

'Zoethouder' levert gescheiden brak en zoet grondwater uit één put

In Noardburgum is met succes een proef uitgevoerd met de Zoethouder: gelijktijdige winning van brak en zoet grondwater. Verzilting van het bovenste (zoete) onttrekkingsfilter werd effectief tegengegaan door de gelijktijdige onttrekking van dieper gelegen brak grondwater. Brakwaterwinning leidde zelfs tot een algehele verzoeting van de winaquifer, zowel in het bovenste zoete deel als in het onderste, brakke deel. Grondwaterwinning op het noordelijke winveld van Noardburgum was in 1993 vanwege verzilting gestaakt. Nu blijkt dat full scale toepassing van de zoethouder in dit winveld jaarlijks ruim drie miljoen kubieke meter duurzaam geproduceerd productwater kan opleveren.

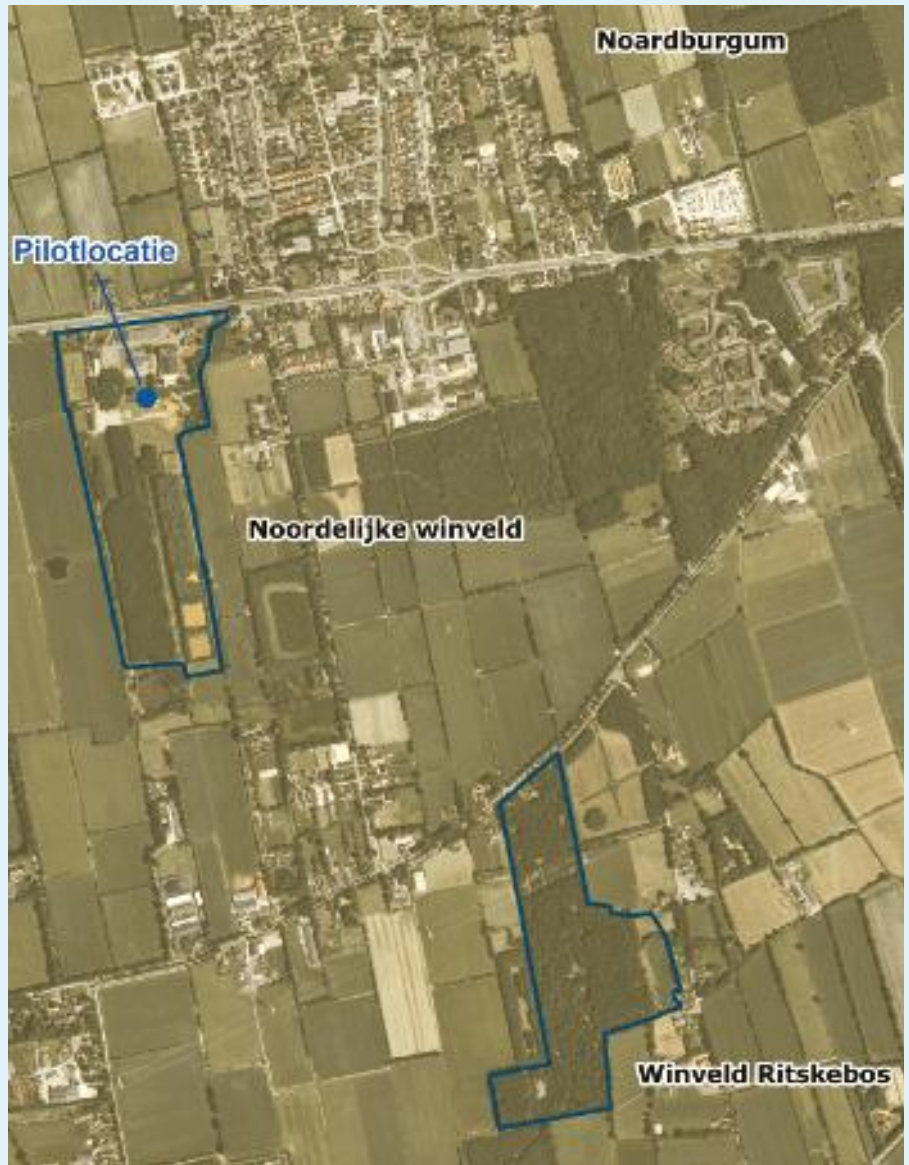
Vitens kampt op enkele winlocaties met verzilting van grondwaterbronnen, zowel in het noorden nabij de waddenkust als verder landinwaarts in de IJsselvallei. Vanwege verzilting is de onttrekking van grondwater in de twee winvelden bij productielocatie Noardburgum (Friesland) de afgelopen decennia geleidelijk teruggebracht van 25 naar circa acht miljoen kubieke meter water per jaar. In 1993 is de winning op het noordelijke winveld van Noardburgum (zie afbeelding 1) geheel gestaakt en is een deel van de winning verplaatst naar twee nieuwe winvelden bij Garyp en Nij Beets.

Als remedie tegen verzilting is op de kop af tien jaar geleden de Zoethouder ontwikkeld¹⁾. Door niet alleen zoet grondwater te winnen maar met een apart, hydrologisch gescheiden putfilter ook het toestromende brakke grondwater, wordt het zoet-brakgrensvlak gestabiliseerd. Dit voorkomt verzilting van het 'zoete' filter. Het brakke grondwater kan dienen als additionele bron voor drinkwater, na ontzilting door middel van omgekeerde osmose (RO). Zo is het in theorie mogelijk de totale productie van een verziltende put zelfs te vergroten, door het zoete én het brakke water te gebruiken.

Tot drie jaar geleden bestond de Zoethouder uitsluitend 'op de tekentafel'. In de brakwaterpilot in Noardburgum (Vitens) is het concept voor het eerst ook in de praktijk toegepast. In dit artikel presenteren wij de ervaringen met de zoethouder en geven we een doorkijk naar mogelijke full scale-toepassing in een winveld. In het hieraan voorafgaande artikel staan de ervaringen met het gebruik van brak grondwater als bron voor drinkwater centraal zoals Vitens die opdeed in Noardburgum en Brabant Water in de brakwaterpilot Zevenbergen.

Zoethouder Noardburgum

De Zoethouder van Noardburgum bestaat uit één winput, waarin op twee dieptes hydrologisch gescheiden onttrekkingsfilters zijn geplaatst (zie afbeelding 2). Het bovenste, zoete filter (60-80 m-mv) levert direct aan de nabijgelegen zuivering. Het brakke water dat met het tweede putfilter (130-145 m-mv) wordt gewonnen, dient als voedingswater voor een omgekeerde osmose-installatie (RO). Het permeaat wordt eveneens als productwater toegevoegd aan

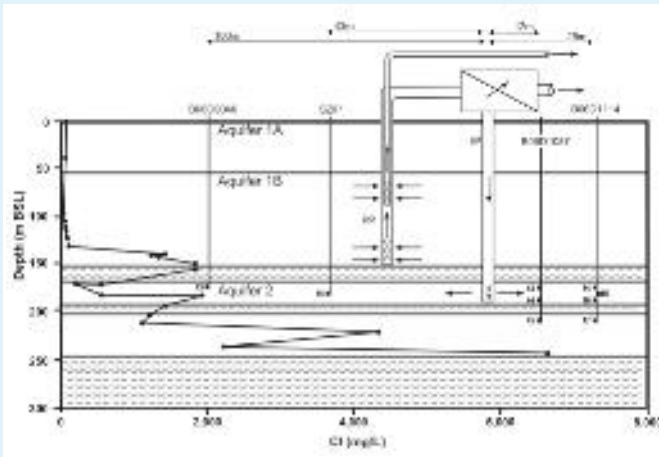


Afb. 1: De winvelden van productielocatie Noardburgum en de locatie van de brakwaterpilot.

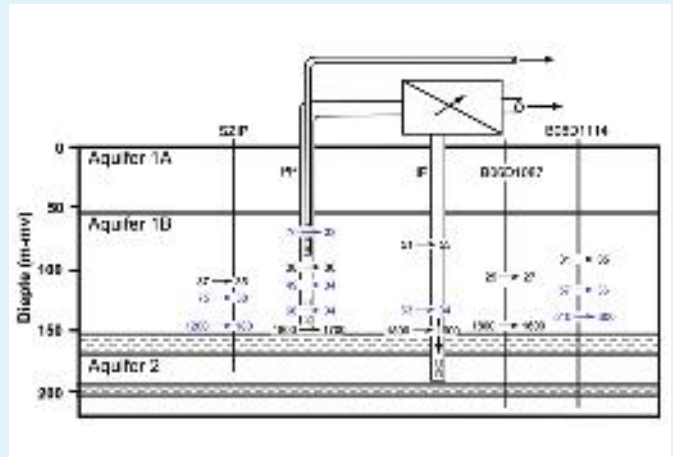
het ruwwater; het concentraat wordt geïnjecteerd onder de Tegelenklei, in het tweede watervoerende pakket. Met beide filters werd met 50 kubieke meter per uur gewonnen. Bij een RO-recovery van 50 procent levert de winput in totaal 75 kubieke meter productwater per uur en wordt 25 kubieke meter concentraat per uur teruggeïnjecteerd in de bodem.

De Zoethouder is toegepast op het noordelijke winveld van Noardburgum, dat in

1993 vanwege verzilting gesloten is. In het voortraject van het proefproject is de chlorideverdeling in de ondergrond in kaart gebracht aan de hand van metingen in bestaande en nieuw geplaatste waarmemingsfilters (zie afbeelding 2). Tot een diepte van circa 130 meter zijn alleen lage chlorideconcentraties waargenomen, variërend van 29 tot 75 mg/l. Daaronder loopt de concentratie sterk op, tot 1800 mg/l vlak boven de Tegelenklei. Deze scherpe zoet-brakgrens ligt duidelijk dieper dan de verlaten



Afb. 2: Opzet van de pilot Noordburgum: geohydrologie, chlorideprofiel bij aanvang van de pilot en de ligging van winput, injectieput en waarnemingsputten.



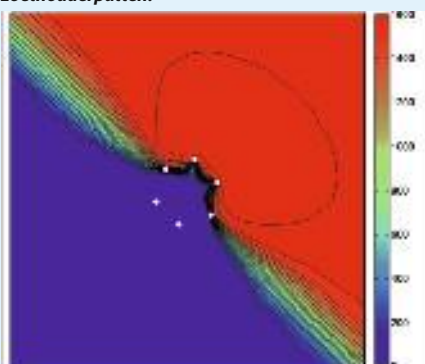
Afb. 3: Verandering van de chlorideconcentraties in de winaquifer van Noordburgum, na acht maanden toepassen van de zoethouder. Blauw: verzoeting; zwart: geen duidelijke verandering van de chlorideconcentratie.

pompputten. Dit wijst erop dat de oorspronkelijke verzilting van het winveld sinds de sluiting in 1993 is tenietgedaan. Onder de Tegelenklei, in het tweede watervoerende pakket, komt een inversie voor. Daaronder neemt chloride weer snel toe: in het derde watervoerende pakket loopt de chlorideconcentratie op tot boven 6000 mg/l.

Effectief in de praktijk

De pilot heeft gedraaid van oktober 2009 tot en met december 2010. Na acht maanden is de RO-recovery als test na acht maanden in twee stappen opgevoerd tot 75 procent. Van het gewonnen zoete en brakke water is continu en online het elektrisch geleidend vermogen gemeten. Frequent werd ook het chloridegehalte bepaald. De chlorideconcentratie van het onttrokken brakke water bedroeg bij aanvang van de pilot 1000 mg/l, maar daalde zeer sterk in de eerste maanden. Na acht maanden onttrekking stabiliseerde het op 600 mg/l. Ook het onttrokken zoete grondwater kende een beperkte maar duidelijke daling van de chlorideconcentratie direct na aanvang en stabiliseerde vervolgens rond 35 mg/l. Verzoeting trad niet alleen op rondom de winput, maar ook bij de verderop gelegen waarnemingsfilters (zie afbeelding 3). Alleen bij enkele waarnemingsfilters in het bovenste, zoete deel van de winaquifer en bij een drietal brakke filters vlak boven de Tegelenklei daalde de concentratie chloride niet. Dit laatste wordt verklaard door de geringere doorlatendheid

Afb. 4: Chlorideconcentratie (in mg/L) op 140 m-mv bij een cirkelvormige opstelling van zes zoethouderputten.



direct boven de Tegelenklei, die de toestroom van zoeter water naar deze drie filters beperkt.

De Zoethouder werd geplaatst om het zoet-brakgrensvlak te stabiliseren, maar uit bovenstaande blijkt dat in de huidige configuratie dit grensvlak zelfs lokaal omlaag wordt getrokken. Deze *downconing* is bevestigd door berekeningen met Seawat^{2,3}: een 3D-hydrologisch model dat rekening houdt met effecten van dichtheidsverschillen op de stroming. Er hoeft in principe dus minder brak grondwater gewonnen te worden dan de huidige 50 kubieke meter per uur. Daardoor hoeft ook minder brak water te worden gezuiverd en minder concentraat geïnjecteerd. Seawat-modelleringen laten zien dat onttrekking van 16 kubieke meter per uur uit het brakke filter afdoende is wanneer uit het zoete filter 50 kubieke meter per uur wordt onttrokken³. In dit scenario blijft het chloridegehalte van het onttrokken zoete water beperkt tot 45 mg/l.

Zes brakwaterfilters voldoende

Bij een *full scale*-toepassing van de brakwaterwinning kan optimalisatie een aanzienlijke kostenbesparing opleveren. Met Seawat zijn hiervoor enkele scenario's doorgerekend. Een cirkelvormige opstelling van zes putten met elk twee filters werd als meest gunstig beoordeeld³. In dit scenario is de kans op *upconing* beperkt, doordat er geen centraal gelegen put(ten) is (zijn). Verder bleek uit de modellering dat na verloop van tijd de brakwaterwinning in de zuidwestelijk gelegen filters nog verder is te reduceren, doordat vanuit deze hoek geleidelijk minder brak water toestroomt (zie afbeelding 4).

Met een cirkelvormige putopstelling is duurzaam zoet grondwater te winnen door voor elke drie delen zoet één deel brak grondwater te winnen. Bij een RO-recovery van 50 procent levert dit op jaarbasis ruim drie miljoen kubieke meter productwater op (zoet grondwater en permeaat) en 0,43 miljoen kubieke meter concentraat. Een alternatief is het brakke water niet te gebruiken maar direct te injecteren in het tweede watervoerend pakket. Dit scenario levert jaarlijks 2,6 miljoen kubieke meter

productwater, terwijl 0,88 miljoen kubieke meter brak water moet worden geïnjecteerd.

Conclusies en vooruitblik

De Zoethouder heeft zich op pilotschaal bewezen als effectieve remedie tegen verzilting van putten. Bij *full scale*-toepassing op het noordelijke winveld van Noordburgum kan jaarlijks duurzaam ruim drie miljoen kubieke meter productwater worden geproduceerd. Dit is belangrijk voor de drinkwatervoorziening in Friesland, waar in de toekomst knelpunten worden verwacht voor de duurzame productie van voldoende hoeveelheden drinkwater. Uit dit onderzoek blijkt dat winning en zuivering van brak grondwater uit het in 1993 verlaten winveld nabij Noordburgum in een deel van de toekomstige drinkwaterbehoefte kan voorzien. Vitens neemt dit mee als één van de mogelijke oplossingen voor drinkwatervoorziening in Friesland.

- 1) Grakist G., C. Maas, W. Rosbergen en J. Kappelhof (2002). Keeping our wells fresh. In: Proceedings of SWIM-17, TU Delft. R. Boekelman (ed.), pag. 337-340.
- 2) USGS (2002). User's guide to SEAWAT: a computer program for simulation of three-dimensional variable-density ground-water flow. U.S. Geological Survey, Techniques of Water-Resources Investigations 6-A7, Tallahassee, Florida.
- 3) Van der Valk M. (2011). A fresh-keeper for Noordburgum. The future for a salinated well field? Afstudeerscriptie opleiding Water Management TU Delft.

Ate Oosterhof (Vitens)
Mark van der Valk (TU Delft, thans Fugro)
Jan Arie de Ruijter (Hatenboer-Water)
Klaasjan Raat (KWR Watercycle Research Institute)