

DUURZAME ZOETWATERVOORZIENING DOOR COMBINATIE VAN ONDERGRONDSE OPSLAG EN ONTZILTING

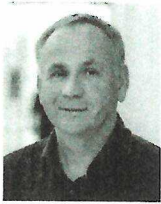
AUTEURS



Koen Zuurbier



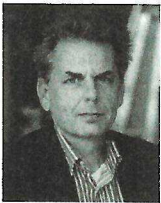
Sija Stofberg



Marcel Paalman



Steven Ros



Gerard van den Berg

(Alle auteurs: KWR Watercycle Research Institute)

Beschikbaar houden van zoet water voor de glastuinbouw in verziltende kustgebieden is geen eenvoudige opgave. Er is een duurzame oplossing, waarbij neerslagoverschotten in de winterperiode zo optimaal mogelijk worden benut door deze in de ondergrond te bergen.

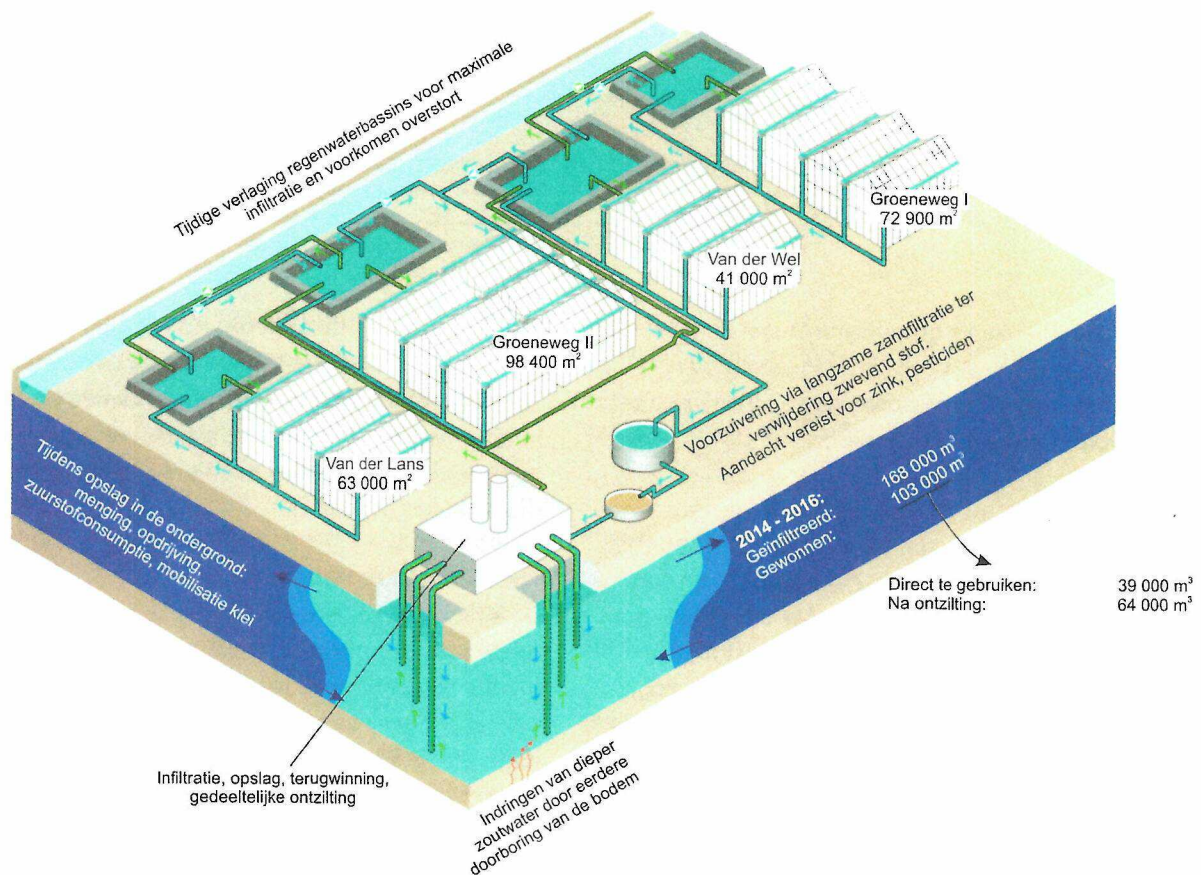
In verzilte gebieden met een grote watervraag, zoals het Westland, maakt de glastuinbouw gebruik van regenwater als primaire waterbron. De bovengrondse opslagcapaciteit is doorgaans echter ontoereikend om al het regenwater van natte perioden effectief op te vangen. Daarom wordt gebruik gemaakt van brak grondwater, om vooral de glastuinbouw te voorzien van zoet water met een hoge kwaliteit (natriumconcentratie < 10 mg/l). Het brakke grondwater wordt opgepompt, waarna circa de helft hiervan via omgekeerde osmose (RO) wordt omgezet naar zoet water en de andere helft met de zouten ('brijn') weer dieper in de ondergrond wordt geretourneerd. Dit heeft als risico dat de verzilting van het grondwater wordt versterkt en staat dan ook beleidsmatig onder druk.

In minder verzilte gebieden biedt ondergrondse opslag van (winterse) neerslagoverschotten een duurzaam alternatief. De overtollige neerslag vanaf kasdaken wordt via putten in de ondergrond geïnfiltrerd en opgeslagen. In perioden met tekorten wordt dit water weer teruggewonnen. Deze techniek staat bekend onder de naam aquifer storage and recovery (ASR). In sterker verzilte gebieden, zoals het Westland, is deze techniek matig toepasbaar, omdat door dichtheidsverschillen het relatief lichte zoete infiltratiewater omhoog drijft in het brakke grondwater. Het zoete water is daardoor moeilijk ongemengd terug te winnen. In dit artikel presenteren we een concept waarbij ASR en ontzilting van brak grondwater door 'Reverse Osmosis (RO)' zijn gecombineerd. Deze combinatie ('ASRRO') heeft als doel om een duurzaam en technisch-economisch haalbaar alternatief te bieden voor de huidige praktijk. De opzet is bij een tomatenteeltbedrijf in het Westland getest om de praktische toepasbaarheid te onderzoeken.

Aanpak: veldlocatie 'Prominent'

In 2012 zijn watersystemen van vier glastuinbouwbedrijven van telersvereniging 'Prominent' gekoppeld (zie Figuur 1). Hierdoor kwam het overtollige hemelwater van in totaal 27 hectare kasdaken beschikbaar. Een ASR-systeem is aangelegd om het hemelwater te kunnen infiltreren in een zandlaag op 23 tot 37 m diepte, waar het grondwater van nature brak was (ca. 4300 mg/l chloride). Het ASR-systeem is gevoed met het water dat anders zou overstromen uit de regenwaterbassins van de tuinder. Gepoogd is om deze bassins op een vulgraad van ca. 70-90% te houden, zodat er een berging van minimaal ca. 20 mm overbleef voor opvang van neerslag. Voorafgaand aan infiltratie is het regenwater gezuiverd met een lang-

Figuur 1: Overzicht van de ASRRO proef bij Prominent Groeneweg



Duurzame zoet-
watervoorziening

4

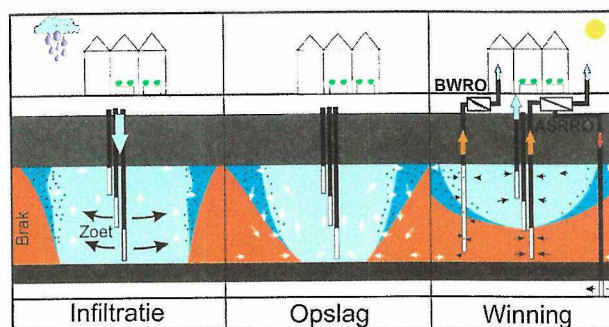
zaam zandfilter. Het ASR-systeem was ontworpen om maximaal zoetwater te kunnen winnen, ondanks opdrijving en menging. Hiervoor zijn een aantal aanpassingen geïntroduceerd ten opzichte van een eenvoudig ASR-systeem (zie Figuur 2):

1. Er kon op drie verschillende dieptes water worden geïnfiltreerd en teruggewonnen;
2. De diepste putten konden functioneren als 'Freshkeeper': een afvangput om naderend brak grondwater op diepte af te vangen en ondiepe winning van zoet water te beschermen. Het afgevangen brakwater is geretourneerd in een dieper watervoerend pakket (50 – 90 m diep);
3. Er was de optie om het teruggewonnen water weer te ontzilten, wanneer er sprake was van menging van het zoete water met brak grondwater (vanaf mei 2015). Dit water is gewonnen middels de ASR-putten (in het hart van de ingebrachte zoetwaterbel: 'ASRRO'). Daarnaast is dit

vermengde water ook gewonnen met de reeds aanwezige winput behorend bij het ontziltingssysteem van Prominent (aan de rand van de zoetwaterbel: 'BWRO': brakwater RO). Het resterende brijn na ontzilting werd geloosd in een dieper watervoerend pakket (50 – 90 m diep).

De bedrijfsvoering en de waterkwaliteit (voor, tijdens, na verblijf in de ondergrond) werden continu gemonitord via een uitgebreid netwerk. Hierbij werden grondwateraanvulling en -onttrekking automatisch gemeten, alsmede de zoutconcentraties (op basis van elektrische geleidbaarheid) van het gewonnen water. Door middel van sensoren, boorgatmetingen en bemonstering en analyse (macrochemie, sporelementen, modified fouling index (MFI)) van grondwater op verschillende dieptes op 5, 15, 30, 40 en 60 m afstand van de ASR-putten is de verspreiding en de waterkwaliteitsontwikkeling van opgeslagen water gemonitord. Daarnaast is een gedetailleerd 3-D,

Figuur 2: Principe van ASRRO ter plaatse van Prominent. BWRO = winning via bestaande ontziltingssysteem van Prominent, aan de rand van de zoetwaterbel



dichtheidsafhankelijk grondwatermodel opgezet met de modelcode SEAWAT om de transportprocessen in de ondergrond te evalueren en de effecten op het grondwatersysteem te doorzien.

Resultaten

Uit de metingen bleek dat na infiltratie van 168 000 m³ kon in totaal 39 000 m³ (23%) praktisch ongemengd worden teruggewonnen voor direct gebruik. Deze terugwinning werd beperkt doordat dieper grondwater via het boorgat van een diepere bron voor warmte-koude opslag nabij de ASR-putten het watervoerende pakket kon binnendringen (Figuur 1), hetgeen door chemische analyses en modellering kon worden aangetoond. Deze kortsluitstroming, die ontstaan is door eerder menselijk ingrijpen in de ondergrond, bleek de mogelijke ongemengde terugwinning ongeveer te halveren en heeft dus grote impact op het succes van ASR in een verzilte ondergrond. De resterende watervraag werd ingevuld door het onttrokken gemengde brakwater/hemelwater via RO te ontzilten. Dit leidde tot een gemeten productie van nog eens 64 000 m³ zoetwater, waardoor in totaal 61% van het ingebrachte zoetwater werd herwonnen.

In de ondergrond had ASRRO uiteraard effect op de verdeling van zoet en zout grondwater. De modellering bood hier meer inzicht in. Rond de twee putten voor infiltratie en terugwinning ontstond tijdelijk een zoetwaterbel met een waargenomen en door het model bevestigde diameter van maximaal 120 m. In droge perioden werd deze bel deels weer onttrokken voor de winning van ongemengd zoetwater (direct gebruik) en gemengd zoetwater/brakwater (voor behandeling met RO). Doordat gemiddeld meer zoetwater werd geïnfilteerd dan werd onttrokken, werd berekend dat de zoutconcentraties van het grondwater afnamen. Dit werd bevestigd door metingen aan het gewonnen water en de resultaten van het

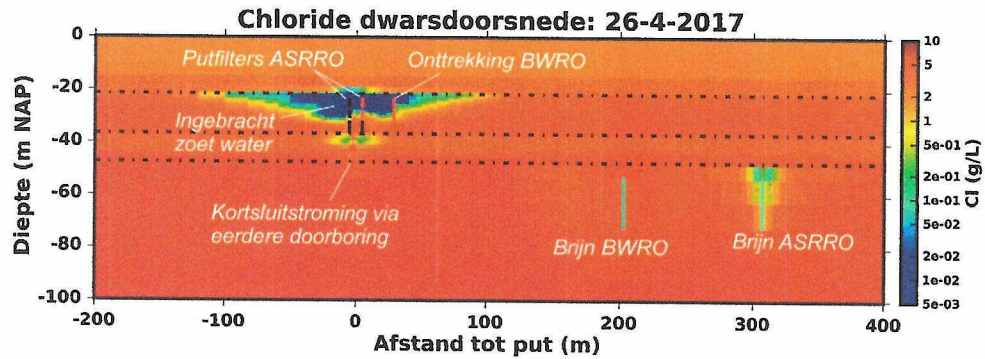
SEAWAT-model. Het blijkt dat als bijproduct van de ASRRO en de BWRO vrijkwam, bleef hierdoor ook relatief zoet. De zoutconcentraties van het 'brijn' dat in het tweede watervoerende pakket werd geloosd waren gelijk of lager dan het aanwezige grondwater in dit pakket (Figuur 3).

Aandachtspunten en kostprijs

De infiltratie van hemelwater had positieve effecten op de zoutconcentraties, maar bracht ook kleideeltjes uit het watervoerende pakket in suspensie tijdens het verdringen van brak grondwater. Dit verhoogde de troebelheid aan de rand van de zoetwaterbel en leidde tot verstopping van RO-membranen wanneer het water uit deze zone werd onttrokken en gevoed aan het BWRO-systeem (Figuur 2). Door alleen diep brakwater te onttrekken (via de diepe filters van de ASRRO) en de membranen regelmatig te spoelen met zoet permeaat (bij de BWRO) kon verstopping worden tegengegaan. Naast deze mobilisatie van kleideeltjes, is de kwaliteit van het hemelwater een aandachtspunt. Tijdens de veldproef zijn lage concentraties gewasbeschermingsmiddelen waargenomen (vrijwel altijd <0.1 µg/l per werkzame stof; somconcentratie <0.5 µg/l). Ook bleek zink (in opgeloste vorm, waarschijnlijk afkomstig van de dakconstructies) vrijwel continu in relatief hoge concentratie aanwezig in het infiltratiewater (gemiddeld >100 µg/l).

De kostprijs van geproduceerd water via ASRRO bleek hoger dan die voor conventionele ontzilting van brakwater. Wel zijn er stimuleringsmaatregelen (MIA/Vamil) die ervoor zorgen dat bij toepassing bij tuinders de meerkosten worden gereduceerd. In het geval dat bij infiltratie van en productie van 30 000 m³/j er 1/3 deel ongemengd kan worden teruggewonnen en 2/3 deel via RO moet worden behandeld, zijn de kosten voor ASRRO en conventionele brakwaterontzilting

Figuur 3: Gemodelleerde chlorideconcentraties na 3 jaar bedrijfsvoering ASRRO Westland. De horizontale stippellijnen geven de ligging aan van het eerste en tweede watervoerende pakket (eerste van 23 m tot 37 m-mv, tweede vanaf 46 m-mv)



Duurzame zoetwatervoorziening

respectievelijk 0.70 en 0.64 euro/m².

Dit is interessanter dan opslag van hetzelfde volume in een bassin (1.37 euro/m³). Wanneer geen zoetwater ongemengd teruggewonnen kan worden en de water-vraag via RO moet worden geproduceerd, stijgt de kostprijs naar 0.80 euro/m³. Niet meegerekend zijn overige baten (ecosysteemdiensten), zoals vermeden kosten voor alternatieve berging voor neerslagpieken en het voorkomen van verdere verzilting van de ondergrond.

Conclusies

Het continu beschikbaar houden van voldoende zoet water is een grote opgave in kustgebieden wereldwijd. Onttrekking en ontzilting van brak grondwater maakt weliswaar zoet water beschikbaar, maar heeft het risico dat de ondergrond verzilt. Een alternatief is dat tijdelijke overschotten in natte perioden in de ondergrond worden gebracht via aquifer storage and recovery (ASR). Deze techniek is gecombineerd met ontzilting via omgekeerde osmose (RO) tot ASRRO om ook in zoutere condities zoetwater te kunnen terugwinnen uit de ondergrond, zonder dat dit leidt tot verzilting. De werking van ASRRO is aangetoond bij de glastuinders van Prominent in het Westland. Belangrijke randvoorwaarden voor ASRRO zijn de voorzuivering en de strategie van de terugwinning en ontzilting om verontreiniging van grondwater en membranen te voorkomen. Op bedrijfsschaal leidt ASRRO tot hogere, maar naar verwachting acceptabele kosten per m³ geproduceerd zoet water.

Koen Zuurbier
Sija Stofberg
Marcel Paalman
Steven Ros
Gerard van den Berg
(KWR Watercycle Research Institute)

Referenties

- Zuurbier, K.G., Stuyfzand, P.J., 2017. Consequences and mitigation of saltwater intrusion induced by short-circuiting during aquifer storage and recovery in a coastal subsurface. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 21(2): 1173-1188.
- Zuurbier, K.G., Ros, S., Paalman, M., 2017. Valorisation and demonstration of an ASRRO application in a field application. *DESSIN, D33.1*: 88 p.
- Stofberg, S. F., Paalman, M., Zuurbier, K.G. 2017. Evaluation of the improvement of Ecosystem Services as a result of ASR/RO application, *DESSIN, D33.2*: 56 p.
- Stuyfzand, P.J., Raat, K.J., 2010. Benefits and hurdles of using brackish groundwater as a drinking water source in the Netherlands. *Hydrogeology Journal*, 18(1): 117-130. DOI:10.1007/s10040-009-0527-y

SAMENVATTING

Het beschikbaar houden van zoet water voor de glastuinbouw in verziltende kustgebieden is geen eenvoudige opgave. In droge perioden ontstaan tekorten en kiezen tuinders voor ontzilt grondwater ter aanvulling van hun gietwatervoorziening. Het risico is dat hierdoor de ondergrond verder verzilt. In dit artikel presenteren we een duurzame oplossing, waarbij neerslagoverschotten in de winterperiode zo optimaal mogelijk worden benut door deze in de ondergrond te bergen. Deze extra voorraad zoet water kan met één systeem deels direct worden gebruikt en deels na ontzilting geschikt worden gemaakt. Zo ontstaat zowel een betrouwbare zoetwatervoorziening als een balans tussen infiltratie en winning van zoet water. Zo wordt verdere verzilting van het grondwater worden tegengegaan.