

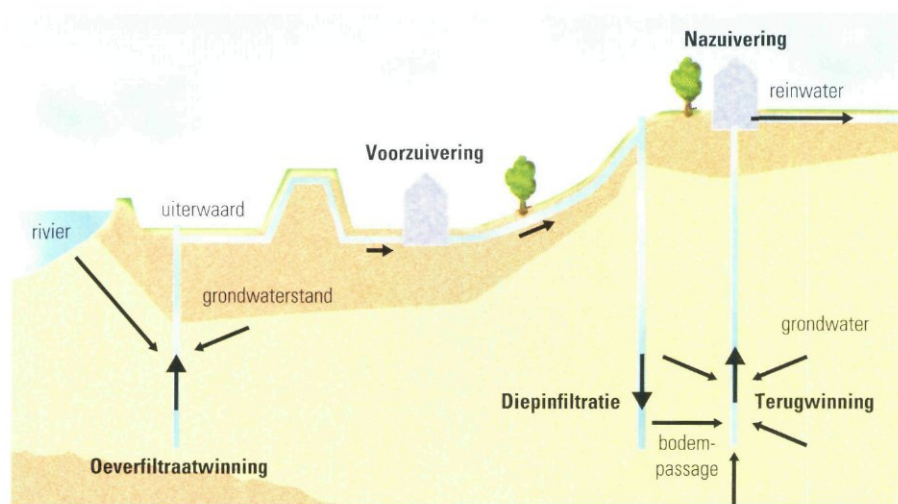
DRINKWATERPRODUCTIE MET TWEE BODEMPASSAGES:

Zuiveringsstrategieën voor het OEDI-concept: een natuurlijke keuze

ING. H.D. ADAMSE, N.V. WATERLEIDINGBEDRIJF MIDDEN NEDERLAND
DR. J.C. KRUTHOF, KIWA N.V. ONDERZOEK EN ADVIES

WMN produceert al haar drinkwater uit grondwater, dat voor het grootste deel wordt gewonnen binnen de provincie Utrecht. Uit verschillende studies is gebleken dat er in midden Nederland sprake is van verdroging. Het beleid van de landelijke en provinciale overheden is er op gericht het areaal verdroogd gebied terug te dringen. De provincie Utrecht heeft in 1992 in het vigerende Waterhuishoudingsplan een reductie van de vergunningscapaciteit voor de onttrekking van grondwater opgenomen ter grootte van 15%, ofwel 9 miljoen m³/j, die gerealiseerd moet zijn in het jaar 2000. Ter compensatie van deze wegvallende capaciteit ontwikkelt WMN een project met oppervlaktewater als grondstof volgens het zogenaamde 'OEDI-concept' [1].

In dit concept wordt rivierwater (Neder-Rijn/Lek) in uiterwaarden met winputten als **O**everfiltraat gewonnen en vervolgens voor-gezuiverd tot een kwaliteit die nagenoeg gelijk is aan drinkwaterkwaliteit. Dit voorgezuiverde



Afb. 1 Schematische weergave van drinkwaterbereiding volgens de OEDI-methode.

water wordt vervolgens door middel van **D**iepinfiltratie in de bodem gebracht bij bestaande winplaatsen op de nabijgelegen Utrechtse Heuvelrug. Tenslotte wordt het infiltratiewater samen met natuurlijk

grondwater teruggewonnen, nagezuiverd en gedistribueerd. Dit artikel beschrijft de door WMN en Kiwa ontwikkelde zuiveringsfilosofie voor het OEDI-project met de nadruk op de voorzuivering en de methodiek die is gehanteerd om een drietal voorkeursscenario's te selecteren.

Het ontstaan van het OEDI-concept

Al in de jaren '70 is binnen WMN het bewustzijn gerezen dat de grondwaterwinning binnen de provincie Utrecht op termijn een limiet zou bereiken. Gezien de toen nog progressief stijgende drinkwaterbehoefteprognoses is gezocht naar alternatieve



bronnen voor de drinkwaterproductie. In deze periode is de gedachte ontstaan om drinkwater te produceren volgens het OEDI-concept. Het OEDI-concept is verduidelijkt in afbeelding 1. WMN vindt dit concept zeer aantrekkelijk om een aantal redenen:

- de rivierbodem fungeert als een natuurlijk zelfreinigend zandfilter waardoor geen coagulatieproces nodig is;
- er ontstaat geen coagulatieslib;
- er vindt afvlakking plaats van de waterkwaliteit door de inname via oeverfiltratie en de daarop volgende diepinfiltratie. Dit is gunstig voor de zuivering en de uiteindelijke drinkwaterkwaliteit;
- de bodempassage bij diepinfiltratie borgt de hygiënische betrouwbaarheid waardoor chemische desinfectie achterwege kan blijven;
- door de ondergrondse menging en terugwinning van relatief hard en zout rivierwater met van nature zacht en zoet grondwater kan worden volstaan met relatief eenvoudige zuiveringsmethodes;
- bij calamiteuze situaties op de rivier kan de inname tijdelijk worden gestaakt zonder consequenties voor de

Samenvatting

Door het verdrogingsbeleid van de provincie Utrecht zal WMN in het jaar 2000 een gedeelte van haar vergunningscapaciteit voor grondwateronttrekking inleveren. Ter compensatie van deze wegvallende capaciteit ontwikkelt WMN momenteel het 'OEDI-project', een project waarbij drinkwater uit rivierwater wordt geproduceerd door oeverfiltraatwinning, voorzuivering, diepinfiltratie, terugwinning en nazuivering. De uiteindelijke projectomvang bedraagt 15 Mm³/j.

Om tot een keuze te komen voor de wijze van zuivering binnen het OEDI-project is een tiental zuiveringsscenario's ontwikkeld. De belangrijkste onderscheidende scenario's zijn opgebouwd uit de processen actieve-koolfiltratie, pelletontharding en membraanfiltratie. Met een brede multi-criteria-analyse zijn deze scenario's beschouwd en gewogen. Deze beschouwing verdiept het inzicht, doch heeft onvoldoende onderscheidend vermogen om een keuze te kunnen maken. Door de kwaliteitsdoelstellingen scherper te kwantificeren, is het aantal te beschouwen scenario's beperkt tot drie. Uiteindelijk is gekozen voor een scenario opgebouwd uit actieve-koolfiltratie en pelletontharding dat voor het jaar 2000 zonder voorafgaand proefonderzoek met een minimaal afbreukrisico kan worden gerealiseerd en ruimte laat voor eventuele aanvullende zuiveringsstappen.

drinkwatervoorziening vanwege de voorraadvorming in de infiltratiegebieden.

In de jaren '70 was dit concept echter nieuw en niet beproefd. Om de benodigde praktijkervaring met het concept op te doen heeft WMN in de jaren '80 gedurende een aantal jaren uitgebreid pilot-onderzoek gedaan naar de geohydrologische, hydrochemische en technologische aspecten die met het concept gemoeid zijn.

Pilot-onderzoek OEDI

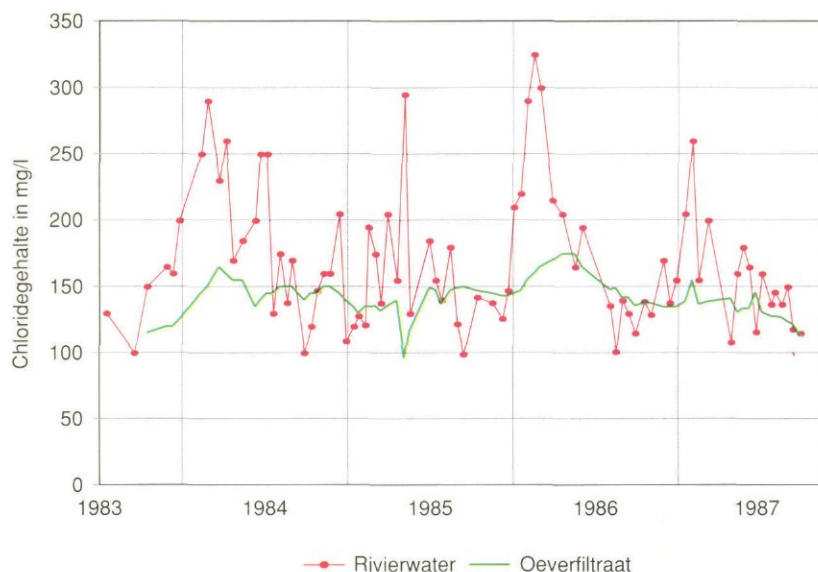
Langs de Neder-Rijn is in 1978 bij Remmerden een oeverfiltraatwinning gestart met een capaciteit van 50 m³/h waarbij het verloop van de oeverfiltraatkwaliteit is gevolgd. Ook is een proefinstallatie-onderzoek uitgevoerd naar de meest geschikte wijze van voorzuivering. In de periode 1983-1988 heeft op het 14 km verderop gelegen WMN-pompstation te Leersum diepinfiltratie en terugwinning plaatsgevonden van oeverfiltraat dat met behulp van beluchting, snelfiltratie en actieve koolfiltratie is voorgezuiverd [2]. De onderzoekservaringen stemmen in grote lijnen overeen met de hiervoor geschetste verwachtingen. In aanvulling hierop moeten de volgende waarnemingen vermeld worden:

- gedurende hoogwaterperioden van de Neder-Rijn blijkt de hygiënische kwaliteit van het oeverfiltraat ongunstig vanwege kortsluitstromingen langs de overstroomde winputten;
- de toegepaste voorzuivering draagt zorg voor een probleemloze en vrijwel onderhoudsvrije diepinfiltratie;
- het zuurstofhoudende infiltratiewater blijft bij passage door het aëroob freatische watervoerend pakket (Utrechtse Heuvelrug) nagenoeg constant van samenstelling en hoeft na terugwinning slechts een eenvoudige nazuivering te ondergaan;
- de infiltratiebel is hydrologisch beheersbaar en de verbreiding hiervan is conform eerder uitgevoerde berekeningen.

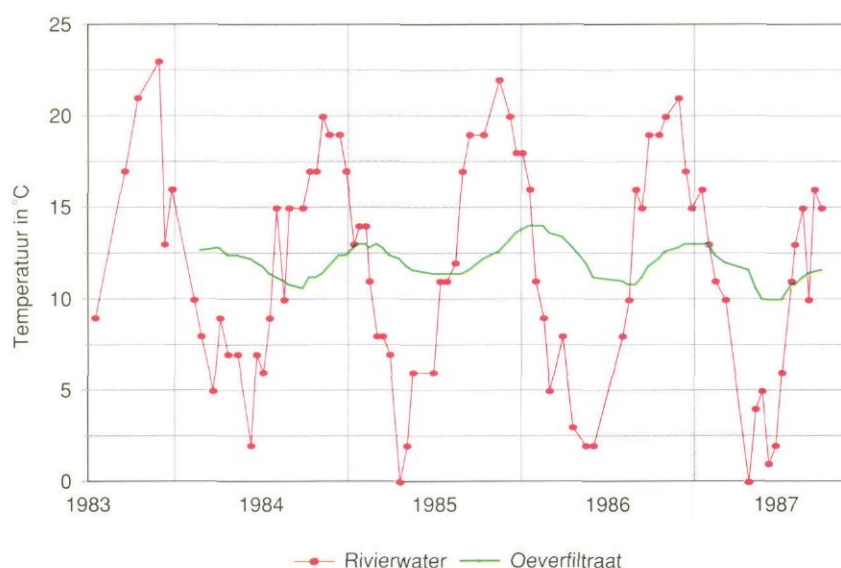
In afbeeldingen 2 en 3 zijn de afvlakking van de waterkwaliteit geïllustreerd aan de hand van het chloridegehalte en de watertemperatuur van het rivierwater en het oeverfiltraat. In afbeelding 4 zijn de MFI (0,45 µm) van het infiltratiewater en de drukval over de wand van de infiltratieput weergegeven. Tijdens de proefperiode van vijf jaar is het niet noodzakelijk gebleken de infiltratieput te spoelen of te regenereren.

Van concept tot project

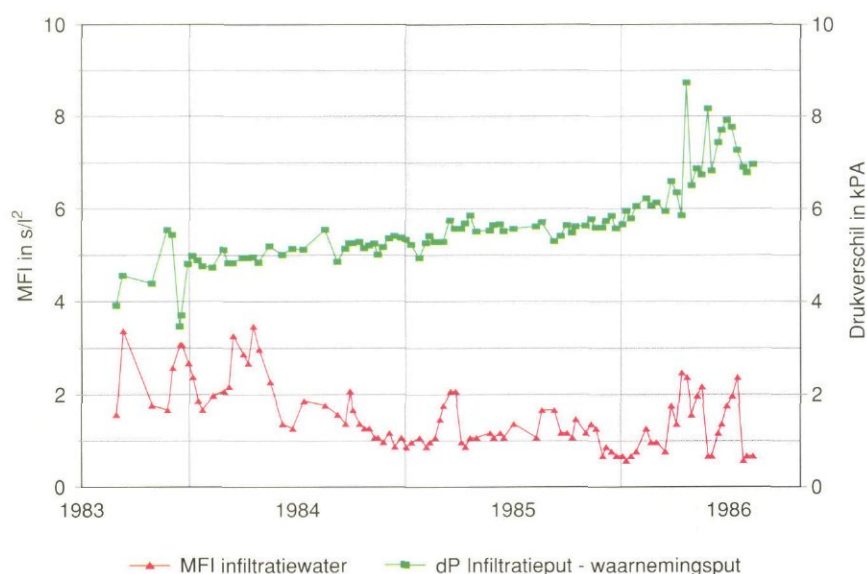
Op basis van de resultaten van het pilot-onderzoek heeft WMN de conclusie getrokken dat het OEDI-concept een robuust en duur-



Afb. 2 Chloridegehalte in rivierwater en oeverfiltraat, periode 1983-1987.



Afb. 3 Temperatuurverloop van rivierwater en oeverfiltraat, periode 1983-1987.



Afb. 4 MFI (0,45 µm) van het infiltratiewater en de drukval over de wand van de infiltratieput, periode 1983-1987.

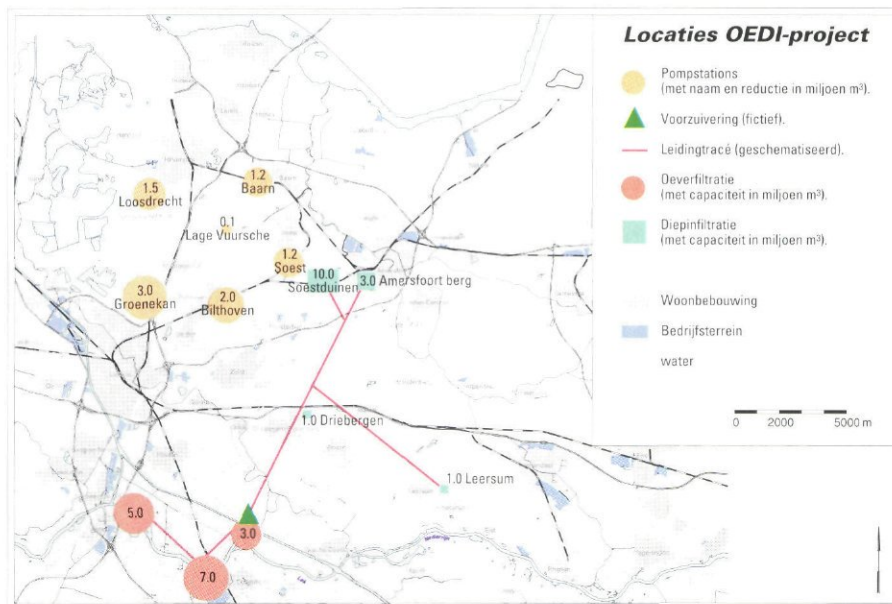
zaam concept is voor de inzet van oppervlaktewater bij de drinkwaterbereiding. Uitgaande van dit concept wordt momenteel een project ontwikkeld met een uiteindelijke omvang van 15 Mm³/j; het OEDI-project. In het kader van de procedure van de Grondwaterwet, die gevolgd moet worden vanwege de voorgenomen activiteiten op gebied van oeverfiltraatwinning, diepinfiltratie en terugwinning, heeft WMN in drie fasen de procedure van de milieu-effecten (M.E.R.) doorlopen [3]. In de eerste fase, de beleidsfase, is het OEDI-concept getoetst aan andere concepten van drinkwaterproductie. De tweede fase, de locatiefase, is gevolgd om de meest geschikte locaties te vinden voor oeverfiltraatwinningen en de diepinfiltratie/terugwinningen. Ook worden hierin de locaties aangegeven waar het beste reductie van de bestaande grondwateronttrekking kan plaatsvinden. In afbeelding 5 wordt aangegeven waar het OEDI-project wordt gesitueerd. In de derde fase, de inrichtingsfase, heeft onder meer de hier beschreven studie plaatsgevonden naar de mogelijke zuiveringsscenario's binnen het OEDI-project [4].

Ontwikkeling zuiveringsscenario's in het kader van het OEDI-concept

In het OEDI-concept wordt de primaire barrière tegen pathogene micro-organismen gevormd door de bodempassage tijdens diepinfiltratie met een minimale verblijftijd van drie maanden. Om aan het Infiltratiebesluit Bodembescherming (IB '93) te voldoen en om bedrijfseconomische overwegingen moeten de overige kwaliteitsdoelstellingen zoveel mogelijk in de voorzuivering geëffectueerd worden. Dit is mogelijk omdat gedurende de op de diepinfiltratie volgende bodempassage geen introductie van organische microverontreinigingen, opharding en verzilting plaatsvindt. Het teruggewonnen water kan echter wel lage gehalten aan ijzer, mangaan en ammonium bevatten. Naar verwachting zal een nazuivering bestaande uit beluchting en snelfiltratie volstaan om aan gestelde kwaliteitsnormen te voldoen. De differentiatie in de te ontwikkelen zuiveringsscenario's spitst zich dus toe op de voorzuivering.

Bij de voorzuivering van oeverfiltraat tot diepinfiltraat spelen de volgende kwaliteitsdoelstellingen een rol:

- het water moet geen onaanvaardbare verstopping van infiltratieputten veroorzaken;
- het water moet vrij zijn van organische microverontreinigingen zoals bestrijdingsmiddelen en aan de rivier gerelateerde reuk- en smaakstoffen;
- het water moet geconditioneerd worden



Afb. 5 Locaties waaraan WMN de voorkeur geeft voor de reductie van grondwateronttrekkingen, het winnen van oeverfiltraat en de diepinfiltratie.

- om een ongewenste wisselwerking tussen water en leidingmaterialen te voorkomen (koperemissie, kalkafzettingen);
- het water moet ontzout worden om aantasting van gietijzer te voorkomen.

Putverstopping

Bij putverstopping kunnen zowel fysische als biologische verstoppingsparameters een rol spelen. Bij toepassing van verwijderingsprocessen (bijv. snelfiltratie en actieve-koolfiltratie) zijn vooral fysische verstoppingsparameters van belang. Op basis van MFI-gegevens ontleend aan het in de periode 1983-1988 uitgevoerde proefinstallatie-onderzoek (zie afb. 4) is een geringe putverstopping te verwachten. Als ook omzettingsprocessen (ozonisatie, geavanceerde oxidatie) worden toegepast zijn tevens biologische verstoppingsparameters (AOC) van belang. Hiertoe dient de schijnbare verblijftijd van de actieve-koolfiltratie verlengd te worden om de biologische verstopping van win- en infiltratieputten tijdens de diepinfiltratie te beperken.

Zonder oxidatieve behandeling kunnen snelfiltratie en actieve-koolfiltratie verstoppingsparameters afdoende verlagen. Bij een aanvullende oxidatieve behandeling moet de contacttijd van de actieve-koolfiltratie verlengd worden.

Barrières tegen organische microverontreinigingen

Hierbij is onderscheid te maken tussen verwijderings- en omzettingsprocessen.

Voor de verwijdering komen actieve-koolfiltratie en de membraanprocessen nano- en hyperfiltratie in aanmerking. Als omzettingsprocessen komen ozonisatie en geavanceerde oxidatie, (een gecombineerde ozon/waterstofperoxidedosering) in aanmerking.

Actieve-koolfiltratie is een robuuste barrière tegen apolaire en matig polaire organische microverontreinigingen. (Sterk) polaire stoffen passeren geheel of ten dele de actieve-koolfiltratiestap. Een elegant compromis tussen omzetten en verwijderen is de combinatie van een milde oxidatie (ozonisatie of een gecombineerde ozon/waterstofperoxide-dosering) gevolgd door een biologische actieve-koolfiltratie. Een zware oxidatie is in verband met de vorming van bromaat, een verdacht carcinogene stof voor de mens, alleen voor calamiteuze situaties op de rivier een reëel alternatief.

Ook nanofiltratie en hyperfiltratie met cellulose-acetaatmembranen zijn geen universele barrières omdat stoffen met een

Actieve-koolfiltratie is een robuuste barrière tegen apolaire en matig polaire microverontreinigingen. Biologische actieve-koolfiltratie is een interessante optie om het effect van koolfiltratie voor polaire stoffen te verbeteren. Zware oxidatie lijkt voorbehouden voor calamiteuze situaties in verband met de vorming van bromaat. Universele verwijderingsprocessen zijn hyperfiltratie met composietmembranen en de combinatie nanofiltratie/actieve-koolfiltratie.

molecuulgewicht lager dan 200 à 300 het membraan passeren. Afdoende barrières vormen nanofiltratie gevolgd door actieve-koolfiltratie en hyperfiltratie met composiet-membranen. Een membraanfiltratiestap wordt aantrekkelijker naarmate de verlaging van andere parameters zoals kleur, hardheid en zoutgehalte een rol spelen. Om de vorming van nevenproducten zoveel mogelijk te beperken heeft de verwijdering van organische micro-verontreinigingen in principe de voorkeur boven omzetting.

Conditionering

Conditionering kan worden toegepast door ontharding in korrelreactoren of door membraanfiltratie.

Als uitsluitend ontharding wordt nagestreefd ligt toepassing van korrelreactoren voor de hand. In combinatie met verwijdering van kleur en zouten (natrium, chloride, sulfaat) is membraanfiltratie een aantrekkelijke keuze, waarbij de verwijdering wordt bepaald door het type membraan (nano- of hyperfiltratie) en het percentage van de waterstroom dat behandeld wordt.

Toepassing van korrelreactoren heeft de voorkeur indien ontharding de enige doelstelling is. Membraanfiltratie (nano- of hyperfiltratie) is een aantrekkelijke keuze als ook verwijdering van organische stoffen en zouten vereist is.

Barrières tegen zouten en metalen

Als barrière tegen opgeloste ionen komen nano-, hyperfiltratie en elektrolyse in aanmerking. Nanofiltratie biedt alleen een zware barrière tegen meerwaardige ionen; hyperfiltratie en electrolyse ook tegen éénwaardige ionen.

Toepassing van nanofiltratie (voor meerwaardige ionen), hyperfiltratie en elektrolyse biedt een goede barrière tegen opgeloste ionen.

Gebaseerd op de realisering van de genoemde kwaliteitsdoelstellingen is een tiental scenario's voor de voorzuivering opgesteld.

Alle scenario's hebben als eerste zuiveringsprocessen beluchting en snel-filtratie voor de verwijdering van de in het oeverfiltraat aanwezige grondwatercomponenten ijzer, mangaan, ammonium en

scenario	voorzuiivering
1	Bel-SF-AKF
2	Bel-SF-AOP-AKF-AKF
3	Bel-SF-PO-SF-AKF
4	Bel-SF-NF-AKF-MF
5	Bel-SF-PO-SF-AOP-AKF-AKF
6	Bel-SF-AKF-EDR
7	Bel-SF-AKF-HF (deelstroom)
8	Bel-SF-UF-HF-MF
9	Bel-SF-AOP-AKF-AKF-EDR
10	Bel-SF-AOP-AKF-AKF-HF (deelstroom)

Bel	= beluchting
SF	= snelfiltratie
AKF	= actieve-koolfiltratie
AOP	= geavanceerde oxidatie
PO	= pelletontharding
NF	= nanofiltratie
MF	= marmefiltratie
EDR	= elektrodialyse
HF	= hyperfiltratie
UF	= ultrafiltratie

Tabel 1 Voorzuiveringsscenario's OEDI-concept.

methaan. Na deze stappen zijn de scenario's onderscheidend. De eerste twee scenario's bevatten ook een robuuste barrière tegen apolaire en matig polaire organische micro-verontreinigingen (scenario 1) c.q. tegen

Tabel 2 Criteria en subcriteria volgens de MER-BDIV.

criterium	subcriterium
Volksgezondheid	– Introductie nieuwe stoffen – Bedrijfszekerheid zuivering – Mate van normoverschrijding – Mate van normonder-schrijding – Gebruiksgenot
Abiotisch milieu	– Energieverbruik – Grondstoffenverbruik – Productie afvalstoffen
Landschap	
Ruimtegebruik	
Technische haalbaarheid	
Flexibiliteit	– Vraag naar water – Kwaliteit bronnen
Kwetsbaarheid	
Economie	
Bestuurlijke aspecten	

alle organische microverontreinigingen (scenario 2). Scenario 3 t/m 5 bevatten ook zuiveringsstappen om hardheidsparameters te verlagen. In scenario 6 t/m 10 wordt ook het gehalte aan opgeloste ionen verlaagd (zie tabel 1).

Evaluatie/weging voorzuiverings-concepten

In 1993 is het Beleidsplan Drink- en Industriewatervoorziening verschenen [5]. In fase 1 en 2 van het OEDI-project is gebleken dat de hierin beschreven systematiek zeer goed bruikbaar is voor de besluitvorming bij het vaststellen van voorkeursscenario's. Om deze reden is deze methodiek gehanteerd bij de selectie van een of meerdere voorkeurs-scenario's voor de voorzuivering.

De tien scenario's uit tabel 1 zijn derhalve onderling vergeleken conform de systematiek van de MER-BDIV op basis van de daarin genoemde criteria en subcriteria (zie tabel 2).

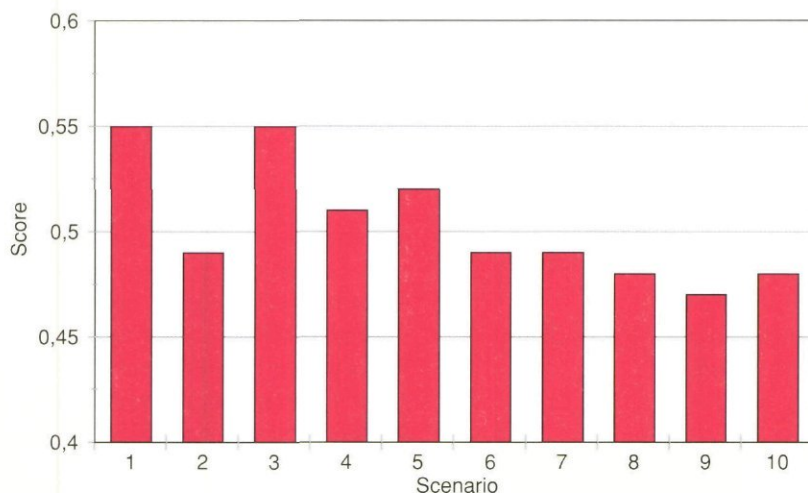
De tien scenario's voor de voorzuivering zijn gewogen met de in de MER-BDIV gehanteerde meetlatten en gewichten. Het eindresultaat van de weging is opgenomen in afbeelding 6.

Belangrijke tendensen van de beoordeling zijn:

- de hoogste scores worden behaald door de eenvoudige, minder robuuste scenario's met alleen beluchting, filtratie (zand, kool) en korrelontharding;
- lagere scores worden behaald bij een meer robuuste barrière tegen organische micro-verontreinigingen door implementatie van oxidatieve processen;
- de laagste scores worden behaald door de meest robuuste scenario's met membraan-filtratie, waarbij nanofiltratie relatief het gunstigst scoort;
- de verschillen in scores tussen de scenario's (laagste waarde 0,47, hoogste waarde 0,55) blijken erg klein te zijn. De gehanteerde methodiek levert derhalve onvoldoende onderscheidend resultaat.

Bij een vergelijking conform de systematiek van de MER-BDIV blijken de verschillen tussen de scenario's zeer beperkt te zijn zodat de methodiek onvoldoende onderscheidend resultaat geeft.

Toepassing van de gehanteerde systematiek voor de weging van zuiveringsscenario's leidt tot kleine verschillen tussen de eind-scores, omdat de belangrijkste criteria deels



Afb. 6 Weging van de scenario's voor de voorzuivering op basis van alle onderscheidende criteria.

tegenstrijdig en deels weinig onderscheidend zijn. Enige voorbeelden:

- het criterium volksgezondheid scoort vaak tegengesteld aan de criteria milieu en economie;
- gezien de aard van de grondstof zijn hoogwaardige technologieën noodzakelijk. Toepassing hiervan leidt echter weer tot lage scores van het aspect milieu en economie.

Gezien deze resultaten van de multi-criteria analyse heeft WMN besloten het aantal scenario's te beperken op basis van een gekwantificeerde kwaliteitsdoelstelling.

Voorkeursscenario's voorzuivering OEDI-concept

De voorzuivering in het kader van het OEDI-concept betreft primair de zuivering van oeverfiltraat tot water geschikt voor diep-infiltratie. De kwaliteit moet voldoen aan het Infiltratie Besluit (IB '93) en goed infiltreerbaar zijn. Met uitzondering van de hygiënische betrouwbaarheid moet het water ook voldoen aan het Waterleidingbesluit. Hierbij zijn de grenswaarden uit het concept Waterleiding-besluit '98 (WLB '98) gehanteerd [6]. Daarnaast hanteert WMN in verband met de diepinfiltratie een aantal richtwaarden voor de voorzuivering die strenger zijn dan de normen in IB '93 of WLB '98. Voor een aantal parameters wordt voor de voorzuivering een richtwaarde gehanteerd die hoger is dan de grenswaarde in het WLB '98, omdat het voorgezuiverde oeverfiltraat bij terugwinning wordt opgemengd met een volumestroom grondwater van vergelijkbare grootte. Ter verduidelijking wordt in afbeelding 7 een schema weergegeven dat de relatie tussen kwaliteits- en kwantiteitsaspecten inzichtelijk maakt. De samenstelling van het gewonnen oeverfiltraat

tezamen met de genoemde grenswaarden zijn weergegeven in tabel 3. Uitgaande van de samenstelling van het oeverfiltraat zullen voorzuiveringsscenario's 1 t/m 10 aan de beschreven grenswaarden worden getoetst.

Op basis van tabel 3 zijn de volgende conclusies te trekken:

- Voorkeursscenario's dienen goed infiltreerbaar water te leveren. Alle zuiverings-scenario's voldoen hieraan. Deze kwaliteitsdoelstelling is dus niet onderscheidend voor de zuiverings-scenario's.
- De voorkeursscenario's moeten een barrière tegen organische microverontreinigingen bevatten waarmee (zoveel mogelijk) aan het WLB '98 en het Infiltratiebesluit '93 voldaan wordt. Alle scenario's voldoen hieraan, waarbij scenario 1, 3, 6 en 7 een minder zware barrière bevatten dan scenario 2, 4, 5, 8, 9 en 10. Bij scenario 2, 5, 9 en 10 is de vorming van nevenproducten (bromaat) een aandachtspunt.
- De voorkeursscenario's moeten een conditioneringsstap bevatten om redenen van milieu (koperemissie, [7]) en klantvriendelijke overwegingen (kalkafzetting). Om deze reden komen scenario 1 en 2 die geen conditioneringsstap bevatten niet in aanmerking.
- De voorkeursscenario's hoeven vooralsnog geen ontzoutingsstap te bevatten. De gunstige ontwikkeling van de waterkwaliteit van de Rijn in combinatie met de menging met freatisch grondwater tijdens diepinfiltratie leidt tot een watersamenstelling die aan alle eisen (bijv. 80 mg/l chloride in verband met aantasting gietijzer) voldoet. Om deze reden vallen scenario 6, 7 en 10 af. Scenario 8, waarbij hyperfiltratie ook de enige barrière tegen

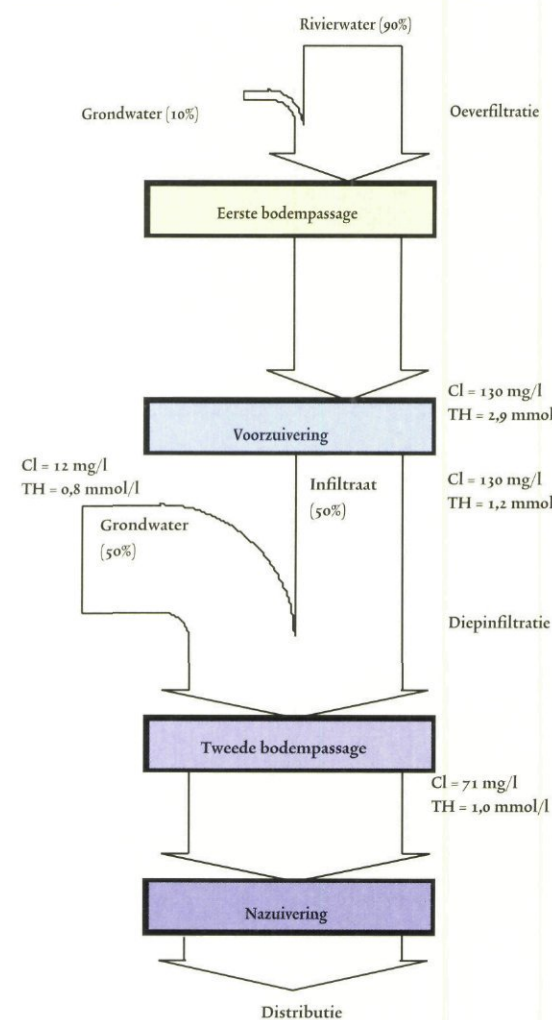
organische microverontreinigingen is, voldoet evenals scenario 4 aan alle eisen. Om economische en milieutechnische redenen is echter de voorkeur aan scenario 4 gegeven. Hierdoor blijven de voorkeurs-scenario's 3, 4 en 5 over (zie afb. 8).

Strategie WMN

Aan elk van de drie zuiveringsscenario's kleven bezwaren, die inherent zijn aan het gebruik van water dat grotendeels uit verontreinigd oppervlaktewater bestaat. Het formuleren van de voorkeur van WMN wordt in belangrijke mate gestuurd door een afweging te maken tussen de criteria volksgezondheid, economie, milieu en productierendement. De kenmerken van de scenario's 3, 4 en 5 kunnen als volgt worden samengevat (tabel 4):

Het meest eenvoudige zuiveringsscenario, 3, heeft de geringste milieu-effecten en de laagste exploitatiekosten. Er kan sprake zijn van een (tijdelijke) overschrijding van de norm voor bestrijdingsmiddelen in het WLB omdat vooral sterk polaire organische microverontreinigingen niet geheel worden verwijderd.

Afb. 7 Relatie tussen kwaliteits- en kwantiteitsaspecten binnen het OEDI-project.



parameter	eenheid	WLB '98	IB '93	toetsings- waarde voorzuiivering	samen- stelling oeverfiltraat
Verstopingsparameters					
Fe	mg/l	0,2	-	< 0,03	0,7-4,4
Mn	mg/l	0,05	-	< 0,01	0,9-2,2
CH ₄	µg/l	-	-	< 10	109-175
NH ₄	mg/l	0,2	-	< 0,03	0,2-0,6
SI	-	0,2-0,3	-	0-0,2	-
MFI (0,45 µm)	s/l ²	-	-	< 2	-
AOC	µg AcCeq/l	-	-	< 10	-
BVS	pg/cm ² dag	-	-	<5	-
Microverontreinigingen					
Gehalogeneerde					
koolwaterstoffen	µg/l	1,0	0,5	0,5	rivier
AOX	µg/l	20	30	30	rivier
Bestr. middel individueel	µg/l	0,1	0,05/0,1	overleg (IB)	rivier
Bestr. middel totaal	µg/l	0,5	0,5	overleg (IB)	rivier
NPDOC	mg/l				1,6-3,5
Bromaat	µg/l	0,5	-	< 1	n.a.
Conditioneringsparameters					
pH	-	7,5-9,0	-	geen	7,2-7,5
TH	mmol/l	1,0-2,5	-	1-1,5	2,7-3,2
TAC	mmol/l	> 2	-	> 2,3	3,2-6,0
Pb opl. verm.	µg/l	10	-	-	-
Cu opl. verm.	mg/l	2	-	-	-
Goed oplosbare zouten					
Na	mg/l	120	120	120	50-80
Cl	mg/l	150	200	200	110-150
SO ₄	mg/l	150	150	150	72-78

Tabel 3 Samenstelling oeverfiltraat, grenswaarden WLB '98 en IB '93 en gehanteerde grenswaarden voor infiltratiewater.

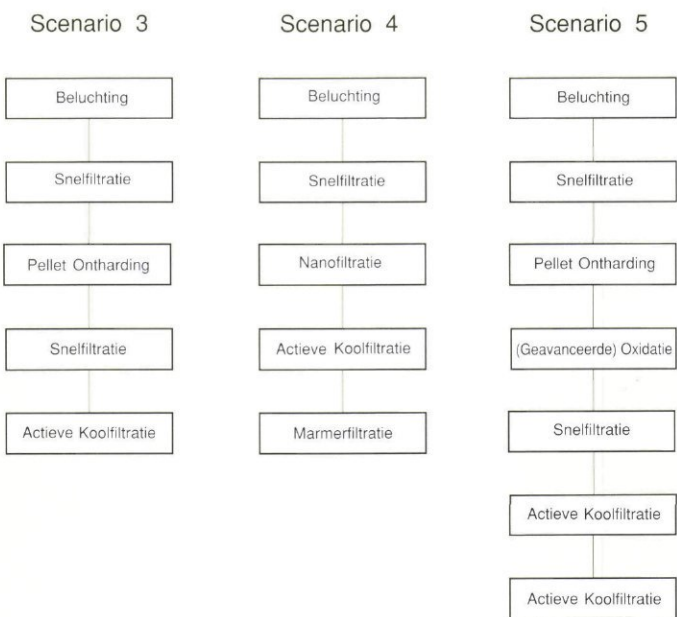
Met de zuivering van oeverfiltraat door membraanfiltratie, 4, bestaat weinig praktijk-ervaring. De benodigde zuiveringsstappen vóór de membraanfiltratiestap en de membraanfiltratiestap zelf behoeven onderzoek. Realisatie in 2000 van een dergelijk project is daardoor twijfelachtig. Het lage productie-rendement is bezwaarlijk omdat dit de projectomvang beperkt; de winning van grondstof oeverfiltraat is aan grenzen gebonden. Daarbij komt nog de problematiek rond de mogelijkheden van de lozing van concentraat, wat een afbreukrisico met zich meebrengt. Bij toepassing van omzettings-processen door geavanceerde oxidatie/ozoni-satie gevolgd door biologische actieve-kool-filtratie, 5, worden organische en anorganische reactieproducten gevormd. Vooral de vorming van bromaat kan problematisch zijn, omdat de oxidatieve stap niet voor desinfectie plaats-vindt en derhalve een norm 0,5 µg/l is voor-gesteld. Vanwege de eigenschappen van de stof is de aanwezigheid ervan in water zonder

meer al ongewenst. Het is onzeker of met de specifieke oeverfiltraatkwaliteit een vol-doende actief biologisch proces kan worden verkregen zonder een overschrijding van de bromaatnorm. Hiervoor is onderzoek nood-zakelijk.

Alles wegende is WMN van mening dat invoering van een zuiveringsconcept met membraanfiltratie, 4, in het jaar 2000 moeilijk realiseerbaar is. Vanwege het lage productie-rendement, de hoge milieubelasting en de hoge exploitatielasten is het ook niet aan-trekkelijk. Het scenario met een milde geavan-ceerde oxidatie, 5, behoeft (tijdrovend) onder-zoek gericht op bromaatvorming en voldoende biologische activiteit. Om die reden is reali-satie in 2000 niet realistisch.

De voorkeur van WMN gaat uit naar de inzet van scenario 3 als voorzuivering van het oeverfiltraat. Daarmee kan water worden geleverd dat voor polaire organische micro-verontreinigingen onzekerheden heeft voor borging van de eisen van het WLB. Deze onzekerheid wordt acceptabel geacht. Allereerst omdat in het OEDI-concept een eerste bodempassage tussen oppervlaktewater en winput aanwezig is waardoor het enkele weken duurt voordat het Lekwater de win-putten bereikt. Hierdoor vindt afvlakking plaats en bestaat de mogelijkheid om de waterkwaliteit te monitoren en in te schatten welke risico's er voor de drinkwaterkwaliteit zijn. Aan de hand daarvan kunnen maat-regelen worden getroffen, zoals het stoppen van de winning van oeverfiltraat of het terug-pompen ervan in de rivier. Daarmee vervult de

Afb. 8 Geselecteerde voorkeursscenario's.



criterium	3	4	5
Volksgezondheid	Mogelijk onvolledige verwijdering polaire organische micro-verontreinigingen	Voldoet geheel aan Waterleiding-besluit	Mogelijk vorming van bromaat
Milieu*			
Energie	100 Mwh/Mm³	536 Mwh/Mm³	132 Mwh/Mm³
Grondstoffen	385 ton/Mm³	740 ton/Mm³	385 ton/Mm³
Afvalstoffen	6 ton/Mm³	5 ton/Mm³	8,5 ton/Mm³
Concentraat	geen	200.000 m³/Mm³	geen
Economie*			
Investeringen	139 Mf	125 Mf	151 Mf
Exploitatie	1,21 f/m³	1,53 f/m³	1,36 f/m³
Productierendement	> 99%	ca. 80%	> 99%

* Effecten per volume infiltraat, rekening houdend met productierendement.

Tabel 4 Kenmerken scenario 3, 4 en 5.

eerste bodempassage een functie van een ondergronds analysebekken. De voorkeur van WMN is mede bepaald door de onzekerheden die de hoogwaardige technologieën nog met zich meebrengen. Dit kan leiden tot de introductie van ongewenste stoffen en het niet adequaat functioneren van de technologie.

WMN heeft besloten de voorzuivering conform scenario 3 te ontwerpen tezamen met een interactief onderzoekstraject naar de toepassingmogelijkheden van scenario 5. WMN heeft deze strategie getoetst bij de Inspectie

voor de Volksgezondheid en de provincie Utrecht. Deze instanties hebben hierop met instemming gereageerd.

De gevolgde benadering biedt de mogelijkheid tot een uitbreiding van scenario 3 in een later stadium met een milde (geavanceerde) oxidatie als blijkt dat dit gewenst en mogelijk is.

Met deze keuze wordt zo nauw mogelijk aangesloten op het natuurlijke karakter van het OEDI-concept waarbij biologische afbraak, fysische adsorptie en afvlakking een essentiële rol spelen. WMN heeft gekozen voor een

gefaseerde realisatie van het project in capaciteit en techniek. De eerste fase van het project voorziet in de realisatie van 10 Mm³/j conform scenario 3. Parallel aan de realisatie hiervan wordt een pilot-onderzoek gestart naar de mogelijkheid en wenselijkheid van een uitbreiding van het concept met een milde geavanceerde oxidatiestap. Afhankelijk van de uitkomsten van dit onderzoek kan het project worden uitgebreid met een oxidatiestap en afhankelijk van de drinkwaterbehoefte naar de capaciteit van 15 Mm³/jaar.

Verantwoording

De beschreven studie is uitgevoerd in een samenwerkingsverband tussen N.V. Waterleidingbedrijf Midden Nederland en Kiwa N.V. Onderzoek en Advies in het kader van de werkzaamheden van de WMN Werkgroep 'Waterkwaliteit en Zuivering'. De auteurs danken ing. R.J.M. Breedveld, drs B.B. Hoogcarspel, ing. B.P.J. van Loon, ing. G.J. Zweere en ing. H. Huiting voor hun bijdrage.

LITERATUUR

1. Jutte, F.A. en Roelofs, H.J. (1995). Winning van oeverfijlraat in combinatie met diepfijlratie H2O 284, 115-117.
2. Vogelaar, A.J. (1996). Winning, zuivering en diepfijlratie van oeverfijlraat: een overzicht van 10 jaar ervaring te Remmerden en Leersum, KOA 96.055, juli 1996.
3. Roelofs, H.J., Jutte, F.A., Doedens, G.D.J. en Adamse, H.D. (1996). MER Oeverfijlraatwinning en diepfijlratie.
4. Adamse, H.D., Breedveld, R.J.M., Hoogcarspel, B.B., van Loon, B.P.J., Zweere, G.J., Huiting, H. en Kruitthof, J.C. (1996). OEDI-project: Studie naar zuiveringsstrategieën binnen het OEDI-concept, KOA 96.129, juli 1996.
5. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (1993). Beleidsplan Drink- en Industrie-watervoorziening, 's-Gravenhage.
6. Van Dijk-Looygaard, A.M. (1993). Herziening normen Water-leidingbesluit SWO 93.340, november 1993.
7. Brink, H. en Adamse, H.D. (1996). Koperafgifte door water-leidingen in het voorzieningsgebied van WMN, KOA 96.077, april 1996.

WATER TREATMENT SCENARIO'S FOR THE OEDI-PROJECT: A NATURAL CHOICE

In the year 2000, in accordance with the policy of the province of Utrecht WMN will hand in part of her permit for ground water extraction. To compensate the loss of this capacity WMN is developing the 'OEDI-project' in which drinking water is produced from surface water by way of bank filtration, pretreatment, deep well infiltration and post treatment. The total size of the project amounts 15 Mm³/yr.

Initially ten scenario's for water treatment have been identified in order to enable the selection of the preferential treatment within the scope of the OEDI-project. The most distinctive features of the scenario's are the unit operations pellet softening, granular activated carbon filtration and membrane processes.

A broad screening multi criteria analysis increased insight but proved to be insufficient distinctive to enable a final selection. Based on quantified quality goals the number of treatment scenario's could be restricted to three. Finally a scenario based on granular activated carbon filtration and pellet softening is selected, which can be realised before the year 2000 without previous pilot research.

This scenario enables implementation of additional treatment processes i.e. (advanced) oxidation to extend the barrier against organic micropollutants in a later phase.