

## Kleinschalige drinkwaterproductie: wanneer is dat haalbaar?

*Roberta Hofman-Caris, Gijsbert Cirkel, Luuk de Waal, Hans Huiting (KWR), Erwin de Bruin (WML)*

De laatste jaren ontstaat er steeds meer aandacht voor decentrale, kleinschalige drinkwaterproductie. Om te kunnen beoordelen of decentrale winning en zuivering praktisch haalbaar is, moet een aantal factoren worden meegewogen: de beschikbaarheid van bronnen, wet- en regelgeving, kosten, milieu-impact en veiligheid. Voor een aantal afgelegen locaties in Limburg zijn deze factoren in kaart gebracht, om te zien of daar stand-alone zuiveringsinstallaties een alternatief kunnen zijn voor centrale drinkwaterlevering. Vanaf ongeveer 600 huishoudens blijkt decentrale productie van drinkwater economisch mogelijk, maar vooral de reeds genoemde andere factoren zullen de doorslag geven als het gaat om praktische haalbaarheid.

Centrale drinkwaterproductie en –distributie staan in Nederland op een hoog niveau: het drinkwater is van uitstekende kwaliteit, vrijwel altijd ruimschoots beschikbaar en gemiddeld goedkoop (circa €1,50/m<sup>3</sup>). In sommige afgelegen gebieden is het echter technisch lastig en daardoor duur (5-7 euro/m<sup>3</sup>) om centraal drinkwater te leveren, waardoor drinkwaterbedrijven daar geïnteresseerd zijn in decentrale kleine waterzuiveringen. Daarnaast zijn er ook steeds meer consumenten die hun milieu-impact hopen te verkleinen, bijvoorbeeld door regenwater als bron te gebruiken en ‘off-grid’ te gaan leven. Daarom heeft KWR, in opdracht van drinkwaterbedrijven WML en Oasen, verkend wat het afwegingskader voor stand-alone systemen voor decentrale drinkwaterwinning is en met welke factoren hierbij rekening gehouden moet worden.

Hiervoor zijn drie hypothetische situaties onder de loep genomen, gebaseerd op zo concreet mogelijke getallen en aannames: twee afgelegen locaties in de Limburgse grensstreek (Rothenbach en Meinweg, momenteel niet aangesloten op het Nederlandse drinkwaternet), en één kleinschalige woonvorm in Munstergeleen, waarvan de bewoners de mogelijkheden wilden verkennen om zelf te voorzien in hun waterbehoefte. Deze drie casussen vertegenwoordigen elk een andere grootteorde: De jaarlijkse waterbehoefte bedraagt in Munstergeleen 534 m<sup>3</sup>, in Meinweg 2.500 m<sup>3</sup>, en in Rothenbach 16.000 m<sup>3</sup>. Het effect van het verschil in benodigde hoeveelheid water op bijvoorbeeld de zuiveringskosten kon zo in beeld worden gebracht.

### **Beschikbaarheid van waterbronnen.**

Allereerst is vastgesteld of er voor de stand-alone zuiveringen voldoende water beschikbaar is via lokale bronnen. Dat was in principe in alle drie de casussen van WML het geval:

- Uit een eerder onderzoek [1], [2] is gebleken dat de hoeveelheid regenwater die valt op een gemiddeld Nederlands dak ongeveer de helft van de (drink)waterbehoefte van een gemiddeld Nederlands gezin dekt. Alleen met relatief grote daken, zoals bedrijfsruimte of stallen van een boerderij of manege, kan mogelijk voldoende regenwater worden opgevangen.
- Oppervlaktewater was in alle drie de gevallen in de buurt aanwezig: de Rode Beek in Rothenbach en Meinweg, en de Geleenbeek in Munstergeleen. De debieten van die beken zijn hoog genoeg om aan de lokale watervraag te kunnen voldoen. Het is wel de vraag of ervan gebruik gemaakt mag worden, maar dat heeft te maken met wet- en regelgeving, waarover later meer.

- Grondwater was ook in alle gevallen in principe voldoende aanwezig, maar of het op die plekken en rendabel gewonnen kan en mag worden is in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.
- Voor de casus Munstergeleen is aansluiting op het centrale drinkwaterleidingnet ook meegenomen in de mogelijkheden. Zowel in Rothenbach als in Meinweg zouden hiervoor over een lange afstand leidingen moeten worden gelegd. Dit is erg duur en geeft, vanwege de drukval, technische uitdagingen. Daarom krijgen die bewoners nu drinkwater aangeleverd via het Duitse leidingnet. In sommige gevallen wijken de Duitse drinkwaternormen iets af van de Nederlandse. Daardoor zijn extra analyses nodig en moet soms een ontheffing worden aangevraagd of een extra zuivering worden toegepast. Ook het gebruik van Duits drinkwater met aanvullende zuivering is in deze beide casussen doorgerekend.

### **Zuiveringsmogelijkheden**

De benodigde zuiveringstechnieken zijn afhankelijk van de gekozen lokale bron.

- Regenwater is op het moment dat het valt relatief schoon, maar opgevangen regenwater is meestal vooral microbiologisch vervuild. Adequate desinfectie is dus van groot belang. Daarnaast kan regenwater ook verontreinigd zijn met andere stoffen, afkomstig uit bijvoorbeeld het verkeer of de industrie. Dergelijke verontreinigingen kunnen vaak over grote afstanden, tot enkele honderden kilometers, meegenomen worden, voordat ze via neerslag op een oppervlak terechtkomen.
- Omdat het water van de Geleenbeek relatief veel rioolwatereffluent bevat, is hiervoor een robuuste zuivering nodig. De Rode Beek bevat veel minder effluent, maar hier moet rekening worden gehouden met een hoog ijzergehalte.
- In de meeste gevallen zijn in de ondergrond meerdere watervoerende pakketten aanwezig, die eventueel gebruikt zouden kunnen worden. Het grondwater in dit gebied bevat relatief veel ijzer, waar al bij het ontwerp en onderhoud van de winputten rekening mee gehouden moet worden. Doordat deze putten vanwege het ijzer snel verstopt kunnen raken, zijn ze relatief duur in onderhoud. Als water uit een ondiepe bron wordt gewonnen, kan niet worden uitgesloten dat er verontreinigingen, bijvoorbeeld afkomstig uit de landbouw, in aanwezig zijn. In dat geval is ook hier een vrij uitgebreide zuivering noodzakelijk.

Doordat het drinkwater bij kleinschalige systemen al direct bij de consument komt, is het belangrijk dat er een robuuste zuivering wordt toegepast. Analyses van de waterkwaliteit duren immers minstens een dag en dan is het water meestal al geconsumeerd. Daarom is gekozen voor twee verschillende typen zuiveringen:

- Een zuivering gebaseerd op omgekeerde osmose (RO), voorafgegaan door filtratie (zoals zeefilters, zakfilters, ultrafiltratie of snelle zandfiltratie, afhankelijk van de bron) en gevolgd door remineralisatie en pH-correctie. Bij membraanfiltratie komt schoon water (het zogeheten permeaat) door het membraan en blijft aan de voorkant een geconcentreerde oplossing met verontreinigingen en zouten over. De verhouding tussen de hoeveelheid permeaat en de totale hoeveelheid behandeld water is de 'recovery'. Deze recovery is sterk afhankelijk van het benodigde debiet. Bij grote debieten, zoals in centrale zuiveringsinstallaties, zijn recovery's van 80-90% gangbaar, maar bij kleinschalige systemen neemt de recovery af tot soms 20%. Dit

betekent dat er veel meer water ingenomen moet worden om voldoende drinkwater te kunnen produceren en dat stelt weer eisen aan de bron. Bovendien ontstaat er een grote concentraatstroom, die op één of andere manier behandeld en/of geloosd zal moeten worden.

- Een zuivering gebaseerd op geavanceerde oxidatie (in dit geval UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Ook hierbij wordt eerst filtratie toegepast, en na de UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-reactie vindt filtratie plaats over actieve kool. Het doel hiervan is tweeledig: de verwijdering van de overmaat H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en van eventueel gevormde bijproducten. Omdat in actieve kool micro-organismen voorkomen, is een extra UV-desinfectie nageschakeld. Overigens breken die bacteriën in de actieve kool aanwezige stoffen vaak verder af.

In principe is het niet nodig voor alle toepassingen water van drinkwaterkwaliteit te maken. Voor bijvoorbeeld toiletspoeling en het sproeien van de tuin is huishoudwater, dat minder ver gezuiverd is, ook prima geschikt. Van het totale dagelijkse waterverbruik van 119 liter is 31 tot 44 procent huishoudwater, afhankelijk van de vraag of voor de wasmachine wel of geen huishoudwater wordt gebruikt. Daarom is in bepaalde gevallen gerekend met twee lagere debieten.

Als huishoudwater kan bijvoorbeeld water dat alleen de voorzuivering voor UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> heeft ondergaan, gebruikt worden. Een heel elegante oplossing is het gebruik van het concentraat van RO-processen. Dit bevat, zeker bij lage recovery's, geen heel hoge concentraties verontreinigingen. Op deze manier wordt niet alleen het probleem van de aanwezige concentraatstroom opgelost, maar hoeft, in totaal, ook minder water ingenomen te worden.

### Kostenramingen

Om de kosten voor kleinschalige zuiveringen te kunnen inschatten, heeft KWR een systeem ontwikkeld om de kosten als functie van het benodigde debiet ook bij zeer kleine debieten te kunnen uitrekenen. Het blijkt dat de kosten voor een op RO gebaseerd systeem niet veel afwijken van een op geavanceerde oxidatie gebaseerd proces. Een overzicht is gegeven in tabel 1.

Tabel 1. Overzicht van kosten voor zuivering (TCO) in alle drie de casussen

Casus	Debiet (m <sup>3</sup> /jaar)	Kosten (€/m <sup>3</sup> )		
		Grondwater	Regenwater	Oppervlaktewater
Munstergeleen	534	20-24	30-37	25-27
Meinweg	2.500	5-7	15-17	6-8
Rothenbach	16.000	2-3	5-6	2-4

Uit deze tabel kan een aantal conclusies getrokken worden. Op de eerste plaats blijkt dat de kosten per m<sup>3</sup> geleverd drinkwater sterk afhankelijk zijn van het benodigde debiet: hoe groter het debiet, hoe lager de kosten. Vanaf ongeveer 600 huishoudens (met een debiet vanaf ongeveer 60.000 m<sup>3</sup>/jaar) komen de kosten in de grootteorde uit van het centraal geleverde drinkwater. Verder blijkt dat grondwater over het algemeen de goedkoopste bron is. Het valt op dat regenwater een relatief dure bron is om drinkwater en/of huishoudwater van te maken. Dit heeft te maken met de noodzaak grote tanks of vijvers aan te leggen voor voldoende voorraad om een droge periode te kunnen overbruggen. Aangezien ongezuiverd water niet lang in een gesloten tank bewaard kan blijven, is bij toepassing van gesloten tanks een relatief grote zuivering nodig om het tijdens piekbuien opgevangen water snel te

kunnen zuiveren. Bij kleine debieten zou eventueel kunnen worden overwogen om in geval van droogte drinkwater per tankwagen aan te leveren, en kleinere tanks of vijvers aan te leggen, maar bij grotere aantallen huishoudens is dat praktisch niet haalbaar. Overigens zou ondergrondse opslag een uitkomst kunnen zijn voor het opslagprobleem, maar de haalbaarheid daarvan is afhankelijk van lokale omstandigheden en in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

Hoewel voor huishoudwater een kleinere, en dus goedkopere zuivering nodig is, komen de kosten voor huishoudwater niet lager uit dan die voor drinkwater. Dit heeft te maken met het feit dat hiervoor meestal een extra zuiveringsproces moet worden aangelegd, en er een relatief laag debiet nodig is. Door de kleinere schaal worden de kosten per m<sup>3</sup> echter hoger. In de huidige berekeningen zijn bovendien de kosten voor een dubbele binnenhuisleiding nog niet meegenomen.

Een punt dat in dit overzicht niet is meegenomen, zijn de benodigde analyses. Volgens het Drinkwaterbesluit [3] moeten op het ingenomen water, dat als bron voor drinkwater wordt gebruikt, diverse analyses worden uitgevoerd: zowel chemische analyses (pH en gehalten aan bijvoorbeeld sulfaat, chloride, natrium, calcium, zware metalen), maar ook microbiologische analyses. Om de kwaliteit van het drinkwater te waarborgen heeft de wetgever, afhankelijk van het type analyse, de frequentie van deze analyses vastgesteld, waarbij sommige parameters dagelijks, andere wekelijks moeten worden gemeten. Deze analyses zijn onafhankelijk van het debiet en kosten ongeveer €20.000/jaar. Die kosten komen nog bij de hierboven berekende zuiveringskosten.

Het zal duidelijk zijn dat hierdoor de kosten per m<sup>3</sup> of per huishouden bij kleinschalige systemen en een beperkt aantal huishoudens enorm kunnen oplopen. Zolang er nog geen online sensoren beschikbaar zijn om de waterkwaliteit goedkoop en betrouwbaar te meten, zullen kleinschalige systemen altijd erg duur zijn. Wellicht is het op den duur mogelijk te volstaan met een eenvoudiger meetprogramma, als is vastgesteld dat bepaalde stoffen echt nooit in de bron voorkomen, maar dat mag natuurlijk nooit ten koste van de veiligheid en gezondheid van de gebruikers gaan.

### **Milieu-impact**

Uit een eerder onderzoek [2] was al gebleken dat gebruik van opgevangen regenwater als bron voor drinkwater in sommige gevallen tot een minimale milieuwinst kan leiden, indien alleen gekeken wordt naar 'consumables' (chemicaliën en energie). Als echter ook de aanleg van een apart leidingnet en de bouw van kleinschalige installaties in het geheel wordt meegewogen, komt de milieu-impact van kleinschalige systemen meestal hoger uit dan die van centraal geproduceerd drinkwater. Dit geldt ook voor de casus Munstergeleen, maar in de beide andere casussen moet een vergelijking gemaakt worden met de aanleg van een lange extra leiding, en aanpassingen in het bestaande net en de pompinstallaties om de druk sterk te verhogen. Hierdoor valt decentrale zuivering hier mogelijk iets gunstiger uit.

### **Wet- en regelgeving**

Voor het decentraal winnen, behandelen en distribueren van drinkwater is een set landelijke, provinciale en lokale regelgeving van toepassing. Het gaat hierbij om het Drinkwaterbesluit [3], de Kaderrichtlijn Water [4], de Drinkwaterwet [5], de Drinkwaterregeling [6], de Waterwet [7], het Waterbesluit [8], Keur en Legger (Waterschap) en Provinciale Omgevingsverordening [9] (en de onderliggende wet- en regelgeving in onder andere de wet Milieubeheer). In 2021 zullen de wet Milieubeheer, de Waterwet en het Waterbesluit opgaan in de nieuwe Omgevingswet. De Europese

regelgeving is kaderstellend voor de nationale inzet op het gebied van de bescherming van drinkwaterbronnen.

Onttrekking van water ten behoeve van de drinkwatervoorziening is vergunningplichtig. Er moet dus rekening gehouden worden met deze wet- en regelgeving, omdat er misschien wel een lokale bron aanwezig is, maar deze niet altijd gebruikt mag worden. Aangezien er een behoorlijk debiet nodig is, kan onttrekking van water grote gevolgen hebben. Er kan daarom niet op voorhand vanuit worden gegaan dat een vergunning afgegeven zal worden. Voor de winning van grondwater wordt altijd geprobeerd de bron te beschermen door waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en boringvrije zones aan te wijzen. Bij decentrale winning van grondwater zal dit in de regel niet mogelijk zijn. Het is dan nodig om te kijken wat de risico's zijn als zo'n bescherming er niet is: of dat de productie van drinkwater in gevaar zou kunnen brengen, en of het dus haalbaar is op die manier grondwater te gebruiken. Verder is een belangrijk beleidsuitgangspunt van het Rijk dat vanuit het oogpunt van een verwaarloosbaar risico voor de volksgezondheid, het consumentenvertrouwen en het voorzorgsprincipe, de schoonste beschikbare bron moet worden gebruikt. Bij een decentrale watervoorziening zou in sommige gevallen van deze beleidslijn afgeweken moeten worden, en is een ministeriële ontheffing nodig om gebruik te kunnen maken van een bepaalde bron. Hierbij moet worden aangetoond dat hieruit veilig drinkwater kan worden geproduceerd. Dit zal van geval tot geval bekeken moeten worden.

Ook voor de productie en het gebruik van huishoudwater zal in sommige gevallen een vergunning nodig zijn. Op het ogenblik mag huishoudwater alleen worden geproduceerd uit vanaf daken opgevangen regenwater en alleen worden gebruikt voor toiletspoeling en het sproeien van de tuin. Indien hiervan wordt afgeweken, is daarvoor een ministeriële ontheffing voor bepaalde tijd en onder bepaalde voorwaarden en beperkingen nodig.

### **Veiligheid en leveringszekerheid**

De veiligheid van drinkwater is enorm belangrijk voor de volksgezondheid. Om de veiligheid van lokaal geproduceerd drinkwater te kunnen garanderen, zijn veel analyses nodig. Deze zijn duur en kosten relatief veel tijd, terwijl het geproduceerde drinkwater vrijwel direct geconsumeerd zal worden. Dit kan leiden tot grote risico's als de zuivering niet goed functioneert. De ontwikkeling van (online) sensoren, die de waterkwaliteit direct kunnen vaststellen en in geval van problemen de levering onmiddellijk kunnen stoppen, is dan ook cruciaal voor het succes van decentrale stand-alone drinkwaterzuiveringen.

Volgens artikel 8.1 van de Drinkwaterwet zijn drinkwaterbedrijven verplicht om altijd voldoende drinkwater van goede kwaliteit te leveren. In een kleine casus kan in geval van nood water via tankwagens worden aangeleverd. Bovendien zijn ook in de huidige situatie noodmaatregelen nodig als de aanvoer van drinkwater om een of andere reden stopt. In die zin wijkt decentrale zuivering niet veel af van de huidige praktijk.

### **Conclusies**

Voor de drie Limburgse casussen in dit onderzoek zijn alternatieve bronnen voor drinkwater en eventueel huishoudwater in de omgeving aanwezig. Of hiervan gebruik gemaakt kan worden, hangt af van de kwaliteit van het water en de benodigde hoeveelheid. Bovendien is het zeer waarschijnlijk dat vergunningen of ontheffingen nodig zijn om dergelijke lokale bronnen te kunnen gebruiken.

Veiligheid is een belangrijk aandachtspunt. Omdat de tijd tussen productie en consumptie bij kleinschalige zuiveringen erg kort is, is het belangrijk een robuust zuiveringsproces toe te passen. Vanaf ongeveer 600 huishoudens wordt de productieprijs vergelijkbaar met de gemiddelde prijs van centraal gezuiverd drinkwater. De kosten voor de wettelijk verplichte analyses zijn echter hoog en zorgen bij kleinschalige productie voor een significante toename in de totale kosten per m<sup>3</sup> drinkwater. Om de veiligheid van het geleverde drinkwater te kunnen garanderen, en het zuiveringsproces economisch haalbaar te maken, is de ontwikkeling van online sensoren noodzakelijk.

### Dankwoord

De auteurs willen Harrie Timmer (Oasen), Birgitta Putters en Willem van Pol (WML) bedanken voor hun bijdrage aan dit onderzoek.

### Referenties

1. Bertelkamp, Ch., Hofman-Caris, R., Roelandse, Aa, R. v.d., Hoek, J. P. v.d. (2018). Regenwater als bron voor drinkwater in Nederland; een haalbare kaart? *H2O-Online*, 2 januari 2018. <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/regenwater-als-bron-voor-drinkwater-in-nederland-een-haalbare-kaart>
2. Hofman-Caris, R. et al. (2018). Regenwater als bron voor drinkwater in Nederland: weegt milieuwinst op tegen de Kosten? *H2O-Online*, 6 juni 2018
3. Drinkwaterbesluit: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0030111/2018-07-01> geraadpleegd op 24-4-2019
4. Kaderrichtlijn Water: <https://www.rivm.nl/kaderrichtlijn-water-krw> geraadpleegd op 25-4-2019
5. Drinkwaterwet: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0026338/2015-07-01> geraadpleegd op 25-4-2019
6. Drinkwaterregeling: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0030152/2017-10-27> geraadpleegd op 25-4-2019
7. Waterwet: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2018-07-01> geraadpleegd op 25-4-2019
8. Waterbesluit: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0026872/2019-01-01>, geraadpleegd op 25-4-2019
9. Provinciale Omgevingsverordening : <https://aandeslagmetdeomgevingswet.nl/wetsinstrumenten/provincie/omgevingsverordening/artikel/>, geraadpleegd op 25-4-2019