR Varsseveld is daarom een uitgebreid onderzoeksprogramma gekoppeld. Dit programma is tot stand gekomen in overleg met alle betrokken partijen; het Waterschap Rijn en IJssel (WRIJ), STOWA, DHV en de leden van de begeleidingscommissie.

De MBR Varsseveld wil als demonstratie-installatie aantonen dat de MBR-technologie toepasbaar is voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater in Nederland. Dit betekent dat de MBR de vergaande effluenteisen welke bij sommige rwzi's in Nederland worden nagestreefd moet halen onder stabiele condities en tegen redelijke kosten. Vanuit deze gedachte zijn de volgende doelstellingen voor het onderzoek geformuleerd:

1. aantonen van de technische haalbaarheid van de opschaling;
2. aantonen van een stabiele bedrijfsvoering;
3. vaststellen van de technologische resultaten, onderverdeeld naar voorbehandeling, biologie en membranen;
4. onderzoeken van de noodzaak van redundantie;
5. optimaliseren van de procesvoering;
6. evalueren van het ontwerp;
7. vergelijken van de kosten van de MBR versus een conventionele rwzi.

Op basis van de doelstellingen is een onderzoeksprogramma opgesteld. Dit programma is opgedeeld in acht onderdelen. Deze acht deelstudies zijn onderstaand weergegeven, inclusief de doelstellingen en motivaties.

1. *Bedrijfsvoering en effluentkwaliteit*: Een MBR omvat een aantal procesonderdelen waarmee in Nederland nog geen ervaring is opgedaan. Dit betreft bijvoorbeeld de voorbehandeling en de membranen. Van de ervaringen van de bedrijfsvoering van een dergelijke nieuwe installatie kunnen belangrijke lessen voor de toekomst worden getrokken. De aandacht in deze deelstudie gaat onder andere uit naar de effluentkwaliteit en de drijfslagvorming.
2. *Voorbehandeling*: De vereiste voorbehandeling van een MBR is intensiever dan benodigd bij een conventionele rwzi en is van groot belang voor een goede membraanwerking. Het functioneren van de voorbehandeling is daarom één van de meest kritische ontwerpaspecten. Er is echter nog weinig ervaring met een dergelijke voorbehandeling op volle schaal. Het belangrijkste doel van deze deelstudie is het vaststellen van de verwijderingsrendementen van de verschillende onderdelen van de voorbehandeling.

3. *Verwijdering bijzondere stoffen*: Vanuit de kaderrichtlijn Water is er veel aandacht voor de prioritaire stoffen. Deze stoffen worden normaal niet op een huishoudelijke rwzi gemonitord. Voor het meetprogramma van Varsseveld is deze lijst uitgebreid met onder andere hormoonverstoring, geneesmiddelen en bestrijdingsmiddelen. Als vervolg op een eerdere STOWA-studie (nr. 2005-32), waarin de effectiviteit van verschillende zuiveringstechnieken met betrekking tot de verwijdering van deze bijzondere stoffen in kaart is gebracht, is ook op de MBR Varsseveld een meetprogramma uitgevoerd.
4. *OC en hydraulica*: Het compacte karakter van de MBR heeft tot gevolg dat de benodigde beluchtingscapaciteit groter is dan in een conventionele rwzi terwijl de ruimte om te beluchten minder is. Dit heeft consequenties voor de zuurstofinbreng en de hydraulica van de beluchtingstank. Het doel van deze deelstudie is om de zuurstofinbreng en de vloeistofstroming in de beluchtingstank en de membraantanks te bepalen voor verschillende bedrijfsspecifieke situaties.
5. *Slibkwaliteit versus filtreerbaarheid*: Het is bekend dat de werking van de membraanfiltratie sterk afhankelijk is van de slibkwaliteit. Over de relaties tussen de slibeigenschappen en de filtreerbaarheid van het slib is echter minder bekend. Het doel van deze deelstudie is om een beter begrip te krijgen van deze complexe interactie en om op basis daarvan te komen tot optimalisaties in de procesvoering van het biologische zuiveringsproces.
6. *SIMBA-modellering*: De dynamica van een MBR-installatie wijkt sterk af van die van een conventionele rwzi. De hydraulische verblijftijd in de beluchtingstank is aanzienlijk korter en de afvlakkende werking van de nabezinktanks is niet aanwezig. Het doel van de deelstudie is het optimaliseren van de procesregelingen van de MBR Varsseveld en het evalueren van het ontwerp met behulp van dynamische simulatie.
7. *Membranen*: Één van de belangrijkste doelstellingen van de demonstratie-installatie is de opschaling van de membraantanks. De membraantanks zoals ze op Varsseveld zijn gerealiseerd worden als standaard-unit voor grotere installaties beschouwd. Aandachtspunten in het onderzoek zijn onder andere het hydraulisch functioneren van deze tanks en de verdere optimalisatie van de procesvoering van de membranen.
8. *Simulatie-unit*: De ervaringen die wereldwijd met de MBR-technologie zijn opgedaan hebben geleerd dat een simulatie-unit de technische en technologische opstart en de bedrijfsvoering van de MBR-installatie aanzienlijk kan vereenvoudigen en versnellen. Een simulatie-unit met Varssevelts afvalwater vormt bovendien een belangrijke ondersteuning voor het praktijkonderzoek. Wijzigingen in de procesvoering kunnen eerst met behulp van de simulatie-unit worden getest, alvorens dat op de praktijkinstallatie gebeurt. Dit levert niet alleen een kostenbesparing op, maar verkleint tevens de risico's in de bedrijfsvoering van de praktijkinstallatie. Daarnaast biedt een simulatie-unit de mogelijkheid om de operators van het waterschap te trainen.

De resultaten van het eerste anderhalf jaar van de bedrijfsvoering van de MBR Varsseveld en van het onderzoeksprogramma zijn beschreven in twee STOWA-rapporten. Een overzicht van de verschillende deelstudies en de indeling van de rapporten is weergegeven in Afbeelding 1. In het hoofdrapport (STOWA 2006-05) is op basis van de doelstellingen de werking van de MBR Varsseveld geëvalueerd en zijn de belangrijkste resultaten van de verschillende deelstudies verwerkt. De resultaten van de deelstudie “Bedrijfsvoering en effluentkwaliteit” zijn integraal in dit rapport opgenomen. In het onderhavige rapport zijn de separate verslagen van de overige zeven deelstudies gebundeld.

AFBEELDING 1 INDELING VAN DE STOWA RAPPORTEN

Rapport 1 - Hoofdrapport	Presentatie en evaluatie van alle onderzoeksactiviteiten
	Deelstudie Bedrijfsvoering en effluentkwaliteit
Rapport 2 - Deelstudierapport	<b>Deelstudie Voorbehandeling</b>
	<b>Deelstudie Verwijdering bijzondere stoffen</b>
	<b>Deelstudie OC en Hydraulica</b>
	<b>Deelstudie Slibkwaliteit versus filtreerbaarheid</b>
	<b>Deelstudie SIMBA-modellering</b>
	<b>Deelstudie Membranen</b>
	<b>Deelstudie Simulatie-Unit</b>

In bijlage 1 van de deelstudie “Membranen” is een verklarende woordenlijst opgenomen.



