

## **Toekomstverkenning: alternatieve bronnen voor drinkwater in Nederland**

*Sija Stofberg, Roberta Hofman-Caris, Geertje Pronk, en Henk-Jan van Alphen (KWR), Birgitta Putters (WML)*

**Dat natuurlijke en maatschappelijke ontwikkelingen gevolgen zullen hebben voor onze drinkwatervoorziening is duidelijk. Wellicht moet er in de toekomst gebruik gemaakt worden van onconventionele bronnen, met andere zuiveringen dan we nu gewend zijn. Welke verschillende bronnen hiervoor in aanmerking komen hangt af van onder andere de hoeveelheid beschikbaar water, de winbaarheid en de kwaliteit. Het is belangrijk het hele watersysteem hiervoor in beschouwing te nemen. In een eerste scenario-analyse van KWR en medewerkers van drinkwaterbedrijven zijn de risico's en kansen voor de drinkwaterbedrijven, maatschappij en omgeving, wet- en regelgeving en de onderzoeksbehoefte in kaart gebracht.**

In Nederland en Vlaanderen wordt drinkwater voornamelijk geproduceerd uit grondwater en oppervlaktewater. Zullen onze kleinkinderen nog steeds water uit dezelfde bronnen drinken?

In veel gebieden staan de huidige bronnen onder druk. Denk bijvoorbeeld aan innamestops wanneer een verontreiniging is gesignaleerd. Naar verwachting zal deze druk toenemen, door droogte als gevolg van klimaatverandering, verontreiniging en toenemende drukte in de ondergrond. Dit dwingt ons om ons te bezinnen op alternatieven als aanvulling op de klassieke bronnen. Daarnaast is er een transitie gaande richting de circulaire economie. Hierin worden ook andere bronnen gebruikt en verschillende soorten water geproduceerd.

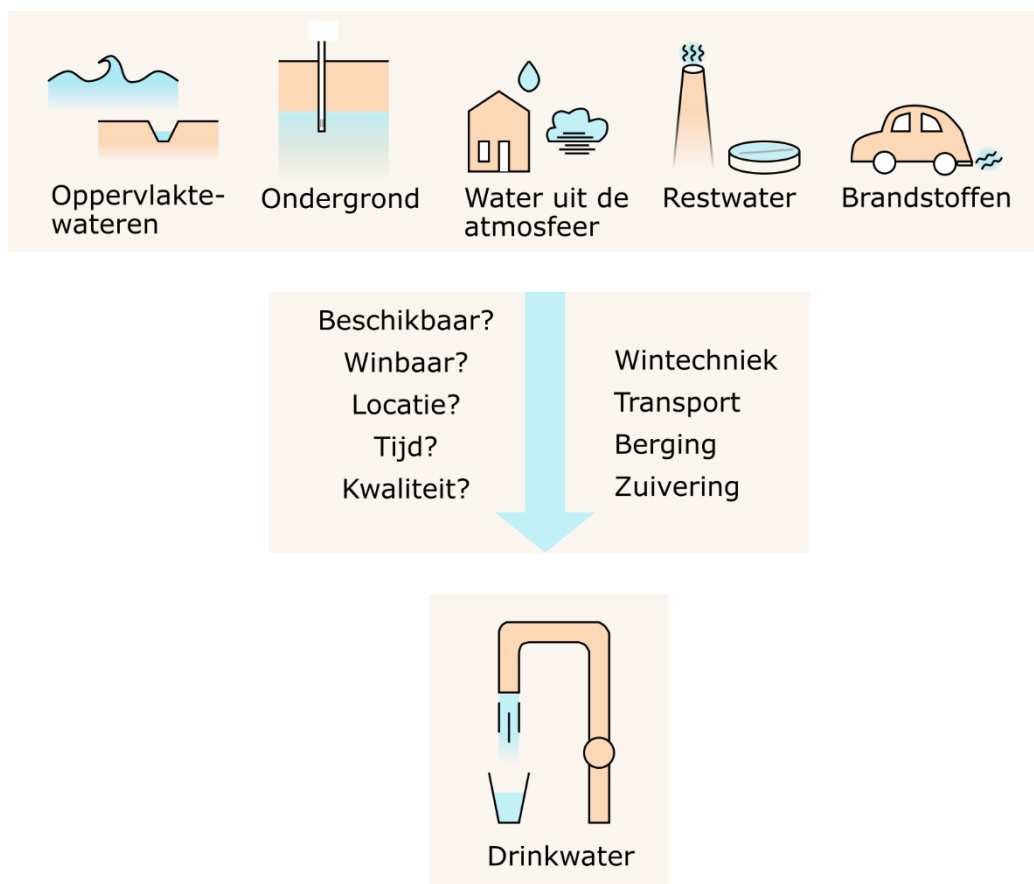
Vooruitgang in de ontwikkeling van (zuiverings)technieken maakt het bovendien mogelijk om gebruik te maken van steeds meer typen bronnen voor drinkwater. In andere landen maakt men al gebruik van regenwater of effluent van een zuiveringsinstallatie (rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) of industriële afvalwaterzuiveringsinstallatie (IAZI)) [1], [2]. In het Internationale Ruimtestation is men zelfs voor bijna 100 procent zelfvoorzienend in de drinkwatervoorziening [3].

KWR heeft onderzoek gedaan naar potentiële alternatieve bronnen voor drinkwater en hierbij onderzocht welke bronnen interessant kunnen zijn om verder te verkennen [4]. Ook is onderzocht wat de mogelijke (maatschappelijke) consequenties, zoals de verwachte kosten, milieueffecten en de eventuele veranderende rol van de drinkwaterbedrijven zijn, van een groep relatief kansrijke bronnen.

### **Alternatieve bronnen voor drinkwater**

Iedere bron van water is in potentie een mogelijke bron voor drinkwater. Van grote bronnen met relatief schoon zoet water, zoals grondwater, tot de kleine beetjes verontreinigd condenswater die vrijkomen bij afvalverbranding. De belangrijkste voorwaarde is uiteraard dat het water gezuiverd kan worden tot schoon drinkwater dat aan alle eisen voldoet. Voor de toekomst moet er rekening mee gehouden worden dat die eisen en normen waarschijnlijk strenger zullen worden. Sommige bronnen zijn geschikter als bron voor drinkwater dan andere. Geschikte bronnen onderscheiden zich allereerst door:

1. Voldoende beschikbaarheid en winbaarheid. Naast het feit dat er van een bron voldoende water beschikbaar moet zijn, moet het ook gewonnen kunnen worden. Hierbij kan gedacht worden aan technische uitdagingen, om bijvoorbeeld water uit de lucht te halen. Daarnaast is de winlocatie (dichtbij of ver weg) en de beschikbaarheid over de tijd van belang (bijvoorbeeld seizoensbeschikbaarheid). Hierbij gaat de voorkeur uit naar bronnen die nabij zijn en constant, of die met een piek in de zomer beschikbaar zijn.
2. Voldoende kwaliteit. Het water moet op een effectieve en efficiënte manier gezuiverd kunnen worden naar drinkwaterkwaliteit. Voortschrijdend inzicht in kwaliteitsparameters (zoals mengseltoxiciteit) en betere meettechnieken (zoals screeningsmethoden, bioassays en moleculaire technieken) zullen waarschijnlijk tot gevolg hebben dat de eisen die aan drinkwater worden gesteld strenger worden.



Afbeelding 1. Afhankelijk van de beschikbaarheid (ligging en beschikbaarheid over de tijd), winbaarheid en kwaliteit van de bron kan directe toepassing mogelijk zijn, of moet er extra berging, zuivering of transport plaatsvinden

In afbeelding 1 zijn deze criteria geïllustreerd. Problemen met beperkte winbaarheid, beschikbaarheid over de tijd, kwaliteit of afstanden kunnen vaak verholpen worden met technische oplossingen. Elke extra stap zorgt echter voor extra kosten en complexiteit. Vooral kleinschalige zuiveringsprocessen en de bewaking van de waterkwaliteit op kleine schaal zijn heel kostbaar. Op basis van de criteria kunnen potentiële bronnen worden gerangschikt naar geschiktheid als bron voor drinkwater. In een literatuurstudie zijn deze criteria onderzocht voor 29 soorten bronnen van water uit de categorieën die genoemd worden in afbeelding 1.

De momenteel gebruikte bronnen (zoet en brak grondwater en zoet oppervlaktewater) staan in deze rangschikking bovenaan vanwege de goede beschikbaarheid en kwaliteit. Van de rangschikking van potentieel nieuwe bronnen zijn de relatief geschikte en ongeschikte bronnen weergegeven in tabel 1. De geschikte bronnen kenmerken zich door een grotere beschikbaarheid en/of een relatief hoge kwaliteit. Hierbij is, ook voor onconventionele bronnen, wel uitgegaan van conventionele methodes voor de productie.

*Tabel 1. Relatief geschikte en ongeschikte nieuwe bronnen voor drinkwater op basis van beschikbaarheid/winbaarheid en kwaliteit. Over luchtvochtigheid als potentiële bron moet worden opgemerkt dat de mogelijke winbaarheid nog onzeker is*

Relatief geschikte nieuwe bronnen	Relatief ongeschikte nieuwe bronnen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brak (en zout) grondwater</li> <li>• Water uit waterstof in de industrie</li> <li>• Neerslag</li> <li>• RWZI- of IAZI-effluent</li> <li>• Luchtvochtigheid</li> <li>• Restwater uit voedingsindustrie</li> <li>• Zeewater</li> <li>• Uitslagwater (ontwatering polders, mijnbouw, bouwprojecten)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restwater uit verbranding fossiele brandstoffen</li> <li>• Condens uit koelen en vriezen</li> <li>• Condens uit airconditioning en warmtepompen</li> <li>• Water uit bodemvocht (geen grondwater)</li> <li>• Lokaal gewonnen huishoudelijk restwater (zwart of grijs)</li> </ul>

### Scenario's en maatschappelijke consequenties

De lijst op basis van de hierboven gestelde criteria geeft een eerste indicatie voor verder onderzoek. Geschikte bronnen voor drinkwater moeten echter ook voldoen aan andere eisen, waaronder betaalbaarheid, inpasbaarheid in de lokale omgeving en uitvoerbaarheid van winning en zuivering. Ook kunnen er drempels zijn op het gebied van wet- en regelgeving of publieke acceptatie van bepaalde bronnen.

Minstens zo belangrijk is dat de bron past in toekomstige ontwikkelingen. Hoewel de toekomst onbekend is, kunnen bepaalde natuurlijke en maatschappelijke trends worden geïdentificeerd, zoals klimaatverandering, bevolkingsgroei en een vraag naar duurzaamheid, circulariteit en lokale zelfvoorzienendheid. Scenario-analyse kan inzicht bieden in de uitwerking van dergelijke trends, al blijft dit een onzekerheid. Daarnaast kunnen er ook onverwachte ontwikkelingen plaatsvinden, waardoor de robuustheid van een potentiële bron automatisch ook een belangrijk criterium is.

In een interactieve bijeenkomst tussen medewerkers van drinkwaterbedrijven (participanten van het bedrijfstakonderzoek) en KWR-onderzoekers is vorm gegeven aan drie scenario's. In deze scenario's stonden de volgende mogelijke (maatschappelijke) ontwikkelingen voor de komende decennia centraal:

1. Besparing en decentralisering: drinkwater wordt lokaal gewonnen en mensen proberen zo zuinig mogelijk met drinkwater om te gaan
2. Circulaire economie: restwaterstromen worden nuttig ingezet voor (drink)watervoorziening
3. Watervoorziening onder druk: de drinkwatervraag neemt (significant) toe, terwijl de bronnen onder druk staan door o.a. klimaatverandering en verzilting

Voor ieder scenario zijn (sets van) mogelijke bronnen voor drinkwater samengesteld voor een fictieve stad en nabijgelegen dorpen. De kosten voor zuivering zijn doorgerekend en de gevolgen voor de drinkwaterbedrijven, de omgeving en de maatschappij besproken. De resultaten van deze uitwerkingen zijn samengevat in tabel 2.

In het eerste scenario (besparing en decentralisering) is gekozen voor lokale productie van drinkwater, voornamelijk uit regenwater dat onregelmatig beschikbaar is. Dit systeem vereist een aangepast distributiesysteem en vele kleinschalige systemen voor zuivering en opslag, die daardoor relatief inefficiënt en dus duur zijn [5]. Het moet duidelijk worden vastgelegd wie verantwoordelijk is voor de drinkwaterkwaliteit. Nu ligt deze verantwoordelijkheid bij de drinkwaterbedrijven. Het lijkt niet verstandig die verantwoordelijkheid naar andere partijen (zoals individuele huishoudens of woonwijken) te verplaatsen. De monitoring van de kwaliteit en het onderhoud van alle kleine systemen zou een zeer grote inspanning vergen van de waterbedrijven. Daarom wordt ingezet op de ontwikkeling van sensors en slimme besturingssystemen om deze inspanning te verlichten. De drinkwaterbedrijven zouden veel meer lokaal opereren dan nu het geval is, waardoor de relatie met de klant intensiever wordt en er mogelijk op lokaal niveau samengewerkt wordt met andere nutsbedrijven. Er zouden dan eventueel lokale 'multi-utilities' kunnen ontstaan. Regenwater kan ook worden ingezet als huishoudwater. Hiervoor zal niet altijd voldoende regenwater beschikbaar zijn, maar een dergelijk systeem kan wel worden toegepast om pieken in het gebruik af te vlakken. Zo kan tijdens droogte de voorraad huishoudwater 's nachts worden aangevuld vanuit het leidingnet, zodat er overdag minder pieken voorkomen. In het project SuperLocal wordt de inzet van regenwater in de praktijk verkend [6].

In een scenario waarin de circulaire economie centraal staat (scenario 2) zou het drinkwater voornamelijk geproduceerd kunnen worden uit RWZI-effluent en restwater uit de (voedings)industrie. De zuivering van deze bronnen van drinkwater zou meer centraal en daarmee efficiënter kunnen plaatsvinden en dus ook betaalbaar zijn. Ook zouden er slechts beperkte aanpassingen aan de infrastructuur nodig zijn. Voor de drinkwaterbedrijven zouden deze nieuwe bronnen van water betekenen dat ze afhankelijk worden van de bedrijfsvoering van andere partijen. Om de continuïteit en de kwaliteit te waarborgen zou een goede verdeling van verantwoordelijkheden noodzakelijk zijn, waarbij ook samenwerkingsvormen binnen de waterketen mogelijke opties zijn. Hierbij moet voorkomen worden dat het aanbod door productieproblemen of alternatief gebruik van het restwater zou komen te vervallen. Mogelijke effecten op de omgeving kunnen bestaan uit bijvoorbeeld periodieke droogval van beken die voorheen gevoed werden door effluent [7]. In de transitie naar dit scenario moet aandacht worden besteed aan de veiligheid, regulering en het draagvlak voor hergebruik van restwater. De inzet van aanvullende technieken, zoals duinfiltratie, zou wellicht een bijdrage kunnen leveren aan de maatschappelijke acceptatie.

In scenario 3, waarin de watervraag is gegroeid en de bronnen onder druk zijn komen te staan, is een robuuste watervoorziening de prioriteit van de drinkwaterbedrijven. Brak grondwater is beschikbaar in de kustprovincies en kan centraal worden gezuiverd met omgekeerde osmose, op een schaal die betaalbaar is. De infrastructuur in dit scenario is vergelijkbaar met het huidige systeem, hoewel extra ondergrondse berging ingezet kan worden om het aanbod tijdens piekvragen te garanderen. Gebruik van grondwater betekent dat niet alleen de activiteiten buiten de drinkwatervoorziening (landbouw, industrie), maar ook de drinkwatersector zelf, gericht moeten blijven op duurzaam grondwatergebruik en dat bescherming van het grondwater een aandachtspunt van de overheid zal moeten blijven. De

positionering van brakwaterbronnen kan een cruciale invloed hebben op (voorkoming van) verdere verzilting van de ondergrond [8]. Slimme oplossingen, waarbij infiltratie van zoet water gecombineerd wordt met grondwaterwinning voor drinkwater en andere doeleinden (land- en tuinbouw, industrie), kunnen hieraan bijdragen [8], [9]. Ook moet er een oplossing worden gevonden voor het concentraat dat vrijkomt bij de ontzilting van het brakke grondwater, waarbij de kosten en milieueffecten van lozing op zee moeten worden vergeleken met lozing in de (diepe) ondergrond. Eventueel zullen nieuwe technieken moeten worden ingezet om het concentraat te behandelen. In gebieden zonder brak grondwater is deze bron geen optie en zullen andere bronnen onderzocht moeten worden. Duurzaam grondwaterbeheer is ook in deze gebieden van groot belang. Water vasthouden (bijvoorbeeld met ondergrondse berging), besparing en afspraken over waterverdeling kunnen bijvoorbeeld als maatregelen worden toegepast.

Licht vervuild huishoudelijk afvalwater ('grijs water') kan in principe worden gebruikt als bron voor huishoudwater. Huishoudwater is geschikt voor laagwaardige toepassingen, zoals toiletspoeling en eventueel voor de wasmachine, maar voldoet niet aan drinkwaternormen. In alle scenario's waren deelnemers hierin geïnteresseerd. In het eerste scenario ligt dit voor de hand, omdat er per inwoner slechts beperkte hoeveelheden regenwater beschikbaar zijn. Als huishoudwater uit een andere bron komt, kan dit de drinkwatervraag sterk beperken. Bij een kleinere drinkwatervraag kunnen kleinere bronnen mogelijk voldoende water leveren. In de overige scenario's is de inzet van grijs water als huishoudwater minder noodzakelijk. Vooral wanneer RWZI-water wordt hergebruikt, is het de vraag of hergebruik van grijs water (dat lokaal op kleine schaal gezuiverd wordt tot de kwaliteit van huishoudwater) voldoende efficiënt kan plaatsvinden vergeleken met grootschaliger hergebruik. Ook regenwater kan ingezet worden als huishoudwater. In België is het in nieuwe of verbouwde huizen verplicht om regenwater op te vangen, zodat het niet op het riool geloosd wordt [10]. Hierdoor wordt regenwaterhergebruik in het huishouden relatief vaak toegepast. De inzet van huishoudwater heeft diverse consequenties. De belangrijkste daarvan is het risico op verwisseling en besmetting bij dubbele aansluitingen, waardoor inwoners huishoudwater zouden kunnen drinken, waardoor gezondheidsrisico's ontstaan [11]. Dit heeft in het verleden tot gezondheidsproblemen geleid in Leidsche Rijn en Vathorst [12], [13]. Ook kunnen onbedoelde aansluitingen met een kraan om het reservoir bij droogte aan te vullen hierbij zelfs tot besmetting van het drinkwaternet leiden. Er wordt dan ook geconcludeerd dat huishoudwater goede kansen biedt tot besparing, maar dat goede (technische) maatregelen noodzakelijk zijn om gezondheidsrisico's uit te sluiten.

Tabel 2. Samenvatting van de uitwerking van de scenario's waarin alternatieve bronnen voor drinkwater zijn toegepast. In alle scenario's bestond daarnaast voorkeur om aanvullend huishoudwater te produceren, bijvoorbeeld uit grijswater (niet weergegeven in tabel)

Scenario	Huishoudelijke watervoorziening	Zuivering	Mogelijke consequenties drinkwaterbedrijven	Risico's en mogelijke consequenties omgeving	Mogelijke consequenties maatschappij
1. Besparing en decentralisering	Regenwater (aangevuld met lokaal grondwater)	Lokaal, kleinschalig: vooralsnog duur, mogelijk in toekomst goedkoper met behulp van kleine systemen in combinatie met slimme sensing	Aanpassingen infrastructuur naar lokaal systeem  Toename inspanning mbt veelheid lokale systemen: sensing, slimme besturingssystemen  Intensievere relatie met klant	Mogelijk verminderde leveringszekerheid en gebruiksgemak  Ruimtebeslag lokale systemen  Opgevangen neerslag kan niet infiltreren  Mogelijk minder aandacht voor bescherming grondwater	Bronbescherming meer op regenwater gericht  Multi-utilities die opereren op lokale schaal  Nieuwe technieken in huishoudens  Aanpassing wet- en regelgeving
2. Circulaire economie	Restwater van RWZI en (voedings)industrie	Relatief centraal: redelijk betaalbaar	Weinig aanpassingen infrastructuur  Afhankelijkheid van waterschappen en industrie (continuïteit, kwaliteit): verdeling van verantwoordelijkheden noodzakelijk  Drinkwaterbedrijf en zelf ook circulair  Extra aandacht voor waarborging	Droogval waterlopen gevoed door effluent  Mogelijk minder aandacht voor bescherming grondwater	Integratie waterketen mogelijk logische stap  Verandering draagvlak hergebruik nodig  Restwater kan schaars worden door groeiende vraag

			waterkwaliteit, met name op het gebied van pathogenen en toxiciteit		
3. Onder druk	Brak grondwater (aangevuld met restwater voedingsindustrie)	Centraal: betaalbaar	Weinig aanpassingen infrastructuur, wel meer focus op robuust maar flexibel systeem (zoals ondergrondse berging om piekvragen op te vangen)	Bronbescherming grondwater aandachtspunt  Grondwaterstand en verzilting  Reststroom: RO-concentraat	Concurrerend gebruik van waterbronnen (landbouw, industrie)

### Perspectief

De scenario's bieden een inkijkje in de mogelijk veranderende rol en werkwijze van drinkwaterbedrijven en maken duidelijk welke onderzoeksvragen relevant zijn voor de nabije toekomst. Hoewel de toekomst nog open ligt, is het zeker dat er grote veranderingen zullen ontstaan ten opzichte van de huidige situatie en dat die van invloed zullen zijn op onze drinkwatervoorziening. Hierdoor is het nodig nu al te verkennen welke mogelijke bronnen voor drinkwater in de toekomst kunnen worden gebruikt, en welke randvoorwaarden hiervoor nodig zijn. Belangrijke aandachtspunten hierbij zijn de hoeveelheid beschikbaar water en wat technisch nodig en mogelijk is om dat water te zuiveren tot drinkwater. Dat meer lokale bronnen een grotere bijdrage zullen gaan leveren aan onze drinkwatervoorziening lijkt echter goed mogelijk. Dit heeft consequenties op allerlei terreinen: de maatschappij, de rol van de drinkwaterbedrijven, en de omgeving.

Over het algemeen kan worden gesteld dat een kleinschaliger drinkwaterproductie op dit moment nog flink duurder is dan het huidige, centrale systeem, wegens de hogere kosten van zuivering en garantie van de kwaliteit. Technische ontwikkelingen, zoals de ontwikkeling van online sensoren, kunnen hiervoor mogelijk een oplossing bieden. Een ander aandachtspunt is dat wet- en regelgeving in bepaalde gevallen aangepast moeten worden om het gebruik van alternatieve bronnen mogelijk te maken.

Verder zou sluiting van (deel)waterketens veelbelovend kunnen zijn. Hierbij kan worden gedacht aan het gebruik van effluent van één toepassing als influent voor een andere toepassing ('cascadering') en hergebruik van (industriële) afvalwaterstromen. Ook hier is de ontwikkeling van sensoren en gerichte zuiveringen nodig, maar daarnaast komt daarmee de focus te liggen op stroomlijning van lozingskwaliteitsnormen met ecologie, drinkwatervoorziening en andere functies met het oog op de KRW.

Een robuuste drinkwatervoorziening betekent dat alle verschillende belangen zorgvuldig moeten worden afgewogen, en dat hierbij naar watersystemen als geheel gekeken zal moeten worden. Dit

onderzoek dient als een eerste inventarisatie. Hieruit blijkt dat, hoe de toekomst ook zal uitpakken, robuuste of juist flexibele oplossingen de voorkeur zullen genieten. In verder onderzoek wordt het belangrijk om niet alleen drinkwater, maar ook ander watergebruik (voor zowel menselijke toepassingen als ecosystemen) mee te nemen, zodat gedegen geanalyseerd kan worden hoe veranderend gebruik ingrijpt in het gehele watersysteem.

*Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het Bedrijfstakonderzoek (BTO) van Nederlandse Drinkwaterbedrijven en het Vlaamse De Watergroep. Het volledige rapport is aan te vragen bij Roberta Hofman-Caris van KWR: [roberta.hofman-caris@kwrwater.nl](mailto:roberta.hofman-caris@kwrwater.nl)*

## Referenties

1. Intercommunale Waterleidingmaatschappij van Veurne-Ambacht (2018). *Hergebruik van effluent voor de productie van infiltratiewater in het pompstation Torreele*. IWVA, Koksijde, België. <https://www.iwva.be/drinkwater/waterwinning/hergebruik>
2. Veolia (2018). *WINGOC: Wastewater to clean water - Windhoek, Namibia*. <https://www.veolia.com/africa/en/nos-clients/wingoc-wastewater-clean-water-windhoek-namibia>
3. NASA (2000). *Water on the Space Station*, [https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2000/ast02nov\\_1](https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2000/ast02nov_1)
4. KWR (2019). *Radicaal nieuwe bronnen voor drinkwater*, <https://www.kwrwater.nl/projecten/radicaal-nieuwe-bronnen-voor-drinkwater/>
5. Hofman-Caris, R., Cirkel, G., Waal, L. de, Huiting, H., Bruin, E. de (2019). Kleinschalige drinkwaterproductie: wanneer is dat haalbaar? *H2O-online*, 4 juli 2019
6. Superlocal (2019). Gesloten waterkringloop. <https://www.superlocal.eu/gesloten-waterkringloop/>
7. Hofman-Caris, R., et al. (2019). Origin, fate and control of pharmaceuticals in the urban water cycle: A case study. *Water (Switzerland)*, 11(5)
8. Stofberg, S.F. et al. (2018). *COASTAR - Verkenning strategische brakwaterwinning*. Allied Waters, Nieuwegein. <https://www.coastar.nl/wp-content/uploads/COASTAR.-Verkenning-brakwaterwinning-definitief-augustus.pdf>
9. Zuurbier, K.G., et al. (2018). *COASTAR. Management samenvatting COASTAR regio Den Haag – Westland – Rotterdam*. AW 2018.001, Allied Waters, Nieuwegein. <https://www.coastar.nl/wp-content/uploads/COASTAR.-Management-samenvatting-definitief.pdf>
10. VVM (2019). *Regenwater: hergebruik, buffer en infiltrer*. <https://www.vmm.be/water/bouwen/regenwater>
11. H2O (1999). Terughoudendheid bepleit bij toepassing huishoudwater. *H2O*, 14/15, pp 6-7
12. Oesterholt, F. (2003). *Beleidsontwikkelende Monitoring Huishoudwater*. Kiwa Water Research Nieuwegein.
13. Oesterholt, F. et al. (2003). Evaluatie van praktijkervaringen met huishoudwater. *H2O* 16, pp 22-24