

Doorbraak voor gebruik van brak grondwater als alternatieve bron voor drinkwatervoorziening

De winning en zuivering van brak grondwater is een aantrekkelijk alternatief voor de drinkwatersector. Brak grondwater is op veel locaties te winnen, het bevindt zich dieper in de bodem en is daardoor minder antropogeen beïnvloed. Het kan ingezet worden om de verzilting van bestaande winvelden te stabiliseren en brak grondwater is vrijgesteld van de grondwaterbelasting. De zuivering is technisch mogelijk door middel van omgekeerde osmose, waarbij het brakke water wordt gesplitst in een zoet permeaat en een concentraat met een hogere zoutconcentratie. De afvoer van dit concentraat vormt een grote belemmering voor de doorbraak van deze 'nieuwe' grondstof. Het infiltreren van het concentraat in de diepe ondergrond is een mogelijkheid waar wel aan werd gedacht, maar die omwille van vergunningen nooit serieus is onderzocht. Vitens en Brabant Water hebben nu besloten om in de praktijk de ontzilting en infiltratie te beproeven¹⁾. De benodigde vergunningen zijn verleend, waarmee een belangrijke barrière is gepasseerd. In de loop van dit jaar zullen de installaties in bedrijf worden genomen.

Uit onderzoek blijkt dat de potentie en de haalbaarheid van toepassing van brak grondwater (300 tot 10.000 milligram chloride per liter) als grondstof voor drinkwater groot zijn²⁾. Enkele voordelen zijn dat brak grondwater in grote gedeelten van Nederland beschikbaar is (zie afbeelding 1) en de bron zich op grotere diepte bevindt en daardoor meestal niet wordt bedreigd door antropogene invloeden. Met een eenvoudige zuiveringsopzet kan drinkwater worden geproduceerd. Ten opzichte van zeewater is de hoeveelheid benodigde energie aanzienlijk lager bij het ontzouten, omdat zeewater een veel hogere zoutconcentratie heeft. Ook is zeewater

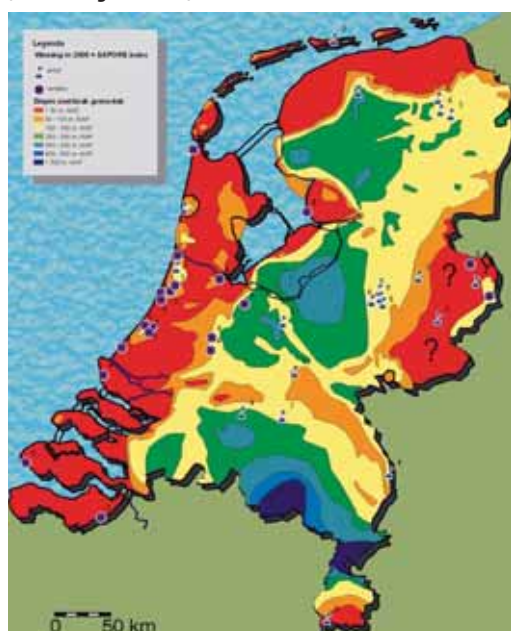
antropogeen beïnvloed en is aanvullende desinfectie noodzakelijk. Anaeroob gewonnen brak water heeft deze nadelen niet of in mindere mate. De winning ervan tast de voorraad zoet grondwater in principe niet aan en winning van diep (brak) water heeft minder verdrogingseffecten dan winning van ondiep water.

Brak grondwater is tegenwoordig tegen acceptabele kosten goed te zuiveren door het toepassen van membraanfiltratie gebaseerd op omgekeerde osmose (RO). Deze zuiveringstechniek maakt gebruik van membranen om een groot deel van de zouten te verwijderen. Door het ontzilte

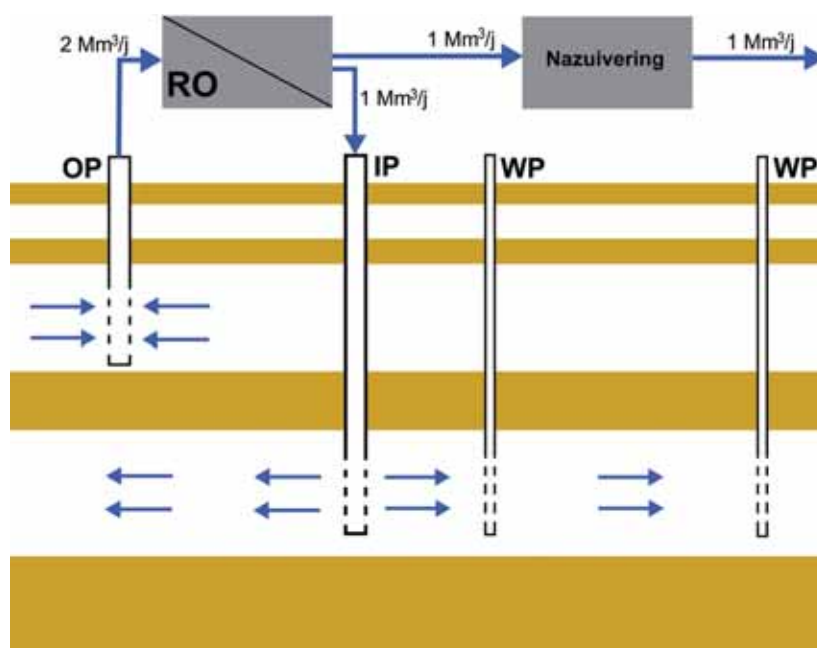
water (permeaat) te mengen met traditioneel bereid drinkwater ontstaat drinkwater van hoge kwaliteit. Door het zuurstofloze ruwe grondwater te behandelen met membraanfiltratie is geen voorzuivering nodig.

Bij het zuiveren van brak grondwater met RO-membraanfiltratie wordt naast permeaat ook concentraat geproduceerd. Dit concentraat bevat alleen stoffen in geconcentreerde vorm die van nature in opgeloste vorm in het grondwater aanwezig zijn. Vanwege het hoge chloridegehalte mag het concentraat niet op het oppervlaktewater geloosd worden. Ook afvoer naar open water of lozing (opmenging) in het riool

Afb. 1: De diepte van het zoet/brak grensvlak in Nederland (met 300 mg/l chloride)³⁾.



Afb. 2: Schematische weergave van het brakwaterconcept.



is niet toegestaan. Bij infiltratie van het concentraat worden geen hulpchemicaliën, zoals zuren en antiscalanten, gebruikt, omdat deze anders in de bodem terecht zouden komen. Zonder dosering van chemicaliën is een zuiveringsopbrengst van ongeveer 50 procent te behalen. Dat wil zeggen dat van twee delen onttrokken brak grondwater er één deel water geproduceerd wordt met een dusdanig laag zoutgehalte dat het geschikt is voor de drinkwaterproductie. De opzet van het brakwaterconcept wordt weergegeven in afbeelding 2.

Het is mogelijk om een brakwaterwinning te gebruiken als zogeheten zoethouder voor bestaande verziltende grondwaterwinningen³⁾. Dit houdt in dat een

brakke deelstroom onttrokken wordt uit filters die dieper geplaatst zijn dan de bestaande putten van een verziltende winning. Hierdoor zal de zoet-brakgrens niet opschuiven maar stabiliseren. Het diep gewonnen brakke water wordt eerst behandeld met membraanfiltratie, voordat het net als het overige ruwe water gezuiverd wordt. Bijkomend voordeel is dat voor het onttrekken van brak grondwater geen grondwaterbelasting betaald hoeft te worden, waardoor extra exploitatielasten voor de zuivering gecompenseerd worden door een lagere belastingafdracht.

De drinkwatersector heeft sinds 2002 onderzoek laten uitvoeren naar brak

grondwater. In 2003 verzorgde Kiwa Water Research een bijeenkomst over het onderwerp, waaruit bleek dat groot draagvlak bestond voor verder onderzoek naar brak grondwater als bron voor drinkwater⁴⁾. Deze belangstelling leidde echter niet tot een praktijktoepassing vanwege onduidelijkheden over de haalbaarheid, in het bijzonder ten aanzien van vergunningen en de hiervoor geldende voorwaarden. Om die impasse te doorbreken, hebben Vitens en Brabant Water onlangs besloten om de komende jaren pilots uit te voeren in Noordburgum (gemeente Tytsjerksteradiel) en Zevenbergen (gemeente Moerdijk). In deze pilots moet worden aangetoond welke effecten te

Brabant Water

De brede beschikbaarheid van winbaar brak grondwater in Noord-Brabant, met name langs de rivieren en in het westen van de provincie⁵⁾, biedt mogelijkheden voor het vinden van alternatieve winlocaties voor Brabant Water. Daarnaast kan de winning van brak grondwater worden ingezet op winlocaties waar verzilting een rol speelt. In Brabant bestaat deze dreiging voor meerdere wingebieden. Door toepassing van het 'zoethouderconcept' kunnen deze winningen duurzaam worden behouden. De principes van winnen, zuiveren en lozen zijn voor een brakke grondwaterwinning hetzelfde als bij de 'zoethouder'.

De belangstelling voor de winning van brak water ontstond bij Brabant Water vanuit het perspectief van de 'zoethouder', waarbij de verzilting van bestaande winvelden wordt gestabiliseerd of teruggedrongen⁷⁾. Bij twee van de ruim 30 winningen worden (soms) verhoogde chlorideconcentraties

waargenomen. Brabant Water zal geen experimenten met brakwater toestaan in grondwaterbeschermingsgebieden. Ook wordt het belang onderkend om bestaande winningen niet te storen. Dit betekent dat een duurproef met brak water uitsluitend mogelijk is in een nieuw gebied. Vandaar dat de locatie Zevenbergen is gekozen. Deze locatie, waar uitsluitend industriewater wordt geproduceerd, ligt niet in een grondwaterbeschermingsgebied.

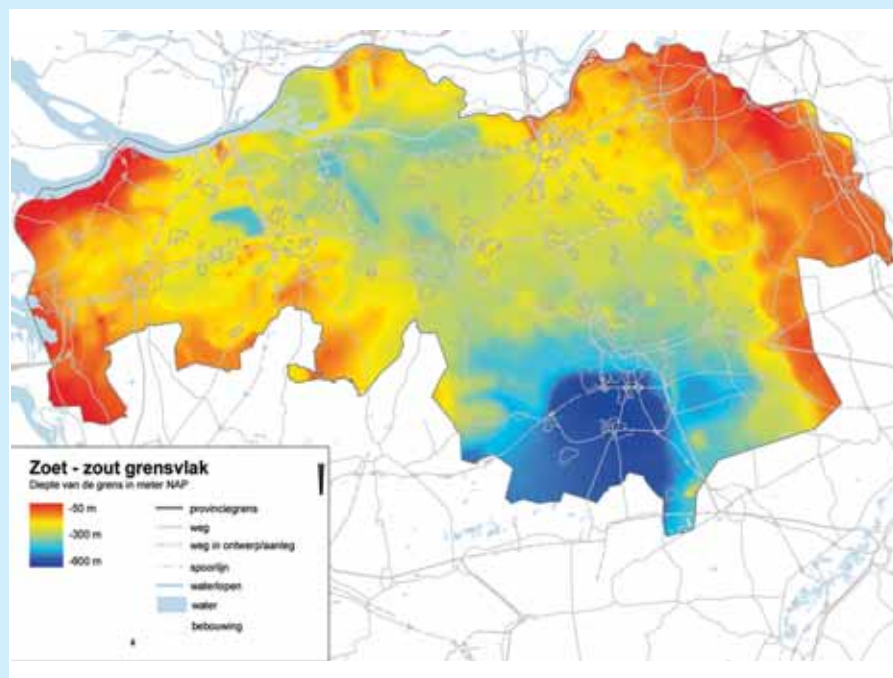
Vanuit het oogpunt van chloridevoorkomens leek de locatie op het eerste gezicht gunstig. Dicht bij de vanouds zoute zeearmen van Zeeland zou het brakke water nooit erg diep kunnen zitten. Omdat Brabant Water op deze locatie zelf geen grondwater oppompt, waren weinig bodem- en grondwatergegevens beschikbaar. Gegevens uit REGIS en de Grondwaterkaart van Nederland (afbeelding 3) gaven aan dat in principe brak water aanwezig moest zijn, al was de diepte niet geheel duidelijk. Wel werd er op gewezen dat in de omgeving

inversies voorkwamen: zoetwaterhoeveelheden die ook onder de brakwatervoorkomens aanwezig kunnen zijn. Het zag er naar uit dat de bodempakketten qua doorlatendheid geschikt zouden zijn voor winning van brak water en de infiltratie van het concentraat. Om meer zekerheid te krijgen, is in december 2007 een proefboring uitgevoerd tot een diepte van 306 meter beneden maaiveld. Deze is afgewerkt tot een waarnemingsbuis met op twaalf dieptes een waarnemingsfilter. Het te pompem pakket (53-116 m-mv) gaf bovenin een chlorideconcentratie van 35 mg/l; naar de onderkant van dit pakket liep dit op tot 1.500 mg/l. Rekening houdend met geschatte verschillen in doorlatendheid werd de concentratie van het te winnen water geschat op 250 tot 500 mg/l. Dat is lager dan in eerste instantie voor ogen stond, maar voldoende om de problemen van het opwekken tot drinkwaterkwaliteit te verkennen. Het diepere pakket, waar het concentraat zal worden teruggebracht, viel vooral tegen qua dikte en doorlatendheid. Infiltratie van het beoogde debiet voor de proef is mogelijk, maar kent beperkingen.

In Zevenbergen wordt van ongeveer de helft van het opgepompte water drinkwater gemaakt, terwijl de andere helft, het membraanconcentraat, wordt geïnfiltereerd in de onderliggende aquifer.

De provincie Noord-Brabant vindt het brakwaterproject uitstekend passen binnen haar beleidsdoelstelling om een duurzame watervoorziening te realiseren. Ze subsidieerde het project met 0,6 miljoen euro. In haar besluit tot ondersteuning wees het provinciaal bestuur op de mogelijkheden om het concept voor de winning van brak grondwater wereldwijd toe te passen. Voor Brabant Water is brak grondwater een interessante bron waarmee nu voor het eerst ervaring wordt opgedaan. Voor het concentraat van het brakke grondwater is een duurzame oplossing gevonden waarvoor vergunningen zijn verleend. Voor de provincie levert de praktijkproef informatie op om regelgeving voor brak grondwater te ontwikkelen.

Afb. 3: Overzicht van de diepte waar het brakke grondwater zich in Brabant bevindt⁶⁾.



verwachten zijn van het gebruik van brak grondwater en het infiltreren van membraanconcentraat in de diepere ondergrond. Het praktijkonderzoek zal zowel technisch als bestuurlijk aangeven in hoeverre brakwaterwinning werkelijk haalbaar is. Hierbij zal ook gekeken worden naar de kosten van opschaling op basis van de praktijkresultaten en de benodigde hoeveelheid energie.

Problemen met membraanconcentraat

De afvoer van concentraat kan op verschillende manieren: lozen op oppervlaktewater, het riool of infiltreren in de diepe ondergrond. Het concentraat bevat dezelfde componenten als het gewonnen water, maar de concentratie is ongeveer tweemaal zo hoog. Infiltratie van het membraanconcentraat in de bodem is daarmee - mits onder gecontroleerde omstandigheden uitgevoerd - een duurzame oplossing. Uitgangspunt hierbij is dat de zoutconcentraties van het te infiltreren water vergelijkbaar zijn met die in het grondwater van de formatie waarin wordt geïnfiltrerd. De pilots worden gebruikt om de duurzaamheid van deze oplossing aan te tonen met behulp van een uitgebreide monitoring.

De huidige wet- en regelgeving maakt het toepassen van het brakwaterconcept mogelijk³⁾. Ontheffing op het verbod van lozing in de bodem kan worden verkregen en is mogelijk onder voorwaarde dat lozing op de riolering of op oppervlaktewater niet mogelijk is en de lozing in de bodem milieuhygiënisch verantwoord plaatsvindt. Er mogen geen stoffen in het membraanconcentraat voorkomen die op langere termijn tot verontreiniging van de bodem kunnen leiden. De concentraties en effecten van mogelijk vervuilende stoffen moeten worden bepaald.

Vergunningen

Toestemming voor infiltratie van het concentraat is cruciaal voor het slagen van de proeven met brak water. Vitens en Brabant Water hebben een vergelijkbaar traject doorlopen, waarbij Vitens het voortouw heeft genomen. Beide bedrijven hebben overleg gevoerd met de provincie, gemeenten en het ministerie van Economische Zaken om te bepalen wie het bevoegd gezag vormt voor de noodzakelijke vergunningen voor de pilot. De uitkomst was dat Economische Zaken optreedt als bevoegd gezag en dat op grond van de Mijnbouwwet een opslagvergunning benodigd is voor het opslaan van

membraanconcentraat in de ondergrond. Nadat voor de twee pilots de aanvragen zijn ingediend, is door de vergunningverlener (Economische Zaken) advies gevraagd bij TNO Bouw en Ondergrond en bij het Staatstoezicht op de Mijnen. Beiden reageerden positief en concludeerden dat de aanvragen geen nadelige gevolgen voor het milieu met zich meebrengen en geen conflicten opleveren met de winning van aardgas en olie. Vervolgens bracht de Mijnraad een positief advies uit, waarna de minister van Economische Zaken de opslagvergunningen heeft verleend voor de locatie Noardburgum voor één jaar en voor de locatie Zevenbergen voor een periode van vier jaar.

Vervolgens is een opslagplan ingediend alsmede een aanvraag om vergunning op grond van de Wet milieubeheer en verzoek tot ontheffing in het kader van het Lozingenbesluit bodembescherming. Het ministerie van Economische Zaken vormt voor al deze procedures het bevoegd gezag. Nu de waterproductiebedrijven Noardburgum en Zevenbergen worden uitgebreid met een 'mijnbouwwerk', zijn de gemeenten namelijk niet langer de bevoegde instantie voor de milieuvergunning.

Vitens

Vitens heeft op enkele winlocaties te kampen met verzilting van de bronnen. Bij productie-locatie Noardburgum in de Provincie Fryslân is om die reden de onttrekkingshoeveelheid geleidelijk teruggebracht van 25 naar circa zeven miljoen kubieke meter water per jaar⁸⁾. Ook is in verband met de verzilting in 1993 de winning op het noordelijk gelegen puttenveld gestaakt. De drinkwatervoorziening in Friesland kent in de toekomst een aantal knelpunten met betrekking tot de duurzaam te produceren hoeveelheid drinkwater in relatie tot de drinkwatervraag.

Recente ontwikkelingen op zuiveringsgebied en de vraag naar vervangende duurzame bronnen hebben ertoe bijgedragen dat Vitens de winning en zuivering van brak grondwater als alternatief voor traditioneel zoet grondwater serieus in overweging neemt. Een deel van de toekomstige drinkwaterbehoefte van Friesland is mogelijk te halen door winning en zuivering van brak grondwater uit het in 1993 verlaten noordelijke winveld nabij productiebedrijf Noardburgum.

Waarschijnlijk is bij deze winning door toepassing van het 'zoethouderconcept' ook de traditionele zoetwaterwinning weer gedeeltelijk op te starten. De uitvoering van de pilot in Friesland zal daarom gecombineerd worden met de toepassing van het zoethouderconcept. Afbeelding 4 geeft een schematisch overzicht van het brakwaterconcept gecombineerd met het zoethouderconcept. Vitens wil evenals Brabant Water laten zien dat het winnen en zuiveren van brak grondwater en het injecteren

van het vrijkomende membraanconcentraat technisch goed haalbaar is.

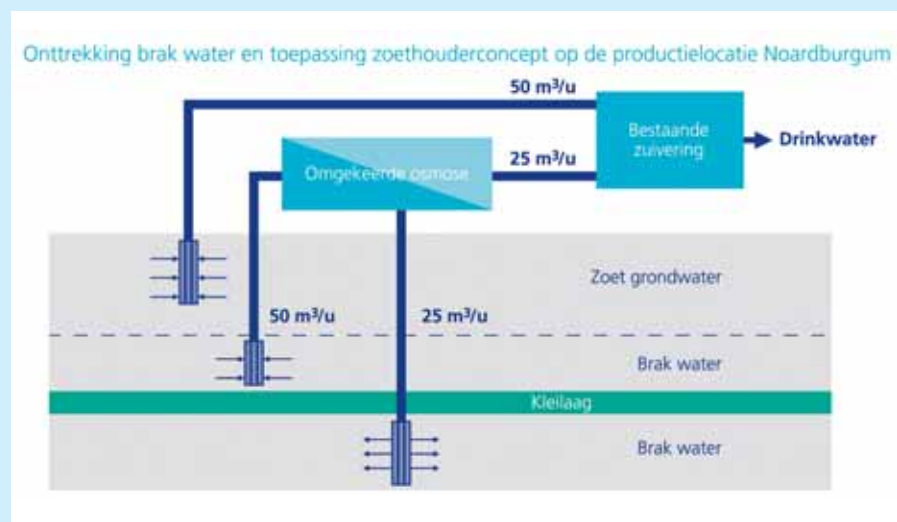
Welke effecten treden op door het infiltreren van membraanconcentraat in het diepere watervoerende pakket? Dat is een cruciale vraag, evenals de haalbaarheid van het zoethouderconcept op het winveld Noardburgum én de verzameling van informatie voor de vergunningsprocedures en het bestuurlijk draagvlak voor een project op grotere schaal.

Het gebied rond de beide winvelden kenmerkt zich door een indeling in twee watervoerende

pakketten (zie afbeelding 5). De geologische basis wordt gevormd door de Formatie van Maassluis op een diepte van 250 meter. Het tweede watervoerende pakket wordt van het eerste gescheiden door de kleilaag van de Formatie van Tegelen. Deze laag begint op een diepte van 150 meter beneden maaiveld en heeft een dikte van ongeveer tien meter. Het eerste watervoerende pakket wordt afgedekt door de minder doorlatende Formaties van Urk en Drente (keileem).

Om meer detailinformatie te verkrijgen voor de opzet van het demonstratieproject is in

Afb. 4: Schematische weergave van het brakwaterconcept, gecombineerd met het zoethouderconcept op de productielocatie Noardburgum.



Doelstelling onderzoek

Naast het verlenen van toestemming voor infiltratie zullen de twee pilots informatie genereren voor het bepalen van de technische en financiële haalbaarheid van het gebruik van brak water als grondstof. Daarnaast kunnen de provincies de resultaten als basis gebruiken voor beleidsontwikkeling voor de winning van brak grondwater. De duurproef wordt verder benut om de beïnvloeding van de waterkwaliteit in de ondergrond op langere termijn te volgen. Op dat vlak worden geen problemen verwacht, maar de duurproef zal dit moeten bevestigen.

Aan een aantal technische vraagstukken wordt in de pilot gewerkt. Zo is verstopping van de membranen en de infiltratieput een punt van zorg en onderzoek. Anders dan gebruikelijk wordt niet met anti-scalants gewerkt, die de vorming van chemische neerslagen in het concentraat tegengaan. Het onder controle houden van neerslagvorming in de RO-installatie en in de bodem nabij de infiltratieput is zodoende een belangrijke uitdaging in de pilots. Verder is er ruime aandacht voor onderzoek naar bodemchemische reacties die optreden tussen

geïnfiltreerd water en de bodemmatrix. Dit onderzoek moet helpen bij het begrijpen van mogelijke verandering van de waterkwaliteit in de ondergrond. Uiteindelijk zullen de beide duurproeven inzage geven in de haalbaarheid van het brak water op praktijkschaal, waarbij de installaties ook opgeschaald kunnen worden.

Slotoverweging

Brak grondwater is een nieuwe grondstof voor de drinkwatersector. Dit biedt nieuwe mogelijkheden die in twee pilots nu in de praktijk zullen worden onderzocht. Vitens en Brabant Water zullen begin 2010 samen met KWR Watercycle Research Institute een BTO-bijeenkomst organiseren om de opgedane kennis binnen de watersector te delen.

Ate Oosterhof, Nico Wolthek en Walter van der Meer (Vitens)
Martijn Groenendijk, Stephan van de Wetering en Harry Boukes (Brabant Water)
Klaasjan Raat (KWR Watercycle Research Institute)
Jan Eerhart (Provincie Noord-Brabant)

NOTEN

- 1) Raat K. en A. Abrahamse (2008). Plan brak grondwater bij Brabant Water en Vitens 2008-2009.
- 2) Stuyfzand P., J. Kappelhof en K. Maas (2003). Brak grondwater: als grondstof voor drinkwater en als zoethouder. Scan van potentie en haalbaarheid. BTO 2003.006.
- 3) Kappelhof J. en G. Grakist (2001). Het brakwaterconcept als zoethouder. H₂O nr. 11, pag. 10.
- 4) Kappelhof J. (2003). Grote mogelijkheden voor brak grondwater als alternatieve bron. Workshop brak grondwater.
- 5) Bernhardt L. (2005). Lozingsmogelijkheden voor brijn. Juridisch kader. BTO 2004.074.
- 6) Stuurman R., B. de Goes en P. Stuyfzand (2006). Kartering en meetnetontwerp zoet-brak-zout overgang in het grondwater in Noord-Brabant. TNO. Rapport 2006-U-R0074/A.
- 7) Iwaco (1979). Geohydrologisch onderzoek inzake de verzilting van het pompstation JHR. E. C. Storm van 's Gravesande en mogelijke maatregelen ter bijsturing van het verziltingsproces.
- 8) De Graaf C., A. Niemeijer en W. Zaandnoordijk (2007). Verziltingsprognose pompstation Noardburgum.
- 9) Raat K. (2008). Geochemische analyses grondmonsters Noardburgum.

december 2007 een diepe boring gemaakt, die is ingericht als waarnemingsput. Tijdens de realisatie van deze boring (diepte 240 meter) zijn in het traject beneden de Tegelenklei zeven ongestoorde bodemmonsters gestoken. Deze zijn anaeroob geconserveerd en geochemisch onderzocht om de samenstelling van het bodemmateriaal in de doelaquifer te bepalen⁹.

In het voorjaar van 2008 zijn watermonsters genomen uit de geplaatste filters. Van de monsters zijn onder meer de chloridegehalten bepaald. Opvallend zijn de hoge waarden van 1.800 mg/l in het filter net boven de Tegelenklei. Onder de Tegelenklei loopt het

chloridegehalte op tot boven de 6.000 mg/l op een diepte van 234 meter beneden maaiveld.

Vitens begint het demonstratieproject in het derde kwartaal van dit jaar. Hierbij zal continu 50 kubieke meter brak grondwater per uur worden gewonnen en gezuiverd, waarvan de helft als membraanconcentraat wordt geïnfiltreerd in de bodem. Het permeaat van de membraaninstallatie wordt als productwater geleverd aan het bestaande zuiveringsproces van het productiebedrijf. Het zoethouderconcept wordt toegepast door 50 kubieke meter zoet grondwater per uur te onttrekken uit hetzelfde boorgat uit een ondieper

geplaatst (gescheiden) onttrekkingsfilter en dit direct te leveren aan het productiebedrijf.

Voor de uitvoering van het demonstratieproject is een uitgebreid monitoringsplan opgesteld. Dit plan is met name gericht op de (geo)chemische effecten in de ondergrond. Daarnaast is het van belang de werking van het zoethouderconcept te controleren en de bedrijfsvoering van de proefinstallatie te bewaken. Door toepassing van zoutwachters, CTD Divers, waarnemingsfilters en herhaalbare boorgatmetingen is het zoet-brakgrensvlak en daarmee de werking van het zoethouderconcept te monitoren. Monsters uit verschillende waarnemingsfilters zullen gebruikt worden om de verandering van waterkwaliteit in de ontvangende aquifer te volgen. De analyseresultaten zullen samen met de analyseresultaten van de gestoken monsters uit 2007 gebruikt worden om de effecten in de ondergrond te modelleren. Hierbij wordt gewerkt met computerprogramma's, zoals PHREEQC. Vervolgens zijn de effecten te vertalen naar *fullscale* toepassingen.

Voor de uitvoering van het project is door SenterNovem (ministerie van Economische Zaken) een InnoWator subsidie verstrekt. Vitens werkt in het project samen met KWR Watercycle Research Institute, Hatendoer Water en Universiteit Twente.

Afb. 5: Geohydrologische doorsnede van het projectgebied Noardburgum.

