



# Methaanbelasting irrelevant voor filterwerking

WERENFRIED DE VET, HYDRON ADVIES & DIENSTEN

WILFRED BURGER, HYDRON ADVIES & DIENSTEN

ANKE WOLTHOORN, WAGENINGEN UNIVERSITEIT SECTIE BODEMKUNDE

DIRK VAN DER WOERDT, HYDRON ADVIES & DIENSTEN

Hydron Zuid-Holland kent op haar zuiveringsstation Lekkerkerk in Krimpen a/d Lek van oudsher problemen met onvoldedige ammoniumverwijdering in de dubbele droogfiltratie. Die kunnen veroorzaakt worden door de hoge methaanconcentratie van bijna een milligram per liter in het ruwe water. Daarom heeft Hydron Zuid-Holland vacuümontgassing toegepast om het methaan grotendeels te verwijderen vóór de filtratie. De vacuümontgassing functioneert tijdens een langlopend pilotonderzoek op praktijkschaal (120 kubieke meter per uur) naar verwachting voor de verwijdering van methaan. Toch vormt dit niet de oplossing voor de filtratieproblemen. Methaanbalansen van filters zonder vacuümontgassing tonen bij nadere beschouwing aan dat vrijwel alle methaan met de ventilatielucht door het filterbed wordt meegezogen; methaan wordt dus nauwelijks biologisch verwijderd. Hydron Zuid-Holland en Wageningen Universiteit concluderen dat vacuümontgassing op zuiveringsstation Lekkerkerk nauwelijks een verbetering van het zuiveringsproces oplevert. De proefontgasser is intussen ontmanteld en van de toepassing wordt verder afgezien.

Zuiveringsstation Lekkerkerk telt twee winvelden: Tiendweg en Schuwacht. Beide winvelden hebben een eigen zuivering bestaande uit dubbele zandfiltratie. De waterstromen worden na deze filtratiestap gemengd en na koelfiltratie en UV-desinfectie gedistribueerd. Het water van winveld Tiendweg bevat relatief hoge concentraties methaan, ijzer en ammonium die leiden tot problemen in de zuivering (zie tabel 1).

Zuiveringsstation Lekkerkerk telt acht dubbele droogfilters waarvan er vijf ingezet worden voor de zuivering van Tiendwegwater (zie afbeelding 1 voor het processchema).

Problemen met de zuivering liggen met name bij de dubbele zandfiltratie. De hoge

gehalten methaan, ijzer en ammonium vervuilen het filterbed. Hierdoor vindt continu doorslag plaats van onder andere ammonium in de eerste filtratiestap. De tweede filtratiestap moet dan een relatief grote hoeveelheid ammonium omzetten. Het resultaat is dat met enige regelmaat te hoge concentraties in het verzameld nafiltraat worden gemeten. De

daarop volgende koelfiltratiestap verwijdert dit alsnog, maar vervuult sneller. Dat brengt extra regeneratiekosten met zich mee.

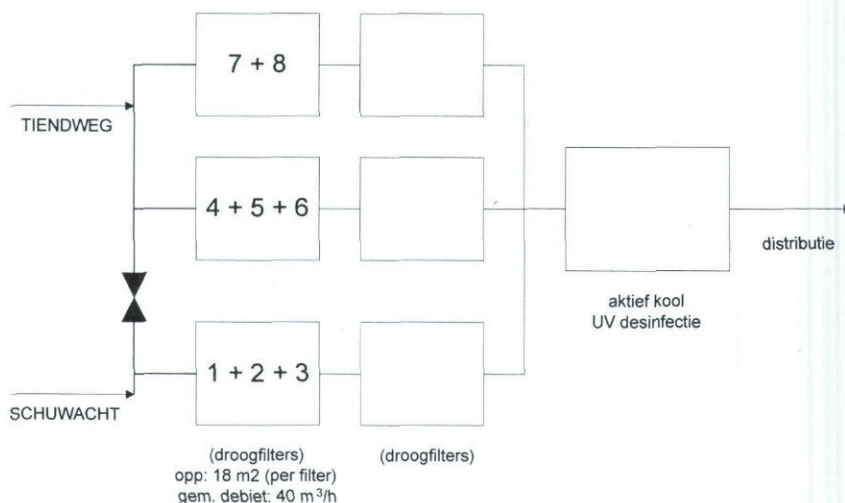
De filters dienen, als gevolg van vervuiling, regelmatig extern gewassen te worden. Bovendien leidt vervuiling met biomassa regelmatig tot hoge aantallen *Aeromonas*-bacteriën in het filtereffluent.

Een intensief gasuitwisselingsysteem vóór de eerste filtratiestap wordt bij hoge methaanbelasting aanbevolen. Een verantwoorde methaanbelasting op het filterbed is per locatie verschillend, maar als richtwaarde wordt een maximum van 0,1 mg/l genoemd<sup>1</sup>.

Op locaties waar het grondwater ook hoge concentraties bevat van andere grondwatercomponenten, moeten droogfilters worden toegepast om zuurstofloosheid te voorkomen. De verwijdering van deze stoffen, vooral ammonium, verbruikt veel zuurstof. Droogfilters kunnen ook effectief werken bij hoge concentraties methaan in het ruwe water. Toch wordt intensieve ontgassing vanwege bovenstaande risico's ook bij droogfilters aanbevolen. Voor een goede waterverdeling zijn deze filters voorzien van een sproeinnet. Vervuiling van het ruwwaternet door ijzer en biomassa wordt dan voorkomen door een ontgassingstechniek te kiezen waarbij geen beluchting plaatsvindt, zoals vacuümontgassing.

Om deze redenen heeft Hydron Zuid-Holland besloten de mogelijkheden van methaanverwijdering door vacuümontgassing uit te werken. In kortlopend proefonderzoek lijkt vacuümontgassing een positief effect op een nageschakeld droogfilter te hebben<sup>2</sup>. Vanwege de filtratieproblemen op ZS Lekkerkerk is in 1997 het ontwerptraject voor een full-scale zuiveringstrap gestart.

Afb. 1: Processchema zuiveringsstation Lekkerkerk.



Tabel 1: Ruwwaterkwaliteit winveld Tiendweg

| component  | CH <sub>4</sub> | Fe     | NH <sub>4</sub> | Mn     |
|------------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| eenheid    | (mg/l)          | (mg/l) | (mg/l)          | (mg/l) |
| gemiddelde | 0,85            | 5,8    | 5,4             | 0,65   |

\* De analysesresultaten zijn gemiddelden van 1997 tot 2000.





De vacuüminstallatie van zuiveringsstation Lekkerkerk.

## Vacuümontgassing: wel of geen oplossing?

### Beschrijving installatie en resultaten

Voor de bouw van een definitieve zuiveringsstap is op ZS Lekkerkerk vanaf eind 1997 een praktijkproef van drie jaar uitgevoerd. Voor Tiendwegfiltersets 7 en 8 is een vacuümontgasser geplaatst. De ontwerpcapaciteit van de vacuüminstallatie is uitgelegd op 186 kubieke meter per uur, ruim de helft van de gemiddelde capaciteit van het volledige zuiveringsstation.

De vacuüminstallatie bestaat uit een ontgassingsketel, twee vacuümpompen en een speciale effluentpomp om het water zonder cavitatie naar de voorfilters te pompen. Daarnaast is de zuiveringsstap volledig in de procesautomatisering van het zuiveringsstation geïntegreerd (zie voor een aanzicht van de pilot-plant bovenstaande foto).

De vacuüminstallatie voldoet op alle terreinen aan de vastgestelde ontwerpeisen. De

ontwerpvacuümdruk (6 kPa) wordt zonder probleem gehandhaafd bij het ontwerpdebiet. Ook lagere absolute vacuümdrukken (tot 4 kPa) worden zonder probleem gerealiseerd.

Het verwijderingsrendement voor methaan is gemiddeld 92 procent. Dit betekent een reductie naar gemiddeld 0,083 mg/l. Tijdens de versproeiing boven het bed wordt het methaangehalte verder verlaagd. Hiermee wordt ruim voldaan aan de Kiwa-aanbeveling voor een verantwoorde methaanbelasting op een filterbed. De installatie functioneert dus naar behoren.

### Effect op de filtratie

Overeenkomstig de ervaringen bij het proefonderzoek verbeterd de zuiveringswerking van voorfilter 7 sterk. Dit voorfilter heeft tegelijk met de inbedrijfstelling van de vacuümontgasser nieuw grind gekregen. Voorfilter 8 is ter vergelijking niet direct voorzien van nieuw filtergrind. Het filter toont nauwe-

lijks enig positief effect op de vacuümontgassing, totdat het ook nieuw grind krijgt. Na het inwerken van het grind verwijderd ook dit voorfilter ijzer, ammonium en mangaan vrijwel volledig, ook bij een hoger dan gemiddeld debiet. De verwijderingscapaciteit van deze voorfilters bereikt aanvankelijk waarden van ruim acht gram ammonium per uur per kubieke meter filterbed.

De verbeterde werking van de eerste filtratiestap blijkt van korte duur. De nitrificatie loopt vanaf de beginfase geleidelijk terug. In deze fase is de historie van de andere Tiendwegfilters zonder vacuümontgassing bij het onderzoek betrokken. Het verloop van de nitrificatie van deze filters is vrijwel identiek. Ook deze filters verwijderen alle ammonium gedurende een korte periode nadat ze met nieuw grind ingewerkt zijn. Daarna vallen ze geleidelijk terug. Zowel het maximum van de nitrificatiecapaciteit als de snelheid waarmee deze terugliep is vergelijkbaar. Bovendien helpt vacuümontgassing op ZS Lekkerkerk evenmin om het aantal *Aeromonas*-bacteriën terug te dringen.

Een duidelijk positief effect van de vacuümontgassing op de filtratie van ZS Lekkerkerk is dus niet waargenomen. De vraag werpt zich na een jaar onderzoek op of methaan wel een belangrijke negatieve invloed op de voorfilters uitoefent. Het vervolgonderzoek heeft zich dan ook hierop gericht.

### Aanwijzingen

Een directe meetmethode is in dit stadium nog niet beschikbaar om het gedrag van methaan in een droogfilterbed te bepalen. Het laboratorium van Hydron Zuid-Holland analyseert alleen methaan in water op reguliere basis. Het filtereffluent bevat vanzelfsprekend geen methaan, maar hieruit volgt niet in hoeverre het methaan biologisch wordt verwijderd. Intussen zijn er wel andere aanwijzingen dat methaan een beperkte invloed op de effectiviteit van de filtratie uitoefent.

### Het voorfilter als intensief gasuitwisselingsstelsel

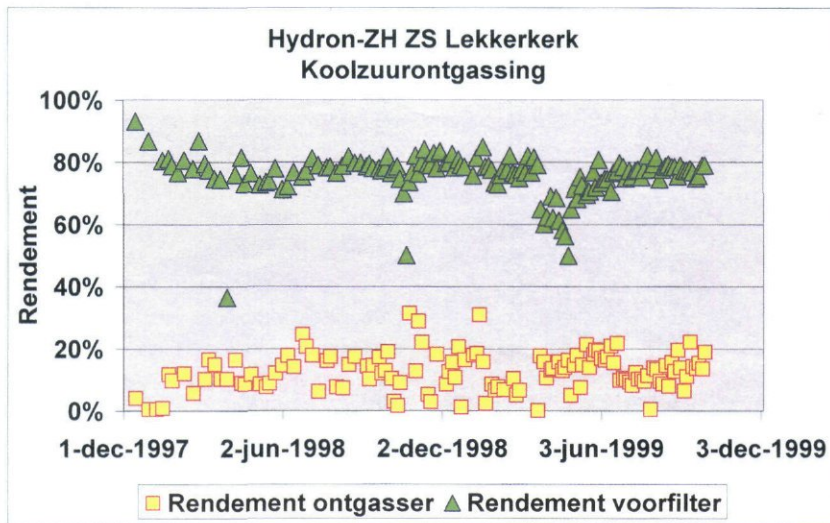
De vergelijking van het verwijderingsrendement voor koolzuur van de voorfilters met dat van de vacuümontgasser levert de eerste aanwijzing. Koolzuur ontgast moeilijker dan methaan, want de distributiecöefficient van koolzuur is veel hoger. De distributiecöefficient van een vloeistof/gassysteem is de verhouding tussen het opgelost en het gasvormig deel in evenwichtssituatie. De in de filters optredende verwijderingsprocessen verbruiken geen koolzuur, maar vormen het zelfs. Koolzuurgas wordt in een filter dus niet anders verwijderd dan door fysieke ontgas-

## Leven in het filterbed

De problemen met de eerste filtratie op ZS Lekkerkerk lijken door methaan veroorzaakt te zijn. Enkele belangrijke aspecten worden hier besproken<sup>1)</sup>. Methaan wordt in veel gevallen door bacteriën geoxideerd. Biologische omzetting van methaan kost veel zuurstof, maar de aanvoer van zuurstof is geen probleem in een goed functionerend droogfilter. Methaanoxiderende bacteriën zetten methaan om in nieuw celmateriaal en groeien daarbij zeer snel. De toename van celmateriaal is veel groter dan bij de omzetting van ammonium. Dit kan leiden tot ophoping van biomassa in het filterbed. Hierdoor kunnen in filters diverse problemen ontstaan:

- Biologische methaanomzetting kan de beschikbare ruimte voor de verwijdering van ijzer, ammonium en mangaan verminderen en mogelijk tot doorslag van deze stoffen leiden;
- Telkens terugkerende vervuiling leidt tot verhoging van de filterbedweerstand, met als onvermijdelijk gevolg vaker extern wassen of vervangen van filtergrind;
- Ophoping van biomassa kan de groei van *Aeromonas*-bacteriën tot gevolg hebben, zowel in de zuivering als in het distributienet.





Afb. 2: Verwijderingsrendement koolzuur in vacuümontgassing en nageschakeld droogfilter

sing. In afbeelding 2 zijn de rendementen van koolzuurontgassing weergegeven in de vacuümontgassing en een nageschakeld droogfilter. Het filter blijkt een verwijderingsrendement van circa 72 procent te hebben tegenover slechts 13 procent bij de vacuümontgassing. Het rendement voor de koolzuurontgassing blijkt zelfs hoger dan 90 procent te zijn bij het begin van het inwerken van de zuurvormende nitrificatie en ontmanganing (december 1997). Dit rendement doet niet onder voor een zeer intensief bedreven gasuitwisselingsysteem zoals een beluchtings- en ontgassingstoren. Dit sterkt het vermoeden, dat ook methaan in een voorfilter grotendeels fysisch verwijderd wordt. Het bewijst het echter niet.

**Bepaling methaanoxiderende activiteit**

Een veel directere aanwijzing volgt uit de vergelijking van de methaanoxiderende activiteit van het grind tussen filters zonder en met voorgeschakelde vacuümontgassing. Hiertoe zijn grindmonsters op verschillende dieptes gestoken bij voorfilter 4 en 7. Bij beide filters is op identieke plaatsen gestoken.

De verschillende monsters van één diepte zijn per filter gemengd. Van deze mengmonsters is de snelheid van biologische methaan-

oxidatie op Wageningen Universiteit in triplo bepaald volgens een gestandaardiseerde methode. De volledige resultaten zijn vastgelegd in onderzoeksverslagen<sup>3,4</sup>. Bij filters zonder vacuümontgassing is de methaanoxidatie constant over de diepte; bij het filter met vacuümontgassing nam deze enigszins af met de diepte. Het verloop over de diepte is niet erg groot.

In tabel 2 staan daarom de over de diepte gewogen gemiddelden van meetresultaten samengevat. Twee sets metingen zijn verricht op voorfilter 7. De eerste reeks vond plaats nadat de vacuümontgasser enige weken buiten bedrijf was en het filter dus belast is geweest met methaanhoudend water. De tweede reeks is uitgevoerd nadat de vacuümontgasser weer twee maanden goed functioneerde. Als referentie zijn ook de gemeten waarde van twee filters van een andere Hydron-productielocatie (De Put) opgenomen. Dit zuiveringsstation kent een vergelijkbare methaanbelasting en geen intensieve ontgassing.

Allereerst valt op, dat de biologische methaanactiviteit in filter 4 (zonder vacuümontgassing) nauwelijks hoger is dan in filter 7 (met vacuümontgassing). Ook de uitval van de vacuümontgasser heeft een beperkt effect.

Tabel 2: Snelheidsconstanten van filtergrind voor biologische methaanoxidatie met en zonder voorgeschakelde vacuümontgassing.

| zuiveringsstation | voorfilter  | totale diepte (cm) | methaanoxidatie (uur <sup>-1</sup> ) |
|-------------------|-------------|--------------------|--------------------------------------|
| Lekkerkerk        | 4           | 90                 | 0,0124                               |
| Lekkerkerk        | 7, meting 1 | 90                 | 0,0109                               |
| Lekkerkerk        | 7, meting 2 | 90                 | 0,0107                               |
| De Put            | 1           | ≈120               | 0,0253                               |
| De Put            | 4           | ≈120               | 0,0363                               |

In vergelijking met ZS De Put is de biologische methaanactiviteit in de voorfilters op ZS Lekkerkerk laag, ongeacht of vacuümontgassing toegepast wordt of niet.

Ook hieruit blijkt methaan weer weinig effecten te veroorzaken in de voorfilters van ZS Lekkerkerk. De tijd is rijp om het bewijs sluitend te krijgen.

**Het bewijs: fysische methaanverwijdering overheerst**

Naar aanleiding van de bevindingen tot dusver bestaat behoefte om een methaanbalans bij droogfilters op te stellen. Methaan wordt met het grondwater aangevoerd en naar verwachting voor een groot deel via de ventilatielucht afgevoerd. Voor het opstellen van een methaanbalans moet de inkomende en uitgaande vracht bepaald worden. Om dit te realiseren is het noodzakelijk het methaangehalte in de gasfase te bepalen en een goed sluitende luchtbalans op te stellen.

**Luchtbalansen**

Voor de bepaling van de uitgaande methaanvracht is het in principe voldoende om de uitgaande luchtstroom te meten. Voor het meten van luchtstromen in een leidingsysteem dient de meting verricht te worden op plaatsen waar geen verstoring door appendages optreedt. Een dergelijke verstoring kan een significante afwijking teweegbrengen. Ter controle zijn naast de uitgaande luchtstroom ook andere luchtstromen bij het filter gemeten.

De luchtsnelheidsmetingen zijn uitgevoerd met een luchtsnelheidsmeter die is opgenomen in het kwaliteitssysteem van Hydron Zuid-Holland. De meetwaarden zijn bij de verwerking gecorrigeerd naar standaard condities, dat wil zeggen naar 1013 hPa en 0°C.

**Methaanmetingen in gasfase**

Op het laboratorium bestaat al een gevalideerde analysemethode voor de bepaling van het methaangehalte in water. Deze methode is ook geschikt voor metingen in de gasfase. Voor een goede bemonstering moet echter een nieuwe methode ontwikkeld worden.

Binnen Nederland bestaan nog geen waterleidinglaboratoria die een dergelijke bemonstering kunnen uitvoeren. Het laboratorium van Hydron Zuid-Holland heeft de methaanmeting in de gasfase in eigen beheer ontwikkeld in samenwerking met de afdeling Ontwikkeling (procestechnologie).

Om het filterafgas te kunnen bemonsteren, zijn aanpassingen aan de afblaasopening gemaakt (zie foto links op volgende pagina). De aanpassing bestaat uit een lange kunststof buis die geplaatst wordt op de afblaasopening.





Afvoerpijp voor bepaling van luchtdebiet en methaan-  
gehalte.

Tevens is in deze buis een meetpunt gemaakt voor het meten van de luchtsnelheid. De monsternamen geschiedt met een slangenpomp die het afgas uit het hart van de buis door minimaal drie in serie staande gasbuisjes transporteert (zie foto rechts).

Na het laatste buisje wordt het slangetje in een beker met water ondergedompeld. Op deze manier worden snelheid en stromingsrichting visueel gecontroleerd. De gasflesjes worden onder stabiele bedrijfscondities minimaal 15 minuten doorstroomd. Uit homogeniteitsten blijkt dat op deze wijze een representatief monster genomen wordt. Uiteindelijk wordt de bemonstering met vier gasverzamelbuizen uitgevoerd. Bij eventuele breuk van een gasverzamelbuis blijven genoeg resultaten over voor een statistische bewerking.

Na de monsternamen wordt de methaananalyse in het laboratorium uitgevoerd. Met een injectiespuit wordt direct uit de gasverzamelbuis een monster voor de gaschromatograaf genomen.

### Methaanbalansen

Naast de uitgaande vracht methaan moet de inkomende vracht gemeten worden. De verhouding van deze twee hoeveelheden bepaalt het percentage fysisch verwijderd methaan en daarmee ook het aandeel methaan dat biologisch wordt verwijderd.

De inkomende methaanvracht wordt bepaald in de waterfase. De inkomende waterstroom wordt gemeten met behulp van een ultrasonische debietmeter die ook is opgenomen in het kwaliteitssysteem van Hydron Zuid-Holland. Met het debiet en methaanpercentage in water wordt de inkomende methaanvracht berekend.



Opstelling methaanmetingen.

Op ZS Lekkerkerk zijn vier metingen uitgevoerd bij verschillende voorfilters zonder voorgeschakelde vacuümontgassing. Bij deze metingen is het gemiddelde fysische verwijderingsrendement voor methaan 86 procent.

Vervuiling die gedurende een looptijd van een filter optreedt, kan invloed hebben op de fysische verwijdering van methaan. Daarom zijn methaanbalansen opgesteld kort vóór en direct ná een filterspoeling. Het verschil tussen deze metingen is zeer klein en valt ruimschoots binnen de meetfout.

Uit de balansen blijkt, dat methaan op ZS Lekkerkerk in de filters nauwelijks biologisch verwijderd wordt.

### Blik op de toekomst

Na uitsluiting van vacuümontgassing als oplossing is het onderzoek op ZS Lekkerkerk een nieuwe richting ingeslagen. De beheersing van de vervuiling van het filterbed staat nu centraal. Optimalisatie van de nitrificatie en effecten van verschillende belichtingstechnieken op de ontijzering worden momenteel in combinatie onderzocht. Het onderzoek richt zich ook op aanpassing van het spoelproces om vervuiling van het filterbed tegen te gaan. De werkelijke oorzaken van en oplossingen voor de filterproblemen op ZS Lekkerkerk worden steeds duidelijker. Hierover zal later in een artikel gerapporteerd worden. Het periodiek preventief extern reinigen van filtergrind blijft in ieder geval tot die tijd een effectieve maatregel om de zandfiltratie 'boven water' te houden.

Hydron Zuid-Holland stelt momenteel ook methaanbalansen op voor andere locaties om vast te stellen in welke mate methaan fysisch en dus niet biologisch verwijderd wordt. De eerste resultaten zijn dat, ondanks

kleine verschillen, methaan ook daar voor een groot deel fysisch in de droogfilters verwijderd wordt. Op ZS De Hooge Boom te Kamerik zullen methaanbalansen uitsluitend moeten geven of de bouw van extra plaatbeluchters voor methaanontgassing noodzakelijk is.

### Conclusies

Bij droogfilters hoeft methaanbelasting niet te leiden tot problemen. Met een nauwkeurige meet- en analysemethode kan een goede methaanbalans voor een volledig filtersysteem worden opgesteld. Het nut van een intensief ontgassingssysteem kan zo vooraf op een locatie met methaan in het ruwe water bepaald worden.

Op het ZS Lekkerkerk van Hydron Zuid-Holland wordt methaan in de droogfilters grotendeels fysisch verwijderd. De droogfilters functioneren hier niet alleen als filter, maar ook als intensieve beluchter en ontgasser.

Methaanverwijdering door vacuümontgassing vormt op deze locatie dan ook niet de oplossing van de filtratieproblemen. De vacuümontgasser van ZS Lekkerkerk is op 15 mei 2001 definitief uit bedrijf genomen. Een half jaar nadien is geheel volgens verwachting geen effect op de zandfiltratie waargenomen.

### LITERATUUR

- 1) Reijnen G. (1994). Behandeling van methaanhoudend grondwater. Kiwa-mededeling 123.
- 2) Woerdt D. van der (1998). Methaanverwijdering door vacuümontgassing. H<sub>2</sub>O nr. 22.
- 3) Wolthoorn A. (1998). Effect van de uitval van de vacuümontgasser op de nitrificatie in voorfilter 7, ZS Lekkerkerk. Intern rapport WZHO/LUW.
- 4) Wolthoorn A. (1999). Referentiemeting voor het zuiveringssysteem met vacuümontgassing (voorfilter 4, ZS Lekkerkerk). Intern rapport WZHO/LUW.