

Hoge drukversproeiing, een alternatief voor methaanverwijdering?

Inleiding

De NV WZHO (Watermaatschappij Zuid-Holland Oost) voorziet het oostelijk deel van de provincie Zuid-Holland van drinkwater. Hiertoe wordt op een aantal locaties grondwater gewonnen en gezuiverd. De meeste winlocaties liggen bij een rivier, waar op een diepte van circa 20 tot 60 meter oevergrondwater wordt opgepompt. Het oevergrondwater bevat onder meer hogere concentraties ammonium, methaan, ijzer en mangaan (tabel I). De zuivering van het grondwater levert de



IR. D. VAN DER WOERDT
WZHO



IR. R. M. SCHOTSMAN
IWACO



IR. P. J. M. MENSE
WZHO

laatste jaren meer en meer problemen op. Vooral de verwijdering van ammonium verloopt steeds moeizamer. Het ammonium wordt door middel van het zogenoemde nitrificatieproces uit het water gehaald. Ammonium wordt door bacteriën eerst omgezet in nitriet en daarna in nitraat. Omdat hiervoor veel zuurstof nodig is, wordt gebruik gemaakt van een dubbele zandfiltratiestap. Het eerste filter is een droogfilter, waaraan continu zuurstof wordt toegevoegd. Hierdoor verloopt de nitrificatie in principe optimaal. Een sproei-net boven de zandfilters zorgt niet alleen voor het inbrengen van zuurstof, maar ook voor een gedeeltelijke verwijdering van methaan en voor de verdeling van het water over het filter. Het laatste is van groot belang bij droogfilters, omdat een bovenwaterstand ontbreekt. Op een aantal locaties verloopt de omzetting

Samenvatting

De NV WZHO (Watermaatschappij Zuid-Holland Oost) heeft op een aantal winlocaties problemen met het zuiveren van het oevergrondwater. Door het hoge methaangehalte in het water, verloopt de omzetting van ammonium in het droogfilter niet optimaal. Ook treedt in het filter overmatige groei van *Aeromonas* op. Zowel voor het rendement van het filter als voor het voorkomen van de *Aeromonas* is het beter het methaan voor de behandeling in het filter te verwijderen uit het water.

Het methaan kan worden verwijderd door een intensieve beluchtingstechniek toe te passen. Cascade-, toren en plaatbeluchting, vacuümontgassing en hoge drukversproeiing komen hiervoor in aanmerking. In een experiment heeft WZHO de mogelijkheden van de hoge drukversproeiing onderzocht.

Uit de proeven blijkt dat met hoge drukversproeiing tot ongeveer 95% van het methaan uit het water kan worden verwijderd. In een praktijkinstallatie zal naar verwachting het rendement uitkomen op ongeveer 90%. Een bijkomend voordeel is dat de hoge druksproeiers het water beter over het filter verdelen dan lage druksproeiers. Technisch is het daarmee een goede methode.

De kosten van hoge drukversproeiing zijn wel hoger dan lage drukversproeiing. De investerings- en exploitatielasten zijn ongeveer even hoog als bijvoorbeeld vacuümontgassing.

van ammonium al een aantal jaren minder goed. Onderzoek heeft aangetoond dat dit komt door de aanwezigheid van methaan in het grondwater. Het gas kan in de eerste filtratiestap biologisch worden verwijderd. Hier kleven echter de nodige nadelen aan. Het vermogen van het filter om de nitrificatie plaats te laten vinden vermindert, doordat een deel van de capaciteit nodig is voor het verwijderen van het methaan. Daarnaast wordt er door de biologische methaanverwijdering een slijmvormige biomassa afgezet in de bovenste laag van het filter. Vooral in de zomer treedt hierdoor groei van *Aeromonas* op.

Voor het proces is het daarom beter om vooraf zoveel mogelijk het methaan langs fysische weg te verwijderen. Dat kan door het grondwater eerst intensief te beluchten. Op een aantal winlocaties doet WZHO dit al door een cascade- of plaatbeluchting. Hierdoor zijn daar geen problemen meer met het verwijderen van ammonium en is er evenmin een bovenmatige groei van *Aeromonas*.

Het is niet overal mogelijk om één van de twee beproefde technieken toe te passen. Vervuiling van het beluchtingssysteem door ijzeroxidatie, beperkingen aan de mogelijke bouwhoogte of ruimtegebrek maken dit soms onuitvoerbaar.

WZHO verricht daarom onderzoek naar

alternatieve intensieve beluchtings-technieken om het methaan te verwijderen. Als richtsnoer wordt daarbij een norm aangehouden van 0,05 mg/l CH₄ bij nieuwbouw en 0,1 mg/l CH₄ bij aanpassing van een bestaande zuiveringsinstallatie, zoals in Kiwa-mededeling nr. 123 [1] wordt aanbevolen. Naast cascade- en plaatbeluchting, komen torenbeluchting, vacuümontgassing of hoge drukversproeiing hiervoor in aanmerking. WZHO onderzoekt de twee laatstgenoemde alternatieven. In dit artikel wordt ingegaan op het onderzoek naar hoge drukversproeiing.

Hoge drukversproeiing

Op de onderzochte locaties worden momenteel lage druksproeiers gebruikt. Deze zorgen voor een beperkte ontgassing en halen slechts iets meer dan de helft van het aanwezige methaan uit het ruwe water. De rest moet in de eerste filtratiestap worden verwijderd.

De verwachting is dat het verwijderingspercentage voor methaan, door een hogere voordruk op de sproeiers, zal toenemen. Hoge drukversproeiing is één van de manieren om daar voor te zorgen. Deze techniek wordt in de procesindustrie veelvuldig gebruikt voor bijvoorbeeld de verwijdering van CO₂. Resultaten over het verwijderen van methaan zijn echter niet bekend. Ook voor de drinkwaterproductie is nog geen of slechts beperkt ervaring opgedaan met methaanontgassing door hoge drukversproeiing (zie ook het kader over het principe van hoge drukversproeiing).

Principieel heeft de keuze voor hoge drukversproeiing een aantal voordelen. Zo is het goed in te passen in de huidige

TABEL I - Concentraties macro parameters (1995) in het ruwe water van enkele zuiveringsstations van WZHO.

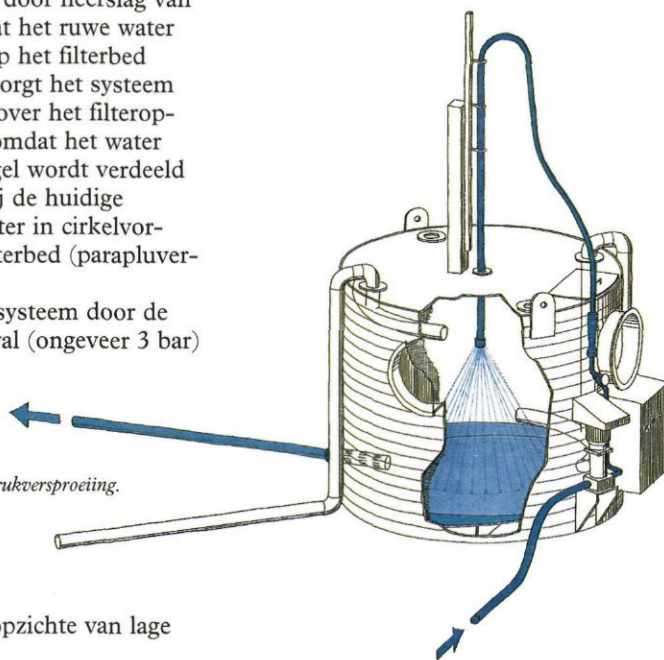
Zuiveringsstation	Fe ²⁺ mg/l	CH ₄ mg/l	NH ₄ ⁺ mg N/l	Mn ²⁺ mg/l
De Hooge Boom/Kamerik	9,1	1,3	2,80	0,55
Schuwacht/Lekkerkerk	3,9	0,4	1,77	0,95
Tiendweg /Lekkerkerk	6,1	1,2	5,05	0,54
Hendrik Ido Ambacht	6,2	1,9	2,06	0,68
De Put/Nieuw-Lekkerland	2,8	0,7	3,15	0,63
Reijerwaard/Ridderkerk	6,3	7,0	8,41	0,43
Zwijndrecht	2,5	2,0	2,61	0,52

zuiveringspraktijk van WZHO. De vervanging van de huidige lage druksproeiers door hoge druksproeiers zal daarbij relatief goedkoop zijn, geen problemen geven met de bouwvergunning en het is niet nodig de bestaande bouwhoogte of het bebouwde oppervlak te vergroten.

Technologisch is het voordeel van hoge drukversproeiing dat er geen problemen zijn met de vervuiling door neerslag van geoxideerd ijzer, omdat het ruwe water na beluchting direct op het filterbed wordt gebracht. Ook zorgt het systeem voor betere verdeling over het filteroppervlak (droogfilter), omdat het water over de hele sproeikegel wordt verdeeld (volkegel-sproeier). Bij de huidige methode komt het water in cirkelvormige ringen op het filterbed (paraplusproeiing).

Een nadeel is dat het systeem door de hoge benodigde drukval (ongeveer 3 bar)

een gesloten vat, waarin het ruwe water door een toerengeregelde pomp met verschillende debieten kan worden versproeid. De hoeveelheid verversingslucht kan worden geregeld met een blower, voorzien van een kachellep en een meetpunt voor het luchtdebiet. In de container zorgen T-stukken voor een goede aan- en afvoer van lucht.



Afb. 1 - Testopstelling hoge drukversproeiing.

veel energie kost ten opzichte van lage drukversproeiing.

Omdat zeer hoge rendementen moeten worden gehaald om het methaangehalte te verlagen tot 0,05 à 0,1 mg/l (zie tabel I), zal het systeem niet overal te gebruiken zijn. Vooraf werd een maximaal CH_4 ontgasingsrendement verwacht van 85 tot 95%, wat de toepassing beperkt tot ruwwaterkwaliteiten met een methaangehalte kleiner dan 1 mg/l. In potentie is het systeem hiermee op enkele locaties van WZHO toepasbaar.

Proefinstallatie

Het onderzoek is gestart met de selectie van drie hoge druksproeiers. De sproeiers moesten kunnen zorgen voor een fijne druppelverdeling (en dus een groot uitwisselingsoppervlak) en ongevoelig zijn voor vervuiling door ijzeroxidatie. Bovendien mocht de fijne druppelverdeling niet leiden tot verneveling (aërosolvorming). Dat zou namelijk kunnen leiden tot problemen bij het uitblazen van verversingslucht en een ongecontroleerde verdeling van het water over het filteroppervlak. Om een vergelijking te kunnen maken met de huidige situatie, zijn bovendien twee lage druksproeiers die WZHO momenteel gebruikt in het onderzoek meegenomen. Voor het testen van de geselecteerde sproeiers is een aparte proefcontainer ontworpen (afb. 1). De proefcontainer is

Onderzoeksprogramma

Voor de vijf onderzochte sproeiers is gekeken naar de invloed van vier parameters op het rendement. Het gaat daarbij om:

- debiet per sproeier (2,5, 3,75, 5,0 en 6,0 m³/uur per sproeier);
- valhoogte (0,2, 0,5, 1,0 en 1,5 m);
- de lucht/water verhouding (RQ factor 0-22,5 Nm³/m³);
- ruwwaterkwaliteit (laag en hoog CH_4 -gehalte).

Er is gekeken naar de volgende chemische parameters:

- gassen CH_4 , O_2
- kalkkoolzuurevenwicht CO_2 , HCO_3^- , pH en Ca^{2+}
- macro's Fe^{2+} , Mn^{2+} .

Voor de waterverdeling, is daarnaast het sproeibeeld als functie van de valhoogte en het debiet onderzocht.

Om de omvang van het onderzoek te beperken, is het in twee delen uitgevoerd.

TABEL II - Ruwwaterkwaliteit.

Parameter	put W7	put W3	Eenheid
CH_4	5500	2250	µg/l
CO_2	47	29	mg/l
HCO_3^-	355	257	mg/l
pH	7,2	7,3	-
Fe^{2+}	11,8	2,85	mg/l
Ca^{2+}	82	80	mg/l
EGV	56,5	75,7	mS/m

Principe van een lage en hoge drukversproeiing

Voor een goede gasuitwisseling zijn vier factoren van belang. Er moet een zo groot mogelijk lucht/wateroppervlak zijn, het lucht/wateroppervlak moet regelmatig vernieuwen, er moet een zekere contacttijd zijn en tenslotte is de drukval over de sproeier relevant.

Bij lage drukversproeiing valt het water bij een kleine drukval op een verdeelplaatje. Hierdoor ontstaat een parapluvormige waterfilm. Deze gaat vaak na een bepaalde hoogte over in grote druppels. Het lucht/wateroppervlak en de contacttijd (= valtijd) zijn bepalend voor de mate van ontgassing.

Bij hoge drukversproeiing wordt het water in de sproeier door een verdeelstuk in twee stromen gesplitst. Beide waterstromen worden vlak bij de opening met elkaar in botsing gebracht. Hierdoor ontstaat een kegelvormige waterkolom, die bestaat uit fijne druppeltjes. De druppeltjes zijn kleiner naarmate de druk groter is. Hierdoor ontstaat een groot lucht/wateroppervlak. Na een zekere valhoogte, versmelten de druppels enigszins, waardoor een deel van de (druk)energie verloren gaat. De contacttijd is door de hoge voordruk waarmee het water de sproeier met hoge snelheid verlaat, kleiner, dan bij lage drukversproeiing.

Aangenomen wordt dat door de hoge drukval van 3 tot 7 bar naar atmosferische omstandigheden, bij het verlaten van de hoge druksproeier een spontane ontgassing in de waterdruppel zal plaatsvinden. Samen met het veel grotere contactoppervlak moet dit zorgen voor een hoog ontgassingrendement bij hoge drukversproeiing.

TABEL A - Vergelijking lage en hoge drukversproeiing.

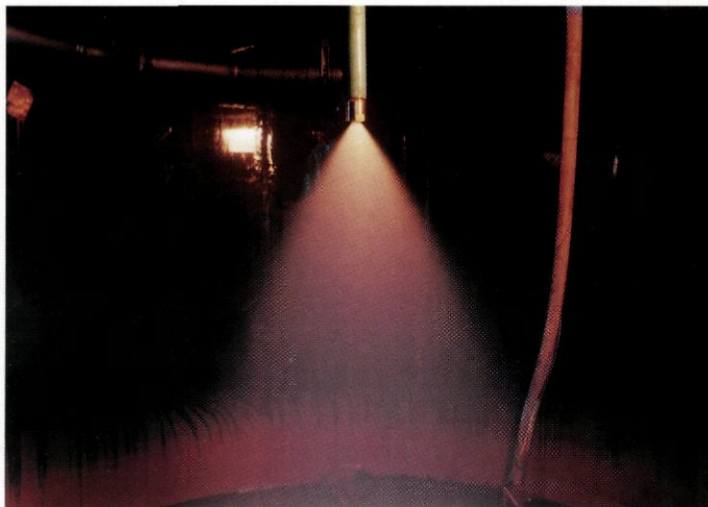
	Lage druksproeiers	Hoge druksproeiers
Oppervlak	waterfilm overgaand in druppels	fijne druppels
Vernieuwing	nauwelijks	nauwelijks
Contacttijd	normaal	kleiner door voordruk
Drukval	beperkt (20-50 cmwk)	zeer hoog (1-7 bar), waardoor mogelijk spontane ontgassing optreedt

Op basis van de distributiecoëfficiënten van CH_4 en O_2 wordt een gelijk rendement verwacht. Door de hogere distributiecoëfficiënt (evenwicht meer naar de waterfase) voor CO_2 kan een relatief hogere concentratie in het water opgelost blijven. Op basis daarvan wordt dan ook voor CO_2 een lager rendement dan voor CH_4 en O_2 verwacht.

Tijdens de eerste fase is de invloed van de valhoogte en het debiet voor iedere sproeier onderzocht bij een constante RQ-factor en ruwwaterkwaliteit. De RQ-factor is voor elk debiet op 4 ingesteld, terwijl het ruwe water alleen van put W7 is betrokken. Op basis van de resultaten van de eerste fase is daarna de meest belovende sproeier uitgekozen. Deze is tijdens de



Afb. 2a - Sproeibeeld lage drukversproeiing.

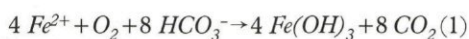


Afb. 2b - Sproeibeeld hoge drukversproeiing.

tweede fase nader onderzocht op de invloed op het rendement van de RQ-factor en de ruwwaterkwaliteit.

Voor de eerste fase is een put met een hoog CH₄-gehalte geselecteerd. In de tweede fase is een put met een lager CH₄-gehalte uitgekozen.

Om de waarden goed met elkaar te kunnen vergelijken, is in het onderzoek rekening gehouden met de chemische reacties die optreden nadat het ruwe water de sproeier verlaat. Afhankelijk van de reactiesnelheid verlopen deze reacties wel of niet volledig tijdens de val. De oxidatie van ijzer (Fe²⁺) is een snel verlopende reactie. Bij deze reactie wordt zuurstof verbruikt en kool-dioxide geproduceerd, volgens reactievergelijking 1.



Deze reactie is van belang voor het bepalen van de rendementen. Als er geen rekening mee wordt gehouden, wordt er een te laag zuurstof- en kooldioxidierendement berekend. Daarom is het zuurstof- en kooldioxidierendement gecorrigeerd voor de oxidatie van Fe²⁺.

Afhankelijk van de beluchting en ontgassingssnelheid zal het verbruikte O₂ deels of volledig worden aangevuld en het geproduceerde CO₂ deels of volledig worden verwijderd. De aanvulling en verwijdering zal door het dynamisch karakter van de Fe²⁺ oxidatie nooit volledig zijn. Het CH₄ rendement is onafhankelijk van deze reactie.

Daarnaast moet bij de beoordeling van de resultaten rekening worden gehouden met het feit dat de proefopstelling enigszins afwijkt van de installaties zoals WZHO ze gebruikt. In de meetopstelling is het versproide water eerst opgevangen in een beperkte laag water (afschot van 0-15 cm).

Daardoor werkt het systeem als een filter met een bovenwaterstand, terwijl er bij droogfiltratie geen bovenwaterstand is. Het gevolg van de bovenwaterstand is dat er waterdruppels inslaan in de waterlaag, waardoor er een extra beluchting kan plaatsvinden. Dit kan van invloed zijn op het rendement.

Daarnaast bevond het water zich enige tijd in deze opvangbak voor er monsters zijn genomen, en verliep er enige tijd tussen monsternamen en analyse. Daardoor ging de Fe²⁺ oxidatie nog even door. Dit leidt tot hogere CO₂- en lagere O₂-gehaltes en dus een minder zuiver meetresultaat.

Om het 'inslageffect' in te schatten, is voorafgaand aan het onderzoek de bodem van de proefopstelling bedekt met een laag van maximaal 15 cm grind. Daardoor werd de verblijftijd van het water in de bak 60 tot 70% korter.

Uit een vergelijking van de meetresultaten met en zonder filtergrind blijkt dat de extra beluchting afneemt naarmate de valhoogte groter en het debiet kleiner wordt. De beluchting en ontgassing vindt blijkbaar al in de bovenste 0,5 m plaats.

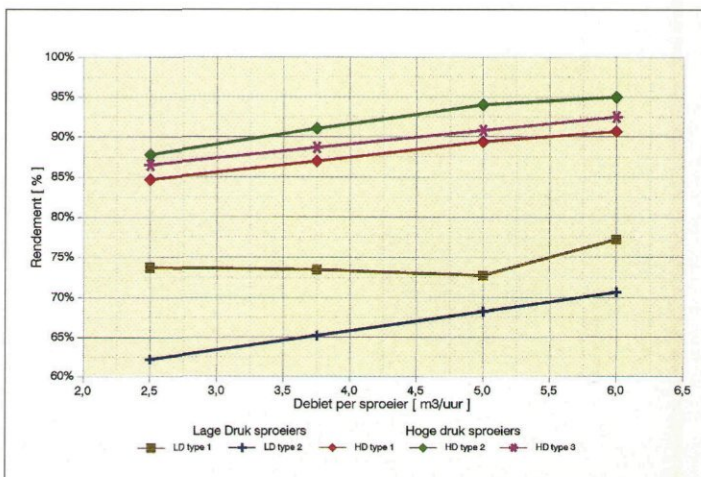
Bij lage drukversproeiing en lage valhoogten (0,5 m of kleiner) neemt het rendement door de inslag en iets langere verblijftijd toe met circa 15%. Bij grotere valhoogten neemt dit effect af tot minder dan 5%. Hoewel alleen een lage druk-sproeier is onderzocht met en zonder grind, zal dit effect bij hoge drukversproeiing en lage valhoogten in gelijke of zelfs sterkere mate optreden. Bij grotere valhoogten zal het effect ongeveer even groot zijn, blijkt uit een theoretische berekening van het CH₄-rendement.

De proef toonde aan dat de resultaten van het onderzoek overeenkomen met het rendement voor een natfilter. Voor een droogfilter is het rendement bij een valhoogte van 1,5 m ongeveer 5% minder hoog.

CH₄-rendement als functie van het debiet

Het CH₄-rendement is bij verschillende debieten onderzocht bij een valhoogte van circa 1,5 meter.

Uit tabel III en afbeelding 3 blijkt dat het CH₄-rendement voor hoge druksproeiers 10-20% hoger is.

Afb. 3 - CH₄-rendement.

TABEL III – CH₄-verwijderingsrendement, valhoogte circa 1,5 m.

Type sproeier	Debiet per sproeier in m ³ /h			
	2,5	3,75	5,0	6,0
<i>Lage druk</i>				
type 1	74%	73%	73%	77%
type 2	62%	–	68%	–
<i>Hoge druk</i>				
type 1	85%	87%	89%	91%
type 2	88%	91%	94%	95%
type 3	86%	–	91%	–

CH₄-rendement als functie van de valhoogte

Bij de proeven bleek, dat het vergroten van de valhoogte nauwelijks van invloed is op het rendement. Na een korte valhoogte van 0,5 tot 1 meter wordt al bijna het maximale rendement bereikt, zo blijkt uit de onderstaande tabel.

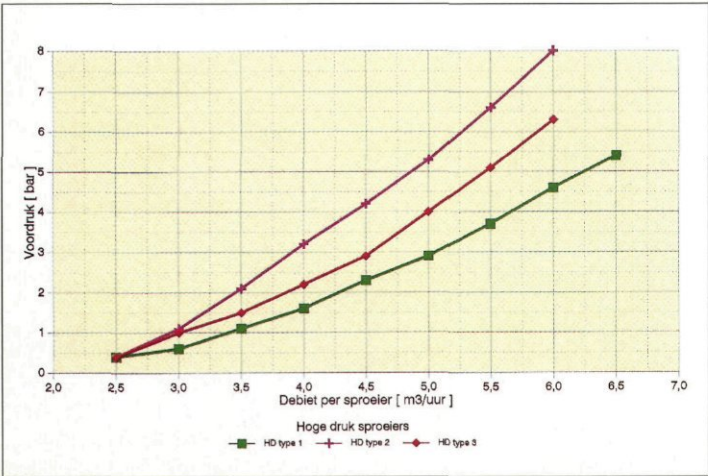
TABEL IV – CH₄-verwijderingsrendement als functie van de valhoogte voor een lage en een hoge druksproeier bij twee debieten.

	Lage druk type 1		Hoge druk type 2	
	3,75	5,0	3,75	5,0
<i>Valhoogte</i>				
1,5 m	73%	73%	91%	94%
1,0 m	72%	74%	90%	92%
0,5 m	71%	62%	89%	91%
0,2 m	58%	64%	86%	90%

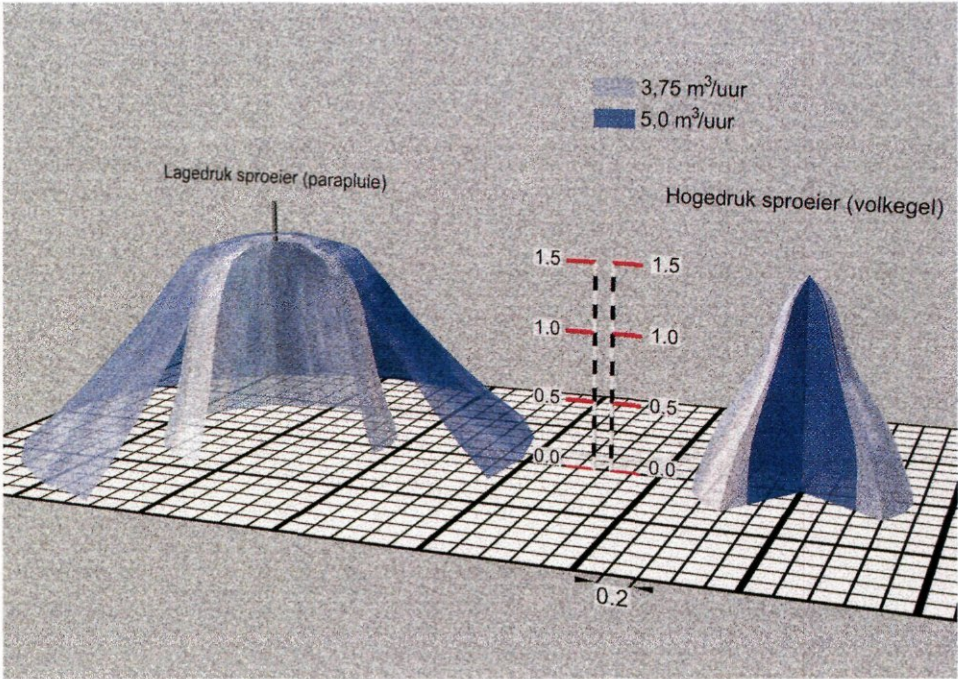
De resultaten van de overige typen sproeiers zijn vergelijkbaar.

Sproeibeeld

Bij alle sproeiers is bekeken hoe het sproeibeeld er uit ziet bij verschillende debieten en valhoogten. Ter illustratie toont afbeelding 2 het sproeibeeld van een lage (type 1) en een hoge druksproeier (type 2). Opvallend is dat bij een groter debiet, de sproeidiameter bij de lage druksproeier toeneemt, maar bij de hoge druksproeier gelijk blijft of zelfs iets afneemt. Van de hoge druksproeiers is het verband tussen debiet en druk gemeten (zie afb. 4).



Afb. 4 - Benodigde voordruk HD-sproeiers.



Afb. 5 - Sproeibeeld als functie van het debiet.

De drukval van de lage druksproeiers ligt tussen de 0,3 en 1,0 mwk. Van de hoge druksproeiers leverde type 2 het beste rendement op. Deze sproeier is in de tweede fase van het onderzoek verder onderzocht.

Invloed van de RQ-factor

Door de lucht-waterverhouding (RQ-factor) te variëren van 4 tot 22,5 (het maximale vermogen van de ventilator), is de invloed hiervan op het CH₄-rendement onderzocht. De verwachting was dat een hogere RQ-factor zou leiden tot een hoger CH₄-rendement. Bij plaatbeluchters met recirculatie [3] is dat namelijk ook het geval. Bij deze installaties is het mogelijk het rendement in te stellen door de RQ-factor te variëren. Dit is vooral van belang om de pH-verhoging te controleren. Na het instellen van de gewenste RQ-

factor zijn na 24 uur monsters genomen. De resultaten staan in tabel V.

TABEL V – Invloed RQ-factor op CH₄-rendement HD sproeier type 2.

RQ-factor [Nm ³ /m ³]	CH ₄ -rendement	Bemonstering na
4,0	93%	korte tijd
4,0	92%	ca. 24 uur
8,0	94%	ca. 24 uur
12,0	91%	ca. 24 uur
22,5	93%	ca. 24 uur

Ter controle is naderhand nog een test met de lage druksproeier type 1 uitgevoerd. Hierbij werd de kunstmatige ventilatie volledig stilgezet. Hierdoor nam het CH₄-rendement iets af. Uit de metingen blijkt dat de RQ-factor van ondergeschikt belang is. Er is geen verbetering van het CO₂-rendement. Dit blijft vrijwel gelijk. De vernieuwing van het water/luchtoppervlak is niet groot genoeg om voor een verdere toename van het rendement te zorgen. Er is een vernieuwing van het water/luchtoppervlak nodig om meer CH₄ en CO₂ uit te kunnen drijven.

Invloed ruwwaterkwaliteit

De verwachting was dat het rendement van de installatie lager zou zijn bij ruwwater met een lager methaangehalte. De veronderstelling was dat het moeilijker is om ook het restant methaan te verwijderen. Om te onderzoeken of deze veronderstelling klopt, is de proefinstallatie aangesloten op put W3. Het methaangehalte van deze put is beduidend lager dan dat van put W7 (zie tabel VI).

TABEL VI – Invloed andere ruwwaterkwaliteit (put W3), Q = 5,0 m³/uur, HD sproeier type 2.

Valhoogte	1,5 m		1,0 m		Eenheid
	Put W7	Put W3	Put W7	Put W3	
CH ₄ influent	5500	2250	5500	2250	µg/l
CH ₄ Rendement	94%	95%	92%	94%	
O ₂ Rendement	83%	84%	83%	83%	*
CO ₂ influent	47	29	47	29	mg/l
CO ₂ rendement	62%	73%	52%	70%	

* gecorrigeerd voor Fe-oxidatie.

Het blijkt dat het rendement voor CH₄ en O₂ nagenoeg gelijk is. Voor het verwijderen van CO₂ zijn de cijfers niet eenduidig. De Fe²⁺ oxidatie en het lagere oorspronkelijke CO₂-gehalte kunnen het rendement hebben beïnvloed.

Reproduceerbaarheid

Om de reproduceerbaarheid te controleren, is de hoge druksproeier type 2 nog een keer bemonsterd (zie tabel VII). Hieruit blijkt dat de reproduceerbaarheid voor CH₄ zeer goed is (een verschil van 1 tot 3%). Volgens verwachting, werd voor zowel het O₂- als CO₂-rendement door de Fe-oxidatie een wat minder goede reproduceerbaarheid gevonden (een verschil van ca. 10%).

TABEL VII – Reproduceerbaarheid CH₄-rendement hoge druksproeier type 2.

Valhoogte	2,5 m ³ /uur	3,75 m ³ /uur	5,0 m ³ /uur	6,0 m ³ /uur
1,5 m				
1e test	88%	91%	94%	95%
2e test	88%	90%	92%	95%
1,0 m				
1e test	86%	90%	92%	93%
2e test	83%	92%	92%	94%

Conclusies

De verwachting was dat door het gebruik van hoge druksproeiers meer CH₄ uit het ruwwater wordt gehaald dan met lage druksproeiers. Dat blijkt inderdaad te kloppen. Op basis van de distributievoëfficiënten zou het rendement voor CH₄ en O₂ vergelijkbaar moeten zijn. In de praktijk blijft het O₂-rendement echter iets achter doordat de Fe-oxidatie nog even doorgaat. Om dezelfde reden is het niet exact te beoordelen hoe groot het CO₂-rendement is.

TABEL VIII – Samenvattend rendementsoverzicht.

Type sproeier	CH ₄ -rendement	O ₂ -rendement	CO ₂ -rendement	Drukval
Lage druk	60-75%	60-75%	50-60%	< 1,0 mwk
Hoge druk	85-95%	80-90%	50-60%	1,0-7,0 bar

Voor de verschillende variabelen geldt ten eerste dat boven ongeveer 0,5 meter de valhoogte nauwelijks meer van invloed is

op het CH₄-rendement. Het is niet wenselijk een kleinere valhoogte aan te houden, omdat dan bij droogfiltratie veel meer sproeiers nodig zijn om het filteroppervlak gelijkmatig van water te voorzien. De kwaliteit van het ruwwater is niet van invloed op het CH₄-rendement. Het rendement is niet kleiner bij ruwwater met een lager CH₄ gehalte.

De lucht-waterverhouding heeft evenmin amper invloed op het resultaat. Zelfs als de kunstmatige ventilatie wordt gestopt, is de invloed beperkt. In een gesloten filterruimte zal dit vermoedelijk anders zijn, maar ook daar kan de RQ-factor redelijk vrij worden ingesteld om bijvoorbeeld de afvoer van gasen mogelijk te maken. Dat is vooral bij droogfiltratie van belang, omdat het methaan anders voor een deel in het filterbed wordt geleid en daar biologisch wordt omgezet. Door een hoge verversingsgraad boven het filterbed toe te passen (hoge RQ-factor), wordt het grootste deel van het CH₄ boven het filterbed afgevoerd. Een nadeel daarvan is wel dat er bij een hogere RQ-factor meer aërosolvorming kan optreden.

De reproduceerbaarheid voor het CH₄-rendement is groot met een rendementsverschil van 1 tot 3%. Door de oxidatie van Fe²⁺ is de reproduceerbaarheid van het O₂- en CO₂-rendement minder goed met een verschil van ongeveer 10%.

Door de inslag van waterdruppels bij lage valhoogten (≤ 0,5 m) is bij droogfiltratie het CH₄-rendement lager dan in de testomstandigheden. Daarboven is de invloed beperkt (≤ 5%).

Een bijkomend voordeel van het gebruik van hoge druksproeiers is dat deze in vergelijking met lage druksproeiers zorgen voor een betere verdeling van het water over het filter. Dat is vooral voor de droogfiltratie van groot belang.

TABEL IX – Vergelijking lage en hoge druksproeiers.

	Lage druksproeier	Hoge druksproeier
CH ₄ -rendement	redelijk (60-75%)	goed (85-95%)
Verdeling	redelijk	zeer goed
Aërosolvorming	nee	ja
Energieverbruik	normaal	hoger

Vertaling naar praktijk

De vraag is uiteraard of de in de proef behaalde resultaten ook in de praktijk zijn te realiseren. Onder de testomstandigheden was het mogelijk om 95% van het methaan te verwijderen bij een valhoogte van circa 1,5 meter. Hiervoor was een drukval nodig van 8 bar. Bij drukken rond de 3 bar is het rendement circa 90%.

In de praktijk zal het gemiddelde rendement lager uitvallen doordat gedurende de dag schommelingen in het debiet moeten worden opgevangen. Daarom is onderzocht hoe hoog het rendement in de praktijk zal uitvallen. Hieruit bleek dat een gemiddeld rendement van 90% haalbaar is. Als in de vergelijking echter ook wordt gekeken naar de investerings- en exploitatielasten, dan blijkt hieruit dat de kosten van hoge drukversproeiing vergelijkbaar zijn met een techniek als vacuümontgassing.

Technologisch is hoge drukversproeiing in ieder geval geschikt voor het verwijderen van methaan uit het ruwe water.

De hiervoor gestelde ontgassingsnorm van het ruwe water tot 0,05 à 0,1 mg/l methaan is haalbaar tot een methaangehalte in het ruwe water van 1 mg/l.

Literatuur

1. Kiwa-mededeling nr. 123 (1994). *Behandeling van methaanhoudend grondwater*, Nieuwegein december 1994.
2. Pöpel, H. J. (1981). *Aeration and Gas transfer*, Delft University of Technology, Delft november 1981.
3. Haasnoot, A., Hendriks, L. J. W. en Reijnen, G. K. (1994). *Kwaliteitsverbetering zuiveringsstation De Laak door plaatbeluchting*, H₂O (27) 1994, nr. 26.

EWPCA-symposium 'European Water Policy'

De European Water Pollution Control Association (EWPCA) organiseert een European Water Policy Symposium 'The New EC Framework Directive Water Policy'. Het symposium wordt gehouden op 5 mei 1997 in Wenen, Oostenrijk. Nadere inlichtingen: EWPCA, dr. S. van Riesen/mw. E. Kristensen, Theodor-Heuss Allee 17, D-53773 Hennef, Duitsland, telefoon 00-49 22 42 872 189, fax 00-49 22 42 872 135, e-mail: krist@atv.de.