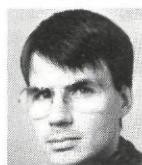


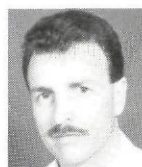
Eerste praktijkinstallatie voor nitraatverwijdering in bedrijf gesteld door NV Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland

1. Inleiding

Overbemesting heeft op verschillende lokaties geleid tot stijgende nitraatconcentraties in het grondwater. Eén van de waterwinplaatsen waar ondanks beschermende maatregelen, zoals beperking van de bemesting, de maximaal toelaatbare concentratie van 50 mg/l genoemd in het Waterleidingbesluit zou zijn overschreden, is Dr. Van Heek in het Montferland [Van Bennekom, 1987], althans wanneer geen zuiveringstechnische maatregelen zouden zijn genomen.



J. P. VAN DER HOEK
KIWA NV
Nieuwegein



B. J. MIJNDERS
NV Waterleidingmaatschappij
Oostelijk Gelderland
Doetinchem

De nitraatconcentratie in het reine water van het pompstation Dr. Van Heek van de Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland is weergegeven in afb. 1. De productie van dit pompstation bedraagt circa 3,5 miljoen m³/jaar (600 m³/uur). In de periode 1971-1986 trad een gestage stijging op van de nitraatconcentratie. Vanaf 1986 stabiliseert de situatie zich min of meer, doordat vanaf dat moment een demonstratie-installatie in bedrijf is geweest voor onderzoek naar nitraatverwijdering uit grondwater (35 m³/uur), en door aanvoer van elders en menging met water van twee nitraatarme putten. Het verloop van de nitraatconcentratie in één van de waterwinputten in het Montferland (put 10) is weergegeven in afb. 2. De situatie met betrekking tot het pompstation Dr. Van Heek is weergegeven in afb. 3. Vanuit het landbouwgebied stroomt het water met enkele honderden mg/l nitraat naar de waterwinputten. Bij de putten staan de gemiddelde nitraatconcentraties weergegeven die in 1990 zijn gemeten. De concentratie van put 2 is verlaagd onder invloed van de demonstratie-installatie. De putten 1, 3 en 4 zijn momenteel niet in productie.

Duidelijk is, dat ondanks de invloed van de demonstratie-installatie en het mengen met water van twee nitraatarme putten, de nitraatconcentratie van het uitgaande reine water de grens van 50 mg/l wederom dreigde te overschrijden. In 1989 werd

daarom besloten tot de bouw van een praktijkinstallatie voor nitraatverwijdering met een capaciteit van circa 100 m³/uur.

2. Proceskeuze en principe

Vanaf 1985 is in een samenwerkingsverband van de NV Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland, de Stichting Waterlaboratorium Oost en KIWA onderzoek verricht naar het biologische zwavel/kalksteenproces. De basis van het proces berust op een viertal processtappen in serie (afb. 4, voor



F. G. MULDER
NV Waterleidingmaatschappij
Oostelijk Gelderland
Doetinchem

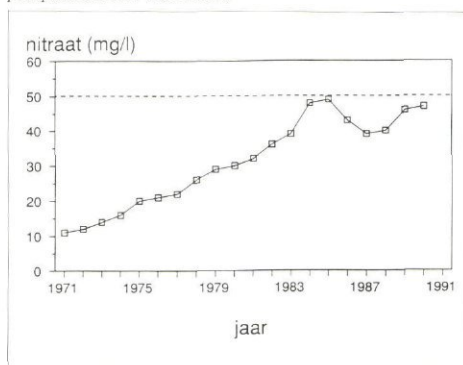


C. A. VAN BENNEKOM
Stichting
Waterlaboratorium Oost
Doetinchem

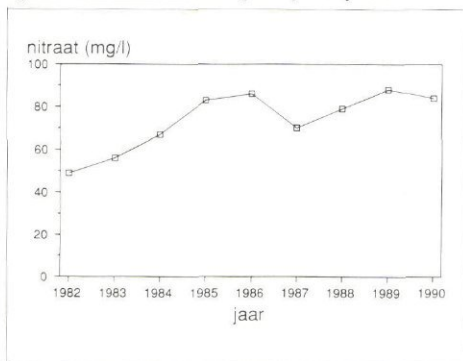
een uitgebreide beschrijving zie [Schipper *et al.*, 1987; Kruithof *et al.*, 1988; Van der Hoek *et al.*, 1990]):

- vacuümontgassing van het ruwe water voor de verwijdering van opgelost zuurstof- en stikstofgas uit het water.

Afb. 1 - Nitraatconcentratie in het reine water van het pompstation Dr. Van Heek.



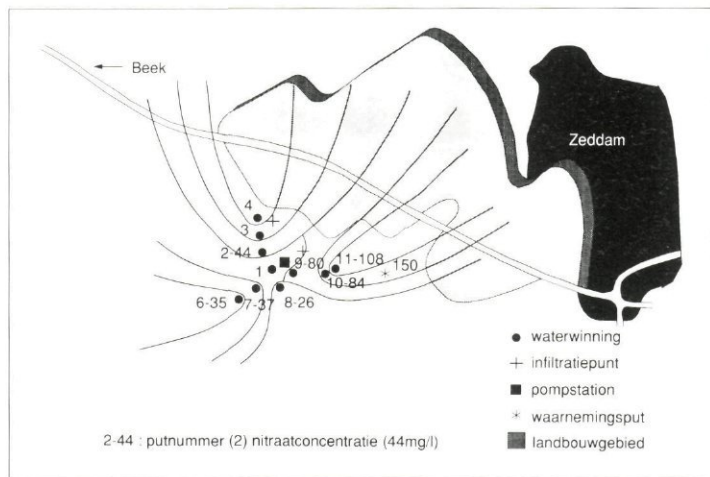
Afb. 2 - Nitraatconcentratie put 10, Montferland.



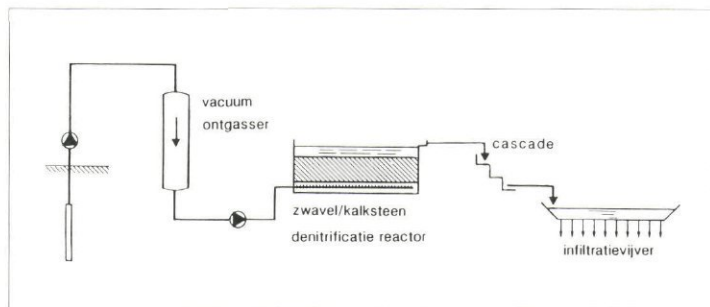
Samenvatting

Door stijgende nitraatconcentraties in het waterwingebied Dr. Van Heek in het Montferland is de NV Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland momenteel genooddacht nitraatverwijdering toe te passen. Daarom is een installatie gebouwd voor de behandeling van 100 m³/uur grondwater met een nitraatconcentratie van circa 95-100 mg/l. Met de installatie wordt bereikt dat de nitraatconcentratie in het reine water van het pompstation Dr. Van Heek in het Montferland (productiecapaciteit circa 600 m³/uur) de maximaal toelaatbare concentratie van 50 mg/l niet overschrijdt. Zodra de concentratie van het ruwe water door beschermende maatregelen voldoende is gedaald wordt de installatie weer uit bedrijf genomen. De behandeling is dus bedoeld als tijdelijke maatregel die hopelijk binnen 10-15 jaar niet meer nodig zal zijn. Gekozen is voor een installatie volgens het zwavel/kalksteenfiltratieprincipe. Dit proces bestaat uit vier stappen in serie: vacuümontgassing van het ruwe grondwater, biologische nitraatverwijdering uit het ontgaste water tijdens doorstroming van een zwavel/kalksteenbed, beluchting van het gedenitrificeerde water in een cascade, en infiltratie en bodempassage als nazuivering. Het ontwerp van de installatie is gebaseerd op uitvoerig onderzoek in de periode 1985-1991, uitgevoerd door de NV Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland, KIWA en de Stichting Waterlaboratorium Oost. De bouw van de installatie is voor een groot deel verzorgd door de Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland. De installatie is in twee fasen opgestart: 22 mei 1991 is de helft van de zuiveringscapaciteit in bedrijf genomen, eind 1991 volgt de tweede helft. De eerste resultaten van de bedrijfsvoering tonen aan, dat het proces tot nu toe aan de gestelde eisen voldoet.

Door stikstofgasverwijdering wordt voorkomen dat in de hierna volgende zwavel/kalksteenreactor oververzadiging optreedt met stikstofgas (stikstofgasproductie door biologische omzetting van nitraat in stikstofgas) waardoor verstoppingsverschijnselen en/of kortsluitstromingen



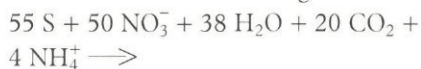
Afb. 3 - Waterinputten en nitraatconcentraties in het Montferland.



Afb. 4 - Processchema zwavel/kalksteen denitrificatie met voor- en nabehandeling.

zouden optreden in het zwavel/kalksteenbed. Zuurstofverwijdering heeft tot gevolg dat minder biomassa geproduceerd wordt in de zwavel/kalksteenreactor en dat het gehele zwavel/kalksteenbed benut kan worden voor nitraatverwijdering (direct anoxische condities);

- upflow filtratie door een mengbed van zwavel en kalksteen korrels. Bacteriën (*Thiobacillus denitrificans*), die zich gehecht hebben aan de korrels, zetten het nitraat om in stikstofgas. Zwavel wordt daarbij omgezet in sulfaat, terwijl tevens biomassa en waterstofionen worden gevormd:



De kalksteen fungeert in dit proces als anorganische koolstofbron voor de bacteriën en dient tevens om de pH op peil te houden door neutralisatie van de gevormde waterstofionen;

- beluchting van het gedenitrificeerde water door middel van een cascade;
- infiltratie van het gedenitrificeerde water in de bodem, en onttrekking na een verblijftijd van circa drie maanden.

Tijdens de bodempassage vindt natuurlijke nazuivering plaats tot bacteriologisch betrouwbaar en stabiel water.

De resultaten van dit onderzoek waren gunstig [Van der Hoek *et al.*, 1990;

Van der Hoek *et al.*, 1991]. Daarom is besloten dit proces ook toe te passen in de nieuw te bouwen praktijkinstallatie.

3. Vooronderzoek

Het ontwerp en de bedrijfsvoering van de praktijkinstallatie is gebaseerd op het uitvoerige onderzoek naar het zwavel/kalksteenproces in de periode 1985-1991.

In de periode 1985-1988 heeft kolom-onderzoek plaatsgevonden (reactordebiet 18-35 l/uur; [Kruithof *et al.*, 1988; Hijnen *et al.*, 1988]) en in de periode 1986-1991 is een demonstratie-installatie in bedrijf geweest (reactordebiet 35 m³/uur; [Schippers *et al.*, 1987; Van der Hoek *et al.*, 1990; Van der Hoek *et al.*, 1991]).

In deze experimenten is gewerkt met een zwavel/kalksteenverhouding in het mengbed van 1:1 (op volumebasis), een upflow filtratiesnelheid door het zwavel/kalksteenbed van 0,5 m/uur (kolom-onderzoek) en 0,25 m/uur (demonstratie-installatie onderzoek), en een zwavel/kalksteen bedhoogte van 1,5 m (kolom-onderzoek) en 0,75-1,50 m (demonstratie-installatie onderzoek). Tevens is fosfaat gedoseerd aan het ruwe grondwater (0-0,3 mg PO₄³⁻/l), een essentieel element voor de groei van de denitrificerende biomassa.

De belangrijkste resultaten van dit onderzoek, van direct belang voor het ontwerp en de bedrijfsvoering van de praktijkinstallatie, zijn:

- vacuümontgassing van het ruwe grondwater is nodig om verstopping van het zwavel/kalksteenbed – en daarmee korte looptijden – te voorkomen;
- in het zwavel/kalksteenbed is volledige nitraatverwijdering mogelijk. De sulfaatconcentratie stijgt daarbij overeenkomstig de reactievergelijking;
- het zwavel/kalksteenverbruik is circa 1:2 op volumebasis;
- reiniging van het zwavel/kalksteenmengsel (verwijdering overtollige biomassa) is onder de in de demonstratie-installatie toegepaste procescondities (bij lage belastingen) pas nodig na een bedrijfsperiode van circa twee jaar.

Reiniging kan uitgevoerd worden door het materiaal te verpompen, maar dit is een bewerkelijke methode [Donker *et al.*, 1989; Donker, 1990];

- infiltratie en bodempassage leidt tot een waterkwaliteit, die voldoet aan de bacteriologische eisen en die tevens als biologisch stabiel is te omschrijven (AOC < 10 µg ac-C eq/l);
- infiltratie van het gedenitrificeerde water kan tot verstoppingsproblemen in de infiltratievijver leiden.

Belangrijkste oorzaken voor verstopping van de infiltratievijver zijn:

1. algenbloei in de infiltratievijver door een te hoge fosfaatdosering in het influent van de zwavel/kalksteenreactor;
2. oxydatie van in de zwavel/kalksteenreactor gevormd sulfide tot elementair zwavel en poly-sulfiden in de cascade. Elementair zwavel en poly-sulfiden veroorzaken verstopping van de bodem van de infiltratievijver. Sulfidevorming in de zwavel/kalksteenreactor treedt op als gevolg van (lokale) onderbelasting van de reactor waardoor volledig anaërobe condities optreden met groei van strict anaërobe zwavelreducerende bacteriën (eventueel in combinatie met kortsluitstromingen met nitraatdoorslag op andere plaatsen);
3. bacteriegroei op de bodem van de infiltratievijver door uitspoelen van AOC uit de zwavel/kalksteenreactor.

4. De praktijkinstallatie: ontwerpcapaciteit en procesmodificaties

4.1 Capaciteit

Met een gemiddelde nitraatconcentratie van 50 mg/l, en een capaciteit van 3,5 miljoen m³/jaar, bedraagt het nitraat-aanbod aan het pompstation Dr. Van Heek circa 175 ton/jaar. Gekozen is voor een installatie, die circa 80 ton/jaar nitraat kan verwijderen. De installatie zal het water, gewonnen uit put 10 behandelen. De nitraatconcentratie in dit water bedraagt momenteel 95-100 mg/l.

Dit houdt in, dat de hydraulische capaciteit van de installatie circa 100 m³/uur dient te bedragen.

4.2 Processtappen en modificaties

Vacuümontgassing van het te denitrificeren water blijft gehandhaafd als eerste processtap, waarbij gestreefd wordt naar een druk van 5 kPa (95% vacuüm). Bij deze druk blijft nog circa 1-2 mg N₂/l opgelost.

In de tweede processtap, de zwavel/kalksteenreactor, is een aantal procesmodificaties aangebracht:

- Er wordt een hogere nitraat volumebelasting toegepast. Uit recent kolomonderzoek is gebleken, dat sulfidevorming sterk kan worden beperkt bij belastingen van circa 0,04 kg NO₃/(m³·uur) of hoger (afb. 5 en 6). Een geringe nitraatdoorslag moet dan worden geaccepteerd. Beperking van sulfidevorming is echter noodzakelijk om verstoppingsproblemen in de infiltratievijver te voorkomen [Van der Hoek en Hijnen, 1991], en daarnaast om stank en corrosieproblemen te verminderen. Gekozen is daarom voor een zwavel/kalksteen bedhoogte van 2,5 m en een upflow filtratiesnelheid van 1 m/uur. Met een nitraat influentconcentratie van 95-100 mg/l resulteert dit in de gewenste nitraat volumebelasting van circa 0,04 kg NO₃/(m³·uur);
- Door de hogere volumebelasting in

vergelijking met de demonstratieinstallatie is de biomassaproductie per tijdseenheid groter, en zal een frequentere reiniging van het zwavel/kalksteenmengsel nodig zijn om geaccumuleerde biomassa te verwijderen. In eerste instantie wordt uitgegaan van een reiniging, éénmaal per drie maanden. Om reiniging van het zwavel/kalksteenmengsel mogelijk te maken zonder het materiaal uit de reactor te verwijderen, is de installatie uitgerust met spoelvoorzieningen. Er is een spoelwaternet aangelegd, waarmee een maximale spoelsnelheid van 10 m/uur kan worden bereikt. Tevens is in de mogelijkheid voorzien om via het verdeelnet van de proceswaterstroom spoellucht in te brengen met een maximale snelheid van 20 m/uur. Hogere snelheden zijn niet gewenst in verband met het risico van expansie en ontmenging van het zwavel/kalksteenbed, en eventuele slijtage van het materiaal;

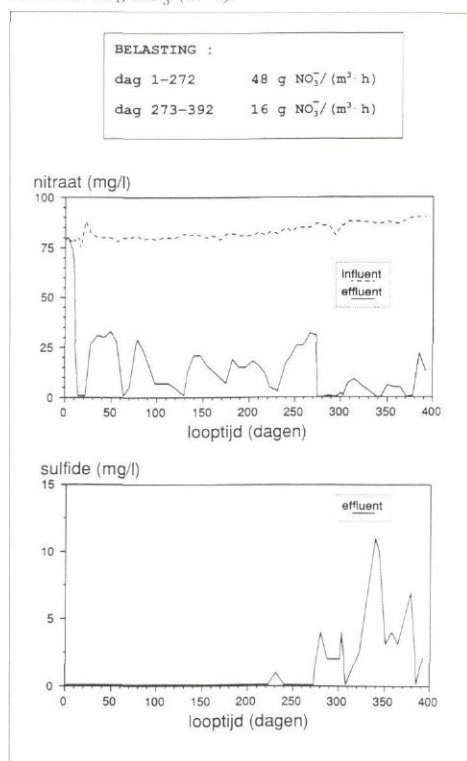
- De zwavel/kalksteenreactor is verdeeld in acht compartimenten van elk vier bij vier meter. Elk compartiment kan maximaal 16 m³/uur behandelen (upflow snelheid 1 m/uur). Redenen, om voor compartimentering te kiezen, zijn:
1. de bedrijfsvoering van de installatie wordt flexibeler. Per compartiment kan de optimale upflow snelheid worden ingesteld;

2. problemen in de bedrijfsvoering (bijvoorbeeld verstopping/kortsluitstromingen) zijn beter te lokaliseren en op te lossen. Tijdens de bedrijfsvoering van de demonstratieinstallatie, die bestond uit één compartiment van zeven bij twintig meter, bleken de grote afmetingen tot problemen te leiden;

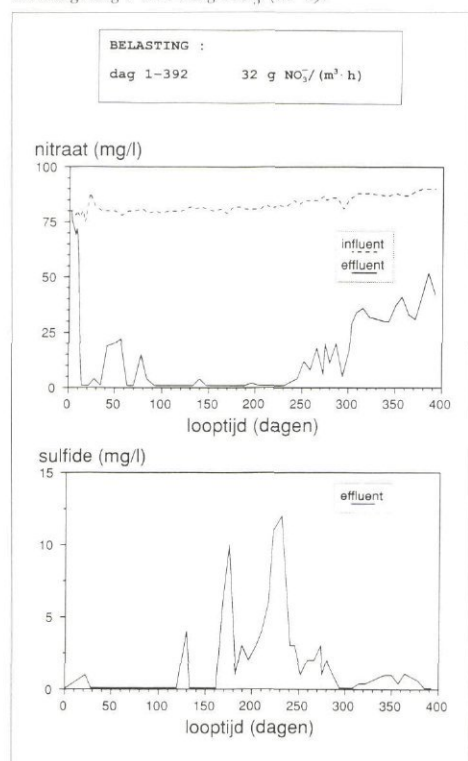
3. per compartiment kan gespoeld worden. De vereiste spoelwatercapaciteit wordt op deze manier beperkt. Tevens kan bij onderhoud het materiaal uit één reactor worden gepompt en extern worden gereinigd, waarbij de andere compartimenten in bedrijf kunnen blijven;
- Op basis van het in de demonstratieinstallatie gemeten zwavel/kalksteenverbruik, dat overeenkomt met het volgens de reactievergelijking te berekenen verbruik, zijn de compartimenten gevuld met een zwavel/kalksteenmengsel van 1:2 op volumebasis.

Dit heeft het voordeel dat, als na verloop van tijd het bed moet worden aangevuld, er direct een laag zwavel/kalksteen met volumeverhouding 1:2 opgebracht kan worden, zonder dat menging en/of aanpassing van de zwavel/kalksteenverhouding noodzakelijk is. Recent kolomonderzoek heeft aangetoond, dat met deze verhouding goede resultaten met betrekking tot nitraatverwijdering zijn te bereiken (afb. 7).

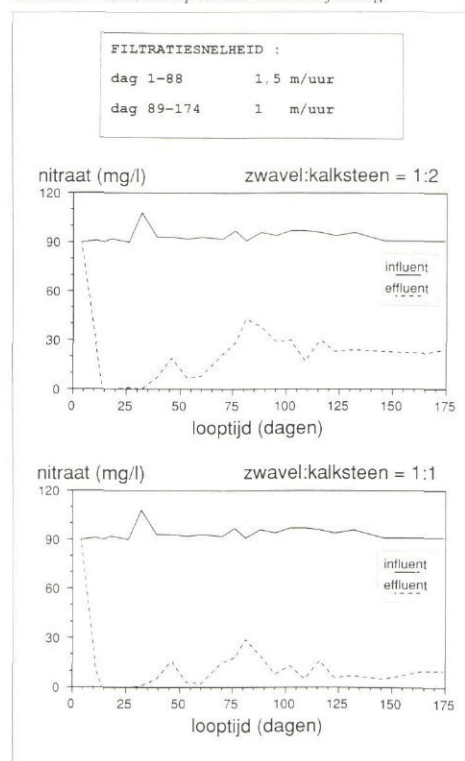
Afb. 5 - Effect nitraat volumebelasting van zwavel/kalksteen reactoren op nitraatverwijdering en sulfidevorming: dag 1-272 belasting 48 g NO₃/(m³·h), dag 273-392 16 g NO₃/(m³·h).

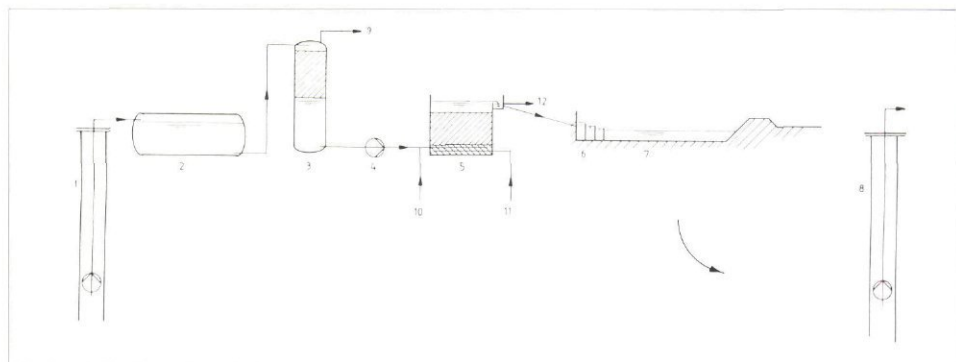


Afb. 6 - Effect nitraat volumebelasting van zwavel/kalksteen reactoren op nitraatverwijdering en sulfidevorming: dag 1-392 32 g NO₃/(m³·h).



Afb. 7 - Effect zwavel/kalksteenverhouding in zwavel/kalksteen reactoren op de nitraatverwijdering.





Afb. 8 - Schema proceslijn praktijkinstallatie Montferland.

Na de zwavel/kalksteenreactor volgt een beluchting door middel van een cascade. De infiltratie wordt uitgevoerd met twee infiltratievijvers. Deze vijvers kunnen intermitterend bedreven worden. Bij het optreden van verstoppingsproblemen kan de infiltratiecapaciteit van de niet in bedrijf zijnde vijver worden hersteld, bijvoorbeeld door schoonschrapen van de bodem van de vijver.

5. De praktijkinstallatie: proceslijn en technische specificaties

De proceslijn van de praktijkinstallatie is weergegeven in afb. 8. Het te denitrificeren water wordt gewonnen uit put 10 (nr. 1) en naar een vijftig kubieke meter buffertank (nr. 2) geleid.

Deze buffertank is om twee redenen opgenomen:

- ten eerste om het mogelijk te maken meerdere ruwwaterstromen te mengen;
 - ten tweede ter vereenvoudiging van de bedrijfsvoering. De regeling van de onderwaterpomp is hierdoor losgekoppeld van de regelkring van de vacuümontgasser.
- De frequentiegeregelde onderwaterpomp in put 10 zorgt voor een constant niveau in de buffertank. Vanuit de buffertank wordt het water via een regelklep naar de vacuümketel (nr. 3) gezogen. Afb. 9 toont de vacuümketel. De druk in de vacuümketel wordt in stand gehouden door een tweetraps vacuümpomp (nr. 9), die een druk in de ketel handhaaft van circa 5 kPa absoluut. De vacuümketel is met het oog op een mogelijk toekomstige uitbreiding van de installatie ontworpen voor 200 m³/uur water en heeft een diameter van 1,5 meter. De waterverdeling vindt plaats door middel van een ringgoot, welke van een vertanding is voorzien. De feitelijke ontgassing geschiedt in een gepakt bed (Pall-ringen) van 1,8 meter hoog. Het waterniveau in de ketel is ingesteld op drie meter van de bodem om voldoende voordruk voor de pompen te verkrijgen (NPSH-vereist 1,6 mwk). Twee frequentiegeregelde centrifugaal-

pompen (nr. 4) pompen het ontgaste water naar de reactoren (nr. 5).

De persdruk van de pompen wordt constant gehouden om beïnvloeding tussen de reactoren onderling te beperken.

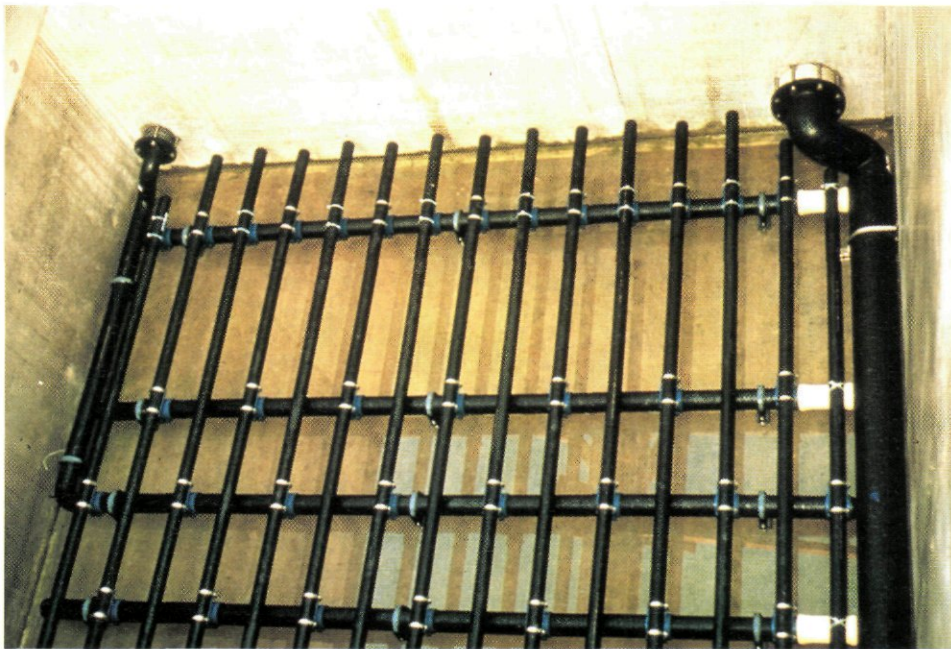
De acht reactoren zijn open betonnen bakken van vier bij vier meter en een hoogte van 3,7 meter (afb. 10). Op de bodem zijn in een dertig centimeter dikke grindlaag (8-12 mm) twee verdeelnetten aangebracht, één voor proceswater/spoellucht (nr. 10) en één voor spoelwater



Afb. 9 - Vacuümontgasser praktijkinstallatie Montferland.

Afb. 10 - De acht compartimenten van de praktijkinstallatie Montferland





Afb. 11 - Verdeelnet voor toevoer proceswater, spoelwater en spoellucht in de compartimenten van de praktijkinstallatie.

Afb. 12 - De waterdoorlatende polyetheenmat als scheiding tussen de grindsteunlaag en de kalksteensteunlaag in compartiment 1 van de praktijkinstallatie.



(nr. 11). In afb. 11 zijn de verdeelnetten te zien. Boven de verdeelnetten is een laag van 10 centimeter kalksteen (2,5-4 mm) aangebracht, met daarboven het zwavel/kalksteenmengsel (2-6 mm, laagdikte 2,5 meter). De afmetingen van de kalksteen in de steunlaag zijn gelijk aan die in het zwavel/kalksteenmengsel, opdat bij eventuele menging van de steunlaag met het zwavel/kalksteenmengsel geen problemen ontstaan. Menging kan optreden bij verpompen van het materiaal uit de reactoren voor eventuele externe reiniging van het zwavel/kalksteen-

mengsel. In één van de compartimenten is als experiment een polyetheen gaas (maaswijdte 1 mm) aangebracht tussen de beide steunlagen om menging van het grind met het zwavel/kalksteenmengsel te voorkomen bij eventuele externe schoonmaakacties (afb. 12).

Na de reactoren stroomt het water via een cascade beluchting (nr. 6) naar een infiltratievijver (nr. 7) met een oppervlakte van ruim zeventienhonderd vierkante meter. Bij verstopping van deze vijver kan er omgeschakeld worden naar een tweede vijver met een oppervlakte

van circa vijfendertighonderd vierkante meter. Na een verblijftijd in de bodem van ongeveer drie maanden komt het gedenitrificeerde water bij de winputten (nr. 8) van het pompstation Dr. Van Heek.

Voor het spoelwater is een aparte bezinken en infiltratievijver aangelegd met een oppervlakte van circa driehonderdvijftig vierkante meter.

De bedrijfsgegevens worden in een PLC opgeslagen en éénmaal per dag via een computer op het hoofdkantoor van de Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland opgevraagd. Tevens is het mogelijk om op elk gewenst moment een modem-verbinding te maken, om actuele waarden te bekijken of storingen in de procesvoering te lokaliseren. Het gebouw en de installatie zijn door medewerkers van de Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland ontworpen in samenwerking met KIWA en de Stichting Waterlaboratorium Oost, waarbij opgemerkt dient te worden dat het tekenwerk en een groot deel van de mechanische montage zijn uitbesteed. De elektrische installatie inclusief gegevensverwerking en kastenbouw is geheel door medewerkers van de Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland uitgevoerd.

6. De praktijkinstallatie: kosten

De complete installatie inclusief het gebouw heeft circa f 1,8 miljoen gekost, waarvan f 520.000 voor het gebouw, f 330.000 voor terreinleidingen en terreinafwerking en f 915.000 voor de elektrische en mechanische installatie. De installatie is op eigen terrein geplaatst, zodat er geen grondverwervingskosten zijn opgenomen. De exploitatiekosten worden geschat op f 460.000,- per jaar, hetgeen neerkomt op f 0,55/m³ gedenitrificeerd water. Dit bedrag is inclusief rente en afschrijving, chemicaliën, energiekosten, extra analyses en arbeidskosten.

7. Opstart van de praktijkinstallatie

De opstart van de installatie vindt in twee fasen plaats: in mei 1991 zijn de eerste vier compartimenten in bedrijf genomen, de andere vier compartimenten volgen eind 1991.

De eerste vier compartimenten zijn gevuld met nieuw zwavel/kalksteenmateriaal. In de andere vier compartimenten zal materiaal gebruikt worden uit de demonstratie-installatie, na reiniging en correctie naar de juiste zwavel/kalksteenverhouding.

Voor vulling van de eerste vier compartimenten is gebruik gemaakt van honderd zestig kubieke meter mengsel



Afb. 13 - Mengen van het zwavel en kalksteen tot volumeverhouding 1:2.



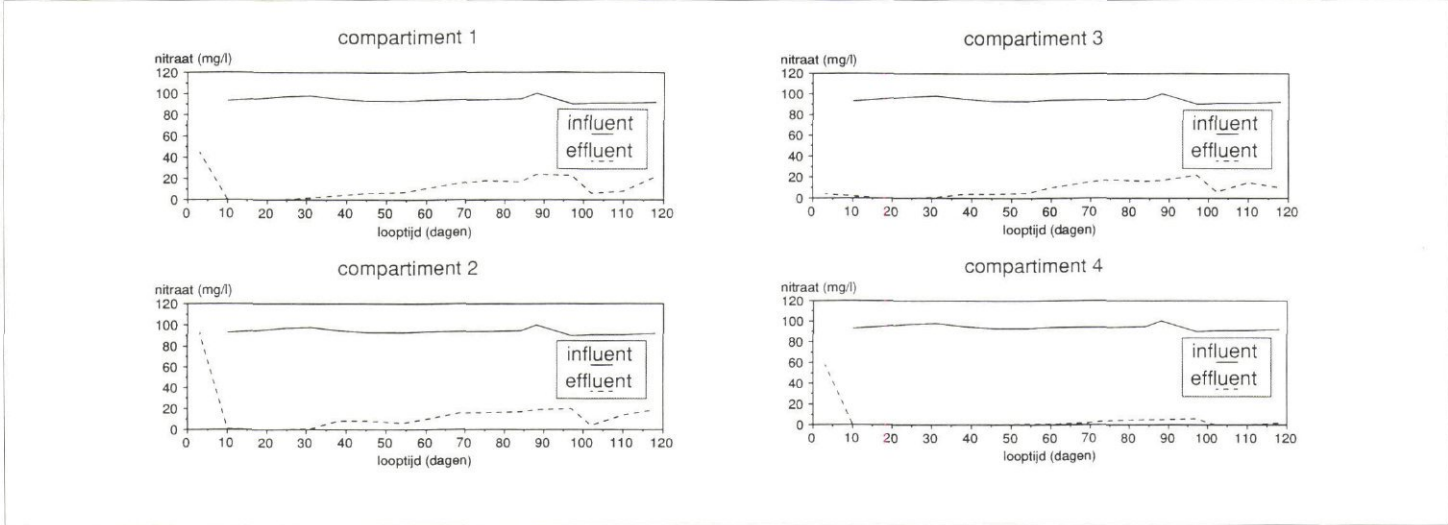
Afb. 14 - Vullen van de compartimenten met het zwavel/kalksteenmengsel.

bestaande uit 62,9 ton zwavel (korrelafmetingen 3-6 mm) en 160,05 ton kalksteen (korrelafmetingen 2,5-4 mm). De kalksteen is door een Nederlands bedrijf geleverd (Aqua-Techniek BV), het zwavel door een Duits bedrijf (Julia Mineral Veredlung GmbH). Bij het Duitse bedrijf zijn het zwavel en de kalksteen gemengd, waarna het mengsel in bigbags getransporteerd is naar de installatie in het Montferland. Afb. 13 geeft een indruk van het mengen van het materiaal. Vanuit twee bunkers werd het materiaal in de juiste massaverhouding via een lopende band naar een menginstallatie getransporteerd, van waaruit de bigbags werden gevuld. Afb. 14 toont het vullen van één van de compartimenten van de installatie

in het Montferland met het zwavel/kalksteenmengsel. De eerste vier compartimenten zijn opgestart op 22 mei 1991 door ze voor de helft te vullen met (ontgast) ruw water, en voor de helft met effluent uit de demonstratie-installatie. Tevens werd de fosfaatconcentratie verhoogd naar 0,5 mg/l. Na één nacht stilstand is de bedrijfsvoering gestart, elk compartiment met een belasting van 1 m/uur. Binnen één week was de nitraatverwijdering vrijwel volledig. In afb. 15 is het verloop van de nitraat influentconcentratie en de nitraat effluentconcentratie van de vier compartimenten weergegeven. Door de hoge belasting treedt een geringe nitraatdoorslag op. Op 28 augustus 1991 zijn de

compartimenten één en drie, na een looptijd van 96 dagen (drie maanden) voor de eerste maal gespoeld. Op basis van waarnemingen tijdens deze spoeling ('verkit' materiaal ten gevolge van vuil/slib accumulatie) is besloten de spoelfrequentie van elk compartiment te verhogen naar éénmaal per vier weken. Op 2 september 1991, na een looptijd van 101 dagen, is de belasting teruggebracht van 1 m/uur naar 0,8 m/uur, de oorspronkelijke ontwerpwaarde. Door de frequente spoeling, die vanaf dag 111 met een grotere intensiteit wordt uitgevoerd dan in de eerste (proef)spoeling, met daarmee een grote biomassa-afvoer, is de nitraatdoorslag enigszins verhoogd. Echter, in elk compartiment is de effluent

Afb. 15 - Eerste resultaten van de praktijkinstallatie in het Montferland: nitraatverwijdering in de compartimenten 1 tot en met 4.



nitraatconcentratie lager dan 25 mg/l en kan sulfidevorming sterk worden beperkt. De infiltratie van gedenitrificeerd water levert tot nu toe geen problemen op. Het effect van de praktijkinstallatie op de nitraatconcentratie in het onttrokken water is nu reeds duidelijk zichtbaar. In waterwinput negen bedroeg de nitraatconcentratie in de periode 1989-1990 76-86 mg/l. De meting van 17 april 1991, circa één maand vóór de inbedrijfname van de installatie, leverde een nitraatconcentratie van 76 mg/l. Op 27 augustus 1991, nadat de installatie ruim drie maanden in bedrijf is geweest, is de nitraatconcentratie in put negen al gedaald tot 44 mg/l.

De opstart van de overige vier compartimenten zal plaatsvinden eind 1991. Momenteel wordt onderzoek uitgevoerd naar hergebruik van het zwavel/kalksteenmengsel uit de demonstratieinstallatie in de vier resterende compartimenten van de praktijkinstallatie. Met name reiniging van dit materiaal, het uitzeven naar de juiste korrelgrootte en het opmengen naar de juiste zwavel/kalksteenverhouding staan hierbij centraal.

8. Conclusies

Door stijgende nitraatconcentraties in de waterwinputten in het Montferland is de Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland genoodzaakt nitraatverwijdering toe te passen. Gekozen is voor het biologische zwavel/kalksteenproces om naar wordt gehoopt de tijdelijk te hoge nitraatconcentraties terug te brengen tot beneden de toegestane grenswaarde. Door een gezamenlijke inspanning van de Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland, de Stichting Waterlaboratorium Oost en KIWA is het mogelijk gebleken binnen een termijn van zes jaar (1985-1990) dit proces te ontwikkelen via proefinstallatieschaal en demonstratieinstallatieschaal naar full-scale toepassing (100 m³/uur). De bedrijfsvoering van de installatie is gestart in mei 1991. Dit is daarmee de eerste praktijkinstallatie voor nitraatverwijdering ten behoeve van drinkwaterbereiding in Nederland, en de eerste praktijkinstallatie voor nitraatverwijdering uit drinkwater volgens het zwavel/kalksteenproces in de wereld. De eerste resultaten tonen aan, dat het proces aan de gestelde eisen voldoet. De kosten van het proces zijn circa f 0,55/m³ en liggen daarmee in dezelfde orde van grootte als van andere processen voor nitraatverwijdering uit grondwater, zoals vastbed/ethanol denitrificatie en elektrolyse. Deze bedragen circa f 0,40/m³ - f 0,65/m³.

Verantwoording

Het onderzoek naar nitraatverwijdering uit grondwater met zwavel/kalksteen filtratie dat door KIWA wordt uitgevoerd vindt plaats in het kader van het VEWIN-Speurwerkprogramma. Het onderzoek wordt verricht in nauwe samenwerking met de Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland en de Stichting Waterlaboratorium Oost.

Literatuur

- Bennekom, C. A. van (1987). *Kwaliteitsveranderingen van grondwater als gevolg van uitspoeling van meststoffen*. H₂O 20, 194-199.
- Donker, F. L. M., Jong, R. C. M., Kappelhof, J. W. N. M. en Hijnen, W. A. M. (1989). *Onderzoek naar reinigingsmethoden voor de KZD-reactor*. KIWA-rapport SWE 89.024, Nieuwegein, november 1989.
- Donker, F. L. M. (1990). *Reiniging van de KZD-reactor te Montferland*. KIWA-rapport SWE 90.003, Nieuwegein, maart 1990.
- Hijnen, W. A. M., Koning, D., Kruithof, J. C. and Kooij, D. van der (1988). *The effect of bacteriological nitrate removal on the concentration of bacterial biomass and easily assimilable organic compounds in water*. Water Supply 6, 264-273.
- Hoek, J. P. van der, Kruithof, J. C., Hijnen, W. A. M., Mulder, F. G., Bennekom, C. A. van en Schippers, J. C. (1990). *Nitraatverwijdering met langzame zwavel/kalksteen filtratie op demonstratieschaal*. H₂O 23, 710-715.
- Hoek, J. P. van der en Hijnen, W. A. M. (1991). *Onderzoek naar optimalisatie van het zwavel/kalksteen denitrificatie proces door het toepassen van een variabele belasting*. KIWA-rapport SWE 91.025, Nieuwegein, november 1991.
- Hoek, J. P. van der, Kruithof, J. C., Schippers, J. C., Mulder, F. G. en Bennekom, C. A. van (1991). *Design, operation and maintenance of a 35 m³/h sulphur/limestone demonstration plant for nitrate removal from groundwater*. Proceedings of the 18th International Water Supply Congress, Copenhagen, Denmark, 25-31 May 1991, pp. SSI-4-SSI-10.
- Kruithof, J. C., Bennekom, C. A. van, Dierx, H. A. L., Hijnen, W. A. M., Paassen, J. A. M. van and Schippers, J. C. (1988). *Nitrate removal from groundwater by sulphur/limestone filtration*. Water Supply 6, 207-217.
- Schippers, J. C., Kruithof, J. C., Mulder, F. G. en Lieshout, J. W. van (1987). *Nitraatverwijdering met langzame zwavel/kalksteenfiltratie*. H₂O 20, 30-34.

● ● ●

Zuiveringschap: Vorming van all-in hoogheemraadschap mag niet worden vertraagd'

Het Zuiveringschap Amstel- en Gooiland vindt dat de vorming van een all-in Hoogheemraadschap Amstel en Vecht niet mag worden vertraagd. Vertraging zou kunnen optreden wanneer de provincie Utrecht bij haar standpunt blijft dat de overdracht van het waterkwaliteitsbeheer aan waterschappen gelijktijdig en geheel moet plaatsvinden. Dit schrijft het Zuiveringschap Amstel- en Gooiland in een reactie op het ontwerp-Waterhuishoudingsplan van de provincie Utrecht.

De provincie Utrecht heeft al eerder aangekondigd te willen overgaan tot overdracht van het waterkwaliteitsbeheer aan drie nog te vormen interprovinciale all-in waterschappen. Met all-in waterschap wordt bedoeld een waterschap dat zowel het waterkwaliteits- als het waterkwantiteitsbeheer (peilbeheer) heeft. Het zuiveringschap kan zich in principe verenigen met het standpunt van Utrecht om het kwaliteitsbeheer over te dragen aan all-in waterschappen, omdat integraal waterbeheer dan het best is gegarandeerd. Het zuiveringschap heeft er echter moeite mee wanneer het streven van Utrecht naar *gelijktijdige en gehele* overdracht zou leiden tot vertraging in de vorming van het all-in Hoogheemraadschap Amstel en Vecht. Zoals bekend is de provincie Noord-Holland voornemens in 1994 de taken van het Zuiveringschap Amstel- en Gooiland toe te voegen aan dit hoogheemraadschap. Uitstel en overdracht van het kwaliteitsbeheer van een gedeelte van de provincie Utrecht aan het Hoogheemraadschap Amstel en Vecht zou leiden tot een verbrokkelde en derhalve onduidelijke beheerssituatie. Immers dan zou in het Utrechtse gedeelte van het hoogheemraadschap Amstel en Vecht het kwantiteitsbeheer en het kwaliteitsbeheer niet in één hand zijn en in het overige deel van het hoogheemraadschap wel. (persbericht Zuiveringschap Amstel- en Gooiland)

Verjaringstermijn vervuilers van bodem minstens dertig jaar

De verjaringstermijn van vorderingen op vervuilers van de bodem zal in ieder geval dertig jaar blijven. Dit antwoordt minister Alders (VROM) op kamervragen van het VVD-lid Te Veldhuis. In het Nieuw Burgerlijk Wetboek worden de verjaringstermijnen verlaagd onder meer op bestaande vorderingen tot twintig jaar. De mogelijkheid bestaat echter om deze termijn voor bepaalde gevallen te verruimen. De regering zal op korte termijn met voorstellen komen. Daarbij zal gekeken worden of de verjaringsstermijn kan worden uitgebreid. Voorshands gaan de gedachten er naar uit om in ieder geval de huidige verjaringsstermijn van dertig jaar te behouden. Ook wordt gekeken naar een verlenging tot vijftig jaar. Dit laatste zal leiden tot een toename van de verhaalsmogelijkheden van de overheid. (persbericht VROM)