



Engineering the earth



Ministerie van Economische Zaken



**Engineering the earth**

**Verwerking van testwater bij Geothermie-projecten**  
afwegingskader

---

# Lozing van testwater bij geothermieprojecten

---

## Afwegingskader

### Colophon

**Date:** 9 - 8 - 2016

**Version:** Final

**Authors:** G. Bakema, B. Pittens, T. Aalten, H. Biemond

**Checked:** G. Willemsen

**Published by:** IF Technology bv

Velperweg 37

P.O. Box 605

6800 AP ARNHEM, The Netherlands

Contact person: G. Bakema

Email: g.bakema@iftechnology.nl

### **Dutch Geothermal Research Agenda (Kennisagenda Aardwarmte)**

These technical guidelines have been made possible by the Kennisagenda subsidy of the Ministry of Economic Affairs, LTO Glaskracht Nederland and the program Kas als Energiebron.

---

## Inhoudsopgave

### Samenvatting

1	Afbakening en doel .....	7
1.1	Probleemschets .....	7
1.2	Doelen van het project .....	7
1.3	Onderzoeksopzet .....	8
1.4	Raakvlakken met andere onderzoeken .....	9
2	Huidige praktijk afvoeren testwater .....	10
2.1	Ervaringen van huidige projecten .....	10
2.1.1	Operators .....	10
	De ervaringen van de diverse geothermische operators met het afvoeren van testwater laten de volgende problemen zien: .....	10
2.1.2	SodM .....	12
3	De test- en ontwikkelfase .....	13
3.1	Algemeen .....	13
3.1.1	Hoeveelheden vrijkomend water per fase .....	13
3.1.2	Procedure puttest .....	14
3.1.3	Samenstelling van het water .....	14
4	Juridisch kader .....	17
4.1	Algemeen .....	17
4.1.1	Lozen op oppervlaktewater .....	17
	Wettelijk kader .....	17
	Beleidsmatig kader .....	18
	De praktijk van vergunningverlening .....	20
	Het te hanteren toetsingskader .....	21
4.1.2	Lozen in de bodem >100m-mv .....	21
5	Lozingsmethoden brede screening .....	27
5.1	Opgestelde scenario's .....	27
5.2	Beoordelingskader .....	28
5.3	Kansrijke scenario's .....	30
6	Meest perspectiefvolle lozingsopties .....	32

---

6.1	Uitwerking scenario 1A: Bergen, filteren, afvoeren naar zout Rijkswater .....	32
6.1.1	Algemeen.....	32
6.1.2	Technisch .....	32
6.1.3	Maatschappelijke acceptatie.....	35
6.1.4	Financieel .....	35
6.1.5	Aandachtspunten.....	36
6.2	Uitwerking scenario 2B: Bergen, filteren en terugpompen in injector tijdens bedrijfsfase .....	37
6.2.1	Algemeen.....	37
6.2.2	Technisch .....	38
6.2.3	Maatschappelijke acceptatie.....	39
6.2.4	Financieel .....	40
6.2.5	Aandachtspunten.....	40
6.3	Uitwerking scenario 5: Verdampen .....	42
6.3.1	Algemeen.....	42
6.3.2	Technisch .....	43
6.3.3	Maatschappelijke acceptatie.....	44
6.3.4	Financieel .....	44
6.3.5	Aandachtspunten.....	45
6.4	Besluitvormingsproces/beslismodel .....	45
7	Conclusies en aanbevelingen .....	47
7.1	Conclusies .....	47
7.1.1	Juridisch kader.....	47
7.1.2	Technisch financieel kader .....	48
7.2	Vervolgonderzoek.....	49
7.2.1	Industriële standaard lozen op oppervlaktewater.....	49
7.2.2	Technische zaken.....	51
7.2.3	Overige zaken.....	52
8	Gebruikte literatuur en informatie.....	53

Bijlage 1 Notitie juridische inventarisatie

---

Bijlage 2 Scenario's voor de omgang met testwater

Bijlage 3 Benodigde zuurstof bij ontijzering

---

## Samenvatting

Bij de realisatie van geothermische putten wordt geo/bronwater geproduceerd voor het schoonproduceren/ontwikkelen van de putten en het testen daarvan. Dit water is zout en kan stoffen bevatten die de lozingsmogelijkheden beperken. In zijn algemeenheid werd tot 2015 het water per as afgevoerd en geloosd op Rijkswater. Rijkswaterstaat heeft aangegeven deze lozing onder de oude voorwaarden niet mee toe te staan. Deze nieuwe situatie creëert onzekerheid bij de geothermische operators. Dit heeft er toe geleid dat dit onderzoek is gestart waarin aan de ene kant alternatieve lozingsopties zijn bekeken en aan de andere is getracht meer duidelijkheid te krijgen over het lozen op Rijkswateren.

Het onderzoek heeft een tiental lozingsopties op basis van technische, financiële, juridische en maatschappelijke criteria afgewogen. Hieruit zijn het lozen op Rijkswater, het herinfiltreren in de eigen injector en het verdampen van het testwater als meest aantrekkelijke opties naar voren gekomen. De drie scenario's die zijn bekeken variëren in prijs tussen de € 150.000 en € 300.000,=. De uiteindelijke keuze zal gedeeltelijk worden bepaald door de prijs maar zal ook afhankelijk zijn van:

- o De afstand tot zout Rijkswater;
- o De vergunbaarheid van het lozen op het Rijkswater;
- o De risicoperceptie, en t.z.t. de waargenomen effecten ten aanzien van het herinfiltreren van het testwater;
- o De tijd waarin een bassin gehandhaafd kan worden i.v.m. ruimtebeslag, vergunningen en maatschappelijke acceptatie.

Het lozen op Rijkswateren is vergunningplichtig in het kader van de Waterwet. De aanvraag van de vergunning duurt ca. negen maanden en moet onderbouwd worden met emissie-imissietoets. Inmiddels zijn er een drietal operators die een vergunning Waterwet hebben aangevraagd. Hierbij is nog niet duidelijk welk beleidsmatige kader wordt gehanteerd en wat de vergunningvoorwaarden zijn. Er is dus dringend behoefte aan een meer generiek toepasbaar beleidsmatig kader. Hierdoor weten de individuele projecten in een veel vroege stadium wat de randvoorwaarden zijn, welke zuiveringstechnieken men dient toe te passen en/of men moet/kan uitwijken naar alternatieve lozingsmethoden.

# 1

## Afbakening en doel

### 1.1 Probleemschets

Bij de realisatie van geothermische putten wordt geo/bronwater geproduceerd voor het schoonproduceren/ontwikkelen van de putten en het testen daarvan. Het geheel van water dat vrijkomt wordt "testwater" genoemd. Dit water is zout en kan stoffen bevatten die de lozingsmogelijkheden beperken. In zijn algemeenheid wordt tot heden het water per as afgevoerd en geloosd op Rijkswater. Op dit moment worden door Rijkswaterstaat voorwaarden opgesteld waaronder het water geloosd mag worden. Deze eisen zijn zodanig dat daar veelal niet zonder een vorm van zuivering aan voldaan kan worden. Gevolg hiervan is dat men bij de realisatie van geothermie systemen wordt geconfronteerd met extra kosten veroorzaakt doordat er grotere tijdelijke buffers moeten worden aangelegd of alternatieve lozingsmethoden en zuiveringsmethoden moeten worden geïntroduceerd, die bovendien meer risico's met zich meebrengen, bijvoorbeeld een risico van een slechtere injectiviteit in het reservoir. In een aantal gevallen leidt dit ook tot extra vertraging en onzekerheid waardoor bij projecten lange tijd testwater in bassins moest worden opgeslagen. Dat is niet wenselijk en legt druk op de voortgang van projecten. Recentelijk stagneerden projecten doordat er geen overeenstemming met Rijkswaterstaat kon worden bereikt

Het lozingsprobleem zorgt voor onzekerheid voor de geothermische projecten. Er is dringend behoefte aan oplossingen; deels gezocht in een duidelijke definitie van het wettelijk speelveld en aan de andere kant het vinden van technische oplossingen om lozing te voorkomen en/of sterk verminderen. Bij de zoektocht wordt er naar gestreefd oplossingen te vinden waarvan de milieubelasting zo laag als redelijkerwijs mogelijk is waardoor er voldoende draagvlak gecreëerd wordt bij diverse stakeholders; zoals de projecteigenaar, Rijkswaterstaat, SodM, Waterschappen en Gemeenten, Provincies en publiek.

### 1.2 Doelen van het project

Het onderzoek richt zich op het oplossen van het lozingsprobleem; . Het onderzoek kent de volgende doelen:

- **Vaststellen huidige juridisch kader rond het lozen van testwater op Rijkswater.**

Het bepalen van het huidige wettelijk kader voor het lozen op Rijkswateren.



---

Hiermee moet ook duidelijk worden welke hoeveelheden onder welke voorwaarden nog te lozen zijn. Op dit moment is Rijkswaterstaat bezig om het beleid hierop duidelijker te maken.

- **Brede screening van oplossingen om het water op een andere manier te lozen of de te lozen hoeveelheid te verminderen.**

Het inventariseren van oplossingen om op een andere manier het zoute water af te voeren. Hierin wordt zowel gekeken naar binnen de sector gebruikte lozingstechnieken, maar ook naar technieken om lozingshoeveelheden te beperken. De oplossingen zullen worden getoetst op technische haalbaarheid, milieu, kosten, maatschappelijke acceptatie en toepasbaarheid voor diverse omgevingen en er wordt gekeken of het past binnen de huidige procedure voor de puttest. De afwegingsmatrix zal richting geven aan de meest haalbare scenario's.

- **Praktische werkbaar maken van de meest haalbare technische oplossingen.**

Van een drietal oplossingen zal er een verdere verdiepingsslag worden gemaakt waarop verder gekeken wordt naar ontwerp, kosten en risico's.

- **Het maken van een roadmap voor operators om voor toekomstige projecten de lozing van testwater te kunnen organiseren.**

Het maken van een roadmap voor operators hoe om te gaan met toekomstige lozingen. Hierbij wordt zowel de ruimte binnen het huidige juridische kader als mogelijke technische oplossingen meegewogen.

### 1.3 Onderzoeksopzet

Het onderzoek kent de volgende opzet:

- Inventarisatie van bestaande ervaringen met testwater (hfst 2);
- Beschrijving van de testwaterprocedure (hfst 3);
- Het juridisch kader van het lozen van testwater op het oppervlaktewater en de bodem (hfst 4);
- Screening van een 10-tal alternatieven om testwater te lozen en te reduceren (hfst. 5);
- Een technisch/financiële afweging tussen een drietal geselecteerde scenario's en het afwegingskader (hfst 6);
- Conclusie en aanbevelingen voor nader onderzoek (hfst 7).

---

## 1.4 Raakvlakken met andere onderzoeken

Onderzoeken die raakvlakken vertonen met dit onderzoeksveld zijn:

- Onderzoek van TNO naar filtratietechnieken in geothermische installaties tijdens bedrijfsvoering. Een deel van de beschreven filtratietechnieken is ook bruikbaar voor het filtreren van het testwater.  
**TNO, 2014. Filtration in the surface installation of a geothermal doublet: from practice to better practise to best practise. TNO 2103 R11739**
- Onderzoek naar lozingen bij aanleg en onderhoud van bodemenergiesystemen (tot 500 m-mv). Ook bij de aanleg van bodemenergiesystemen komen in bepaalde regio's grote hoeveelheden zout water vrij. Er is een overzicht gemaakt van de diverse lozingsopties en de gevolgen voor de diverse milieucompartimenten.  
**InfoMIL, 2013. Lozingen bij aanleg en onderhoud van bodemenergiesystemen, beleidsondersteunend document.**
- Onderzoek naar de herafweging van de verwerking van productiewater Schoonebeek. In dit (lopende mei 2016) onderzoek worden methoden onderzocht om het water dat vrij komt bij het produceren van olie moet worden afgevoerd. De kwaliteit van het af te voeren water is vergelijkbaar met het testwater.  
**RHDHV, 2016. Notitie, afweging long list naar short list, productiewater Schoonebeek.**
- Onderzoek naar het stimuleren van geothermische putten. Dit gaat vooral over het verbeteren van de formatie en in minder mate over het beter ontwikkelen van de putten. Wel zijn ook technieken beschreven die de skin in putten kunnen verminderen waardoor deze beter en sneller zouden kunnen worden ontwikkeld.  
**IF Technology, 2016. Well Stimulation Techniques for Geothermal Projects in Sedimentary Basins - Technical Guidelines. IF Technology 65163/BP/20160426**
- Richtlijnen voor het uitvoeren van een puttest en doublettest.  
**TNO-rapport 2015 R10943: Actualisatie Richtlijnen puttest en doublettest.**

# 2

---

## Huidige praktijk afvoeren testwater

### 2.1 Ervaringen van huidige projecten

#### 2.1.1 Operators

De ervaringen van de diverse geothermische operators met het afvoeren van testwater laten de volgende problemen zien:

- Lozen op Rijkswater. Het lozen van het testwater valt onder het Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi). De lozingseisen staat beschreven in artikel 3.1.
  - Onduidelijkheid bevoegd gezag. Op dit moment is Rijkswaterstaat bezig om duidelijkheid te scheppen rondom het lozen van het afvalwater (water waaraan geen stoffen zijn toegevoegd) op Rijkswater. Waarschijnlijk dat er een inspanningsverplichting komt om het te lozen water te behandelen in het kader van het ALARA principe.
  - Lange proceduretijd. Rijkswaterstaat volgt in het algemeen voorbereidingsprocedure 3,4 Awb. Dit houdt in dat het ontwerpbesluit 6 weken ter visie wordt gelegd; ook het definitieve besluit wordt vervolgens ook 6 weken ter visie gelegd. De totale proceduretermijn is 26 weken. Incl. voorbereiding en vooroverleg betekent dit dat de hele procedure meer dan 8 maanden kan duren.
  - Onbekende waterkwaliteit. Voor de meeste projecten geldt dat de waterkwaliteit op voorhand niet bekend is. Dit betekent dat pas na het boren bekend is of de vooraf bedachte en door bevoegd gezag toegestane lozingsmethode nog voldoet.
  - Lozingseisen zware metalen. Het testwater voldoet op de meeste parameters aan de lozingseisen. Alleen enkele zware metalen overschrijden de eisen. Voor parameters die overschrijden moet een emissie-imissietoets worden uitgevoerd. Die toets moet een positief resultaat opleveren anders kan niet worden vergund. Dit kan worden bereikt door het water te gaan zuiveren, meer verdund aan te bieden of de lozingshoeveelheden te beperken.  
Om aan de vergunningseis voor zware metalen te kunnen voldoen is in een aantal gevallen het lozingsdebiet beperkt tot max. 20 m<sup>3</sup>/h.
  - Visuele verontreiniging. Het testwater kan sterk visueel verontreinigd zijn door slib en door neerslag van bv ijzer en mangaan. Er zijn gevallen

---

waarin een lozing door de politie (tijdelijk) is stilgelegd vanwege deze verontreiniging.

- Tijdelijk opslag in bassins. Het opslaan van testwater valt onder de Barmm. Met uitzondering van het project dat in Den Haag is gemaakt hebben alle projecten tijdelijke bassins gemaakt om hun testwater in op te slaan. Hierbij zijn de volgende problemen opgetreden:
  - Meerdere bassins noodzakelijk. Door dat in een aantal gevallen er (nog) geen toestemming was om het testwater af te voeren, moesten er extra bassins worden bijgemaakt. Dit heeft tot extra ruimtebeslag en extra kosten geleid.
  - Lange opslagperiode. Ook als gevolg van het niet kunnen afvoeren van het testwater blijft het langer opgeslagen in de bassins. Het gevolg is dat bassins bij hevige regenval vollopen met regenwater. In combinatie met wateraccumulatie door harde wind kan er gevaar voor overstort ontstaan.
- Geen opslagcapaciteit. In stedelijke omgeving is het vanwege ruimtegebrek en volksgezondheid veelal niet mogelijk om tijdelijke bassins aan te leggen. Dit betekent dat:
  - Het testwater momentaan moet worden afgevoerd;
  - Het volume van het testwater moet worden beperkt waardoor de putten niet optimaal kunnen worden schoongepompt.
- Toename kosten. In het geval dat het water zonder beperkingen (voor 2016) geloosd kunnen worden dan liggen de kosten tussen de € 100.000 en € 150.000,-. Door de diverse beperkingen die opgelegd zijn rond het afvoeren van het testwater nemen de kosten sterk toe. Deze kosten betreffen extra onderzoekskosten, extra bassins, extra afvoer, filtering etc. Een inventarisatie geeft aan dat de kosten variëren tussen de € 250.000 en € 350.000,=.
- Afnahme kwaliteit putten. De beperking van het opslaan en afvoeren van testwater kan er toe leiden dat testprocedures van de putten worden aangepast. Hierdoor worden putten minder goed ontwikkeld waardoor de injectiviteit van de geothermische projecten kan worden verslechterd. Dit leidt tot hoger energieverbruik, meer onderhoud en mogelijk een kortere levensduur. In een aantal gevallen heeft afname van de injectiviteit geleid tot onacceptabele drukopbouw en tot een (tijdelijke) stilstand van het project.

---

### 2.1.2 SodM

SodM heeft een overzicht gemaakt van hoe het testwater bij de verschillende projecten is opgeslagen en tot welke ongewenste situaties dit heeft geleid. Op basis hiervan heeft SodM de onderstaande conclusies getrokken:

- De locatie waar het water wordt opgeslagen valt voortaan onder het Barmm. Dit impliceert dat EZ bevoegd gezag is over de locatie waar het water wordt opgeslagen. De Barmm-melding voor het testen van de put moet de locatie behelzen waar het water wordt opgeslagen. De opslagperiode kan zo lang duren dat, het water weer van locatie is verwijderd binnen de termijn waarvoor de Barmm staat.
- SodM zal, naar aanleiding van recente ervaringen, technische acceptatiecriteria opstellen voor de wijze waarop het testwater kan worden opgeslagen bij toekomstige projecten.
- De lozingsproblematiek kan leiden tot gevoelige (politieke) discussies. Methodieken die door de geothermische sector gevolgd worden, dienen duurzaam en dienen uitlegbaar voor het grote publiek te zijn. SodM wijst erop dat als de geothermie sector op zoek gaat naar opslagmogelijkheden of verwerkingen zoals die in de gas- en oliesector, het gevaar bestaat dat dit negatief op de sector zal afstralen.

# 3

## De test- en ontwikkelfase

### 3.1 Algemeen

Een uitgebreide omschrijving van de test- en ontwikkelfase is beschreven in het handboek geothermie 2014 (**Kas als energiebron, 2014**). In de huidige praktijk worden twee tot drie putvolumes opgepompt en als afvalwater afgevoerd. Daarna worden de putten met een al dan niet gehuurde ESP schoongepompt en getest. Het vrijkomende water wordt tijdelijk opgeslagen in een bassin en afgevoerd naar oppervlaktewater.

Om een goede vergelijking tussen diverse alternatieve lozingsmethoden te maken is getracht meer generiek de hoeveelheden vrijkomend water en de samenstelling daarvan te bepalen.

#### 3.1.1 Hoeveelheden vrijkomend water per fase

Er zijn vier verschillende stadia te onderscheiden waarbij water vrijkomt :

1. Schoonpompen met boortoren waarbij het eerste vuil wordt verwijderd (2 à 3 keer inhoud van de put). Het water wordt hierbij afgevoerd naar een verwerker (ca. 500 m<sup>3</sup>);
2. Schoonproduceren (ontwikkelen) met ESP (ca. 1.500 m<sup>3</sup>);
3. Puttest garantiefonds ( 2.500 – 3.000 m<sup>3</sup>);
4. Aanvullend ontwikkelen.

Op basis van de informatie van de operators blijkt dat er per put tussen de 3.500 en 6.000 m<sup>3</sup> water vrijkomt. De grootste hoeveelheid water komt vrij bij de puttest. Deze is ook goed te voorspellen omdat de procedures hiervoor goed zijn omschreven. Dit geldt in veel mindere mate voor het schoonproduceren en het eventueel aanvullend ontwikkelen. Dit is voor een belangrijk deel te verklaren doordat de test- en ontwikkelprocedure sterk gericht is op het verkrijgen van voldoende capaciteit (zekerstelling garantiefonds) en veel minder op het reduceren van de hoeveelheid geproduceerde zand- en slibdelen. In de praktijk van ondiepe geothermie (WKO/bodemenergie) zijn wel duidelijke normen bepaald om verstopping van injectieputten te voorkomen (zie kader over normen bij bodemenergiesystemen).

**Normen WKO**

Voor putten van open bodemenergie systemen (warmte-koudeopslag) zijn normen opgesteld waaraan voldaan moet worden voordat de putten in gebruik genomen kunnen worden. Enerzijds geeft de norm aan of de bron in voldoende mate is ontwikkeld, anderzijds wordt er bij het voldoen aan de norm een lage verstoppingsnelheid van de putten verwacht. De norm voor zandhoudendheid (deeltjes >70 µm) betreft een concentratie van 0,01 mg/l. Om de of verstoppingspotentie van het water meetbaar te maken is de Membraan Filter Index (MFI) ontwikkeld. De test bestaat uit het meten van de waterhoeveelheid die door een membraanfilter met poriegrootte van 0,45 µm per tijdseenheid stroomt bij een bepaalde druk. Het membraanfilter zal als gevolg van het affiltreren van slib geleidelijk verstoppingspotentie; de snelheid van verstopping wordt uitgedrukt in de MFI. Als grens wordt een MFI waarde van 2 s/l<sup>2</sup> gehanteerd (IF Technology, 2002).

**3.1.2 Procedure puttest**

Tijdens de verplichte puttest voor het garantiefonds wordt bij minimaal drie verschillende debieten de verlaging gemeten (step drawdown test). Bij ieder debiet moet de put stabiel zijn (constant debiet en constante druk). Dit is noodzakelijk omdat anders geen goede bepaling van de reservoir eigenschappen en eventuele put skin mogelijk is. Een puttest waarbij minder water onttrokken wordt en die toch een goede bepaling van de reservoir eigenschappen mogelijk maakt is daarom erg interessant (zie scenario 9).

**3.1.3 Samenstelling van het water****Onopgeloste bestanddelen**

De onopgeloste bestanddelen bestaan in veel gevallen uit de volgende deeltjes:

- Zand (bestaat uit korrels tussen 63 µm en 500 µm)
- Silt (bestaat uit deeltjes tussen 2 µm en 63 µm)
- Klei (bestaat uit deeltjes < 2 µm)
- Toegevoegde stoffen, bentoniet, PAC, CMC, Xanthaan etc.
- Resten van casing/tubing. Staalsplinters etc.

Naarmate de put ontwikkeld wordt en er water wordt onttrokken zal het gehalte aan onopgeloste bestanddelen (TSS) dalen, omdat er steeds meer materiaal verwijderd wordt uit de put. Bij een aantal systemen zijn incidenteel metingen gedaan. In Tabel 1 zijn deze gegevens opgesomd.

Bij een geothermieproject is gebleken dat het gehalte aan onopgeloste bestanddelen uiteindelijk onder de 0,1 mg/l kan dalen. Uit de inventarisatie die door TNO is uitgevoerd is gebleken dat de gehalten aanzienlijk hoger liggen bij verschillende systemen 10 -67 mg/l (TNO, 2014). Deze sterke variatie geeft aan dat op dit moment het gehalte aan onopgeloste stoffen geen rol speelt bij het beëindigen van de testfase en dat het ontwikkelen van de producer wordt doorgeschoven naar de exploitatiefase.

Tabel 1  
Gemeten gehalten  
onopgeloste  
bestanddelen

Project	Fase	Gehalte aan onopgeloste stoffen (>70um)	Korrelgrootte verdeling onopgeloste bestanddelen
Geothermie project	Begin ontwikkelen	270 mg/l	
Geothermie project	Tijdens ontwikkelen	1,2 mg/l	
Geothermie project	Tijdens afronden ontwikkelen	0,03 mg/l	
TNO report 2014 R11739, Filtration in the surface installation of a geothermal doublet	Bedrijfsfase	Gemeten gehalten verschillende systemen tussen 10 – 67,5 mg/l (TSS)	0,02 – 154 um

### Opgeloste stoffen

Tevens zitten er in het water opgeloste stoffen die als gevolg van drukkaling, temperatuurdaling of in contact komen met zuurstof kunnen neerslaan. Na de neerslag worden deze stoffen tevens als deeltjes aangetroffen in het water. Het gaat hierbij om onder andere de volgende stoffen:

- Zouten;
- Olie;
- IJzer;
- Mangaan;



---

Daarnaast zijn er tal van opgeloste stoffen in het grondwater, die ondanks verandering van druk en temperatuur in oplossing blijven. Deze opgeloste stoffen kunnen moeilijk verwijderd worden en vormen daardoor bij het lozen van het water op het riool of oppervlaktewater het grootste probleem vanwege de hoge concentraties waarin het in het water voor komt. Het gaat hierbij vooral om de volgende stoffen:

- Metalen;
- DOC (dissolved organic carbon);
- Anorganische verbindingen;
- Zouten;
- Koolwaterstoffen;
- Toevoegingen (waaronder: zwavelwaterstofbinder, corrosieremmers, biocide).

# 4

## Juridisch kader

### 4.1 Algemeen

Het huidige juridische kader en het beleid voor het lozen op (zout) Rijkswater, evenals het lozen op zoet oppervlaktewater en het infiltreren in de bodem is in de volgende paragrafen verwoord. Omdat er nog relatief weinig ervaring is met vergunningverlening rond het lozen van testwater op Rijkswateren kan het zijn dat het beleidsmatige kader zoals hier beschreven de komende tijd gaat wijzigen. Voor dit onderzoek is er voor gekozen om voor het lozen op Rijkswateren het beleidsmatige kader van andere werkvelden (bodemenergie) met het lozen te gebruiken. Zie voor de definities van de juridische termen bijlage 1.

#### 4.1.1 Lozen op oppervlaktewater

##### Wettelijk kader

Het lozen van test-formatiewater op oppervlaktewater is verboden zonder vergunning op grond van artikel 6.2 lid 1 van de Waterwet (**watervergunning**). Als gevolg van dit artikel is het namelijk verboden om zonder vergunning stoffen, waaronder begrepen afvalwater, te brengen in een oppervlaktewaterlichaam tenzij bij of krachtens algemene maatregel van bestuur hiervoor vrijstelling is verleend.

Noch het Activiteitenbesluit noch het Blbi (Besluit lozingen buiten inrichtingen) verleent voor het lozen van test-formatiewater (door het stellen van algemene regels voor lozingen in het kader van de activiteit aanleg en testen van boorgaten voor de geothermie) vrijstelling van het verbod om zonder watervergunning test-formatiewater op oppervlaktewater te lozen. Evenmin wordt bij of krachtens een algemene maatregel van bestuur op grond van de Mijnbouwwet vrijstelling verleend: noch het Mijnbouwbesluit noch het Barmm geeft regels voor de lozing van formatiewater anders dan vanaf een mijnbouwwerk dat is geplaatst in een oppervlaktewater (mijnbouwinstallatie).

Bovenstaande betekent dat voor de lozing van test-formatiewater in een oppervlaktewater altijd een watervergunning nodig is. Bevoegd gezag voor het verlenen van deze watervergunning is:

- Indien de lozing plaatsvindt vanaf het mijnbouwwerk: hetzij burgemeester en wethouders van de gemeente waar het mijnbouwwerk is opgericht hetzij MEZ,

---

afhankelijk van de inrichting van het mijnbouwwerk (alleen gericht op de opsporingsfase of ook al op de winningsfase);

- Indien de lozing niet vanaf het mijnbouwwerk plaatsvindt en het oppervlaktewaterlichaam waarin het test-formatiewater wordt geloosd is:
  - een rijkswater: de Minister van Infrastructuur en Milieu;
  - een regionaal water: het bestuur van het betrokken waterschap.

Ongeacht welk bestuursorgaan bevoegd is tot verlening van een watervergunning, kan de aanvraag om een watervergunning altijd worden ingediend bij de burgemeester en wethouders van de gemeente waar de lozing (in hoofdzaak) plaatsvindt. In de praktijk moet de aanvraag worden ingediend via een digitaal loket (het 'omgevingsloket online').

Op de voorbereiding van het besluit tot verlening van een watervergunning is de uniforme openbare voorbereidingsprocedure van afdeling 3.4 van de Awb van toepassing. De uitzondering op deze procedure waardoor de reguliere, in plaats van de uniforme openbare, procedure van de Awb gevolgd zou kunnen worden is niet van toepassing. De uniforme openbare voorbereidingsprocedure neemt ongeveer zes maanden in beslag (zie bijlage 1).

Doelstelling van de Waterwet is het waterbeheer, met het oog op de woonbaarheid van Nederland en de bescherming en verbetering van het watermilieu. Meer concreet betekent dit dat de toepassing van de wet is gericht op:

- voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, in samenhang met
- bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen en vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

## **Beleidsmatig kader**

### Algemeen

Het nationale Waterplan houdt vast aan de leidende beginselen van het preventief beleid zoals dat in de tweede helft van de vorige eeuw is ingezet:

- Vermindering van de verontreiniging door het toepassen van beste beschikbare technieken (BBT);
- Waar nodig en mogelijk verdergaande maatregelen met het oog op het bereiken van de gewenste waterkwaliteit.

---

Voor het kwaliteitsbeheer in Rijkswateren heeft daarnaast de Kaderrichtlijn water (KRW) een grote sturende betekenis. De KRW vereist dat alle Europese lidstaten streven naar een goede kwaliteit van alle waterlichamen waarop de richtlijn van toepassing is.

#### Preventief beleid

Het eerste beginsel van het preventief beleid “**vermindering van de verontreiniging**” houdt in dat verontreiniging zoveel mogelijk wordt beperkt (voorzorgprincipe). Invulling van het voorzorgprincipe is ook dat een bedrijf/lozer ten minste “de beste beschikbare technieken” toepast zoals vastgelegd in de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo). *De definitie van “best beschikbare technieken” is: de voor het bereiken van een hoog niveau van bescherming van het milieu meest doeltreffende technieken om de emissies en andere nadelige gevolgen voor het milieu te voorkomen of, indien dat niet mogelijk is, zoveel mogelijk te beperken, die kosten en baten in aanmerking genomen, economisch en technische haalbaar in de bedrijfstak waartoe de inrichting behoort, kunnen worden toegepast.*

In de Ministeriele regeling omgevingsrecht (Mor) bevat de aanwijzing van de Nederlandse informatiedocumenten over beste beschikbare technieken (BBT-documenten).

Het tweede beginsel “**met het oog op het bereiken van de gewenste waterkwaliteit waar nodig en mogelijk verdergaande maatregelen te nemen**” houdt in dat als gevolg van de te vergunnen lozing geen significante verslechtering van de waterkwaliteit plaats mag vinden ten opzichte van de bestaande situatie en dat het bereiken van de KRW-doelstellingen niet in gevaar mag worden gebracht. Het tweede beginsel is uitgewerkt in een emissie-immissiebenadering in het Nationaal Water Overleg. Het handboek immissietoets is aangewezen als BBT-document bij de Mor. De Kaderrichtlijn Water vraagt om te toetsen aan het beginsel van geen achtergang. Een toetsing van de ruimte die er is om geen achteruitgaan te veroorzaken maakt onderdeel uit van de immissietoets

Indien toepassing van BBT en eventuele verdergaande maatregelen niet leiden tot het voldoen aan de criteria uit de Immissietoets, volgt een analyse van de voorziene maatregelen in combinatie met de verwachte trends in ontwikkeling van de milieukwaliteit voor het waterlichaam en benedenstrooms gelegen waterlichamen. Op basis daarvan kan eventueel een tijdelijke verslechtering van de situatie worden toegestaan.

---

Is verlening van de Waterwet vergunning ondanks de mogelijke aan de vergunning te verbinden voorschriften toch niet verenigbaar met bovengenoemde beginselen dan kan een vergunning worden geweigerd.

### **De praktijk van vergunningverlening**

Gelet op de doelstelling van de Waterwet kan de keuze van het lozingspunt van het (zoute) testwater bepalend zijn voor de aan watervergunning te verlenen voorschriften of zelfs de weigering van een watervergunning. Naast het op het voor de lozing beoogde oppervlaktewaterlichaam toepasselijke waterplan kan van belang zijn of het betreffende oppervlaktelichaam: zoet/zout water bevat of aangewezen is als oppervlaktewater dat “geen bijzondere bescherming behoeft”.

Op dit moment (medio 2016) zijn er nog geen voorbeelden van Waterwet vergunningen voor het lozen van testwater. Er zijn wel een aantal aanvragen in voorbereiding. Dit betekent dat op dit moment niet duidelijk is welke eisen er aan het testwater en de zuiveringsmethodieken worden gesteld en op welke oppervlaktewatersystemen er geloosd mag worden.

Om toch een eerste beeld te krijgen van de wijze waarop vergund gaat worden is gekeken naar de praktijk van het lozen van grondwater bij de realisatie van bodemenergiesystemen. Voor systemen in de regio Amsterdam zijn vergunningen afgegeven voor het lozen van zout ( 10.000 mg/l) grondwater op het lozen op het IJ ( 2.000 mg/l). Bij deze vergunningen werden de volgende eisen gesteld:

- Maximale lozingshoeveelheid 250 m<sup>3</sup>/h;
- Om vertroebeling en verkleuring van het oppervlaktewater te voorkomen dient het opgeloste ijzergehalte lager te dan 5 mg/l te zijn;
- De hoeveelheid niet opgeloste stof (gronddeeltjes en neerslagproducten) dient lager te zijn dan 50 mg/l;
- Maximale chloride-gehalte 10.000 mg/l. Omdat ter plaatst geen bijzondere ecologische omstandigheden waren, zijn geen aanvullende eisen voor het chloride-gehalte vastgesteld.

---

### Het te hanteren toetsingskader

Het bovenstaande geeft enige kader voor het lozen van het testwater. Belangrijk verschil met het lozen van grondwater bij bodemenergie is dat het chloride-gehalte van het testwater ( 70.000 mg/l) vele malen hoger is. Dit betekent dat in praktijk de lozing:

- Mogelijk moet worden gereduceerd zodat de totale zoutvracht per dag wordt gelimiteerd;
- Alleen geloosd mag worden op oppervlaktewatersystemen met een hoog (bv > 2.000 mg/l)) zoutgehalte. <https://www.rijkswaterstaat.nl/kaarten/zoutgehalte.aspx>

Voor het onderzoek van het testwaterproject wordt, bij het ontbreken van concrete vergunningen voor geothermie, uitgegaan van:

- De eisen die gesteld zijn aan het lozen op het voorbeeldproject IJ;
- Alleen op zout oppervlaktewater (of “oppervlaktewater dat geen bijzondere bescherming behoeft”) mag worden geloosd;
- De hoeveelheid af te voeren testwater per dag beperkt is (betekent in praktijk dat meer buffercapaciteit moet worden aangelegd of dat bassins langer moeten worden gebruikt).

#### 4.1.2 Lozen in de bodem >100m-mv

##### Toepasselijke wetgeving

Opslag van stoffen in de ondergrond is, in de terminologie van de Mijnbouwwet, het brengen, houden of terughalen van die stoffen beneden de oppervlakte van de aardbodem. De Mijnbouwwet is echter pas van toepassing op opslag van stoffen indien deze worden gebracht op een diepte van meer dan 100 meter beneden de oppervlakte van de aardbodem. Het Besluit algemene regels milieu mijnbouw (Barmm) is van toepassing op het mijnbouwwerk alsmede op de aanleg en het testen van de boorgaten van het doublet maar geeft geen regels voor het lozen van test-formatiewater.

Het infiltreren van het testwater in de bodem valt niet onder de Waterwet (Wtw) omdat de handeling niet past onder de als ‘infiltreren’ of ‘lozen’ gedefinieerde handelingen in de

---

Waterwet. De Mijnbouwwet geeft geen regels voor het lozen van vrijkomend water maar verwijst naar de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) en de Wet milieubeheer (Wm).

Het infiltreren van het testwater in de bodem valt onder de term 'lozen' zoals gedefinieerd in art. 1.1 Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi) en Activiteitenbesluit milieubeheer (Barim): het brengen van afvalwater of overige vloeistoffen op of in de bodem. 'Afvalwater' is in art. 1.1 Wm gedefinieerd als: "alle water waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen".

Het Activiteitenbesluit is van toepassing op het lozen van test-formatiewater vanaf het mijnbouwwerk en het Blbi op deze lozingen vanaf een andere locatie dan het mijnbouwwerk.

Het Blbi en het Barim zijn van toepassing op de opslag/het lozen van test-formatiewater in de ondergrond tenzij hiervoor regels zijn gesteld krachtens de Mijnbouwwet. Indien dit het geval is treden de lozingsregels van de Mijnbouwwetgeving in de plaats van die van het Activiteitenbesluit en het Blbi.

### **Bevoegd gezag**

Bevoegd gezag met betrekking tot het lozen van test-formatiewater in de bodem op een diepte van minder dan 100 meter is:

Indien de lozing plaatsvindt vanaf het mijnbouwwerk: hetzij burgemeester en wethouders van de gemeente waar het mijnbouwwerk is opgericht hetzij MEZ, afhankelijk van de inrichting van het mijnbouwwerk (alleen gericht op de opsporingsfase of ook al op de winningsfase), Indien de lozing niet vanaf het mijnbouwwerk plaatsvindt en geheel of gedeeltelijk op een diepte van:

- meer dan 10 meter beneden het maaiveld: gedeputeerde staten van de provincie waar het lozen in de bodem plaatsvindt; of
- 10 meter of minder beneden het maaiveld: burgemeester en wethouders van de gemeente waar het lozen in de bodem plaatsvindt.

### **Regels en beleidsvrijheid**

Deze paragraaf gaat niet in op de regels die gelden voor het oprichten, wijzigen en drijven van een inrichting, zoals bijvoorbeeld de algemene zorgplichten uit hoofdstuk 2 van het Activiteitenbesluit milieubeheer.

---

### ***Algemene zorgplicht***

De algemene zorgplichten van art. 13 Wet bodembescherming (Wbb), art. 6.8 Wtw, art. 2.1 Barim en art. 2.1 Blbi zijn van toepassing op het lozen van testwater. Deze zorgplichten houden in dat als degene die loost weet of redelijkerwijs had kunnen vermoeden dat de lozing de bodem verontreinigt of aantast of nadelige gevolgen heeft voor het milieu, degene deze gevolgen zoveel mogelijk moet voorkomen.

Op grond van het Barmm kunnen (door MEZ) maatwerkvoorschriften worden gesteld ter voorkoming of het zoveel mogelijk beperken van bodemverontreiniging, de verontreiniging van het grondwater en de verontreiniging van een oppervlaktewaterlichaam. Ook op grond van het Barmm zouden dus maatwerkvoorschriften kunnen worden gesteld voor het lozen van test-formatiewater.

### ***Voor lozen van testwater in de bodem is maatwerkvoorschrift nodig***

Het lozen van testwater is verboden tenzij hiervoor een maatwerkvoorschrift van het bevoegd gezag is verkregen (art. 2.2 lid 1 t/m 3 Barim en art. 2.2 lid 1 t/m 3 Blbi). Het bevoegd gezag kan dit maatwerkvoorschrift afgeven indien het belang van de bescherming van het milieu zich gelet op de samenstelling, hoeveelheid en eigenschappen van de lozing daartegen niet verzet (art. 2.2 lid 3 Barim en art. 2.2 lid 3 Blbi).

Dit lozingsverbod en eis voor een maatwerkvoorschrift vervalt als een vergunning nodig is op basis van een waterschapsverordening (art. 2.2 lid 5 Barim en art. 2.2 lid 5 Blbi).

Bij het afgeven van het maatwerkvoorschrift moet het bevoegd gezag rekening houden met een voorkeursvolgorde (art 10.29a Wet milieubeheer):

- a. *het ontstaan van afvalwater wordt voorkomen of beperkt;*
- b. *verontreiniging van afvalwater wordt voorkomen of beperkt;*
- c. *afvalwaterstromen gescheiden worden gehouden, tenzij het niet gescheiden houden geen nadelige gevolgen heeft voor een doelmatig beheer van afvalwater;*
- d. *huishoudelijk afvalwater en, voor zover doelmatig en kostenefficiënt, afvalwater dat daarmee wat biologische afbreekbaarheid betreft overeenkomt worden ingezameld en naar een inrichting als bedoeld in artikel 3.4 van de Waterwet getransporteerd;*
- e. *ander afvalwater dan bedoeld in onderdeel d zo nodig na retentie of zuivering bij de bron, wordt hergebruikt;*
- f. *ander afvalwater dan bedoeld in onderdeel d lokaal, zo nodig na retentie of zuivering bij de bron, in het milieu wordt gebracht en*
- g. *ander afvalwater dan bedoeld in onderdeel d naar een inrichting als bedoeld in artikel 3.4 van de Waterwet [zuiveringsinrichting] wordt getransporteerd.*

Bij het maatwerkvoorschrift kunnen voorwaarden worden gesteld met betrekking tot:



- 
- a. de samenstelling, eigenschappen of hoeveelheid van de lozing en het meten en registreren daarvan;
  - b. te treffen maatregelen;
  - c. de duur van de lozing; en
  - d. de plaats van het lozingspunt (art. 2.2 lid 4 Barim en art. 2.2 lid 4 Blbi).

Een nadere invulling van deze punten wordt niet gegeven. Het is aan het bevoegd gezag om deze voorwaarden vast te stellen.

In art. 2.3 Barim en art. 2.3 Blbi worden wel eisen gesteld aan de emissiemeting van de lozing:

1. *Emissiemetingen ter controle op de naleving van de emissie-eisen voor het lozen worden uitgevoerd volgens:*
  - a. *NEN 6966 of NEN-EN-ISO 17294-2 ten aanzien van arseen, barium, beryllium, boor, cadmium, chroom, cobalt, ijzer, koper, molybdeen, nikkel, lood, seleen, tin, titaan, uranium, vanadium, zilver en zink, waarbij de ontsluiting van de elementen plaats vindt volgens NEN-EN-ISO 15587-1 en NEN 6961;*
  - b. *NEN-EN-1483 ten aanzien van kwik;*
  - c. *NEN-EN-ISO 14403 ten aanzien van vrij cyanide in afvalwater;*
  - d. *NEN-EN-ISO 15680 ten aanzien van benzeen, toluen, ethylbenzeen, xyleen en naftaleen;*
  - e. *NEN 6401 ten aanzien van vluchtige organohalogeenvverbindingen;*
  - f. *NEN-EN-ISO 6468 ten aanzien van aromatische organohalogeenvverbindingen;*
  - g. *NEN-EN-ISO 10301 ten aanzien van chlooretheen (vinylchloride), dichloormethaan, tetrachlooretheen (PER), tetrachloormethaan, trichlooretheen, trichloormethaan, 1,1-dichlooretheen, 1,2-dichlooretheen, 1,2-dichlooretheen, cis-1,2-dichlooretheen, trans-1,2-dichlooretheen 1,1,1-trichlooretheen en 1,1,2-trichlooretheen;*
  - h. *NEN 6676 ten aanzien van extraheerbare organohalogeenvverbindingen;*
  - i. *NEN-EN-ISO 9377-2 ten aanzien van olie;*
  - j. *NEN-EN-ISO 17993 ten aanzien van polycyclische aromatische koolwaterstoffen;*
  - k. *ISO 5815-1/2 of NEN-EN 1899-1/2 ten aanzien van het biochemisch zuurstof verbruik;*
  - l. *NEN 6633 ten aanzien van het chemisch zuurstof verbruik;*
  - m. *NEN-EN-ISO 13395 ten aanzien van nitrietstikstof en nitraatstikstof;*

- 
- n. *NEN-ISO 5663 of NEN 6646 ten aanzien van organisch stikstof (Kjeldahlstikstof);*
  - o. *NEN 6646, NEN-EN-ISO 11732 of NEN 6604 ten aanzien van ammoniumstikstof;*
  - p. *NEN-ISO 5813 of NEN-ISO 5814 ten aanzien van het zuurstofgehalte;*
  - q. *NEN-EN 872 ten aanzien van onopgeloste stoffen;*
  - r. *NEN-EN-ISO 15681-1 en NEN-EN-ISO 15681-2 ten aanzien van fosfor totaal;*
  - s. *NEN 6414 ten aanzien van temperatuur;*
  - t. *NEN-ISO 11083 ten aanzien van chroom VI.*
2. *De monsternamen ten behoeve van de emissiemetingen ter controle van de naleving van de emissie-eisen voor het lozen wordt uitgevoerd volgens NEN 6600-1 en de conservering van het monster wordt uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO 5667-3. Het monster wordt niet gefiltreerd en de onopgeloste stoffen worden meegenomen in de analyse.*
  3. *In afwijking van het eerste en tweede lid kunnen andere methoden voor emissiemetingen, monsternamen en conservering worden gebruikt, indien deze gelijkwaardig zijn aan de in die leden genoemde methoden.”*

### **Procedure**

Op de voorbereiding van het besluit tot opheffing van het verbod om test-formatiewater op of in de bodem te lozen is de reguliere voorbereidingsprocedure van de Algemene wet bestuursrecht (**Awb**) van toepassing tenzij deze lozing aanzienlijke gevolgen voor het milieu zou hebben. In dat geval is de uniforme openbare voorbereidingsprocedure van afdeling 3.4 van de Awb van toepassing. De reguliere procedure van de Awb duurt ongeveer acht weken, de uniforme openbare procedure ongeveer zes maanden.

### ***Waterschaps-, gemeentelijke en provinciale verordening***

Op grond van artikel 10.32a Wet milieubeheer kan de gemeenteraad bij verordening regels stellen over het brengen van grondwater in de bodem. Ook het waterschap en de provincie kunnen in hun verordening hierover regels stellen. Van een aantal waterschappen en provincies zijn de verordeningen bekeken. In de bekeken verordeningen zijn geen regels opgenomen over het brengen van grondwater in de bodem.



# 5

## Lozingsmethoden brede screening

### 5.1 Opgestelde scenario's

In overleg met de begeleidingscommissie zijn de scenario's opgesteld voor de omgang met testwater. De scenario's zijn gerubriceerd in een viertal categorieën. De scenario's zijn omschreven in bijlage 2.

#### 1. Bestaande werkwijze omgang testwater

Hierbij wordt de huidige werkwijze beoordeeld en wordt er gekeken of dit kan worden geoptimaliseerd. Het gaat hierbij om de volgende scenario's:

*Scenario 0* Bergen, afvoer naar Rijkswater (onthefing, regeling voor 2016)  
*Scenario 1A* Bergen, filteren, afvoeren naar Rijkswater (Waterwetvergunning)  
*Scenario 1B* Bergen en afvoeren naar verwerker

#### 2. Alternatieve lozingswijze vanuit bestaande techniek

Deze alternatieven gaan over het afvoeren van het testwater op een alternatieve manier met gebruikmaking van technieken die bekend zijn binnen de geothermie sector

*Scenario 2A* Tijdelijk bergen, filteren en terugpompen in put  
*Scenario 2B* Bergen, filteren en terugpompen in injector  
*Scenario 3* Bergen, filteren en pompen in ondiepe aquifer (< 500 m-mv)  
*Scenario 4* Bergen, afvoer naar oude olie / gas putten

#### 3. Alternatieve lozingswijze buiten de geothermie praktijk

Deze alternatieven reduceren het te lozen water of maken het te lozen water van een zodanige kwaliteit dat dit op andere wateren kan worden geloosd.

*Scenario 5:* Omgekeerde osmose en lozen op lokaal zoet oppervlaktewater;  
*Scenario 6* Verdampen en afvoeren residu.

#### 4. Technieken om de waterhoeveelheid te reduceren buiten de geothermie praktijk

Hierbij wordt gekeken naar technieken om de putten op een andere manier schoon te pompen. Hierbij wordt bereikt dat de nog af te voeren hoeveelheid testwater sterk wordt gereduceerd. Er zal hierbij altijd een reststroom zijn die afgevoerd moet worden.

*Scenario 7* Tweelingpompen en permanent filteren;  
*Scenario 8* Coiled tubing in combinatie met hydrojet, zuren en sectiepompen  
*Scenario 9* Alternatieve methode uitvoering puttest (t.b.v. garantiefonds)

---

## 5.2 Beoordelingskader

Hieronder is per criterium een toelichting gegeven op de wijze van beoordeling in de selectiematrix.

### Techniek

Een deel van de opties maakt gebruik van technieken die zijn bewezen op de gewenste schaal en de gewenste omstandigheden (++). Als de gewenste schaal niet aanwezig is maar als de techniek wel bewezen is onder de juiste omstandigheden, wordt dit beoordeeld als (+). Schaal en omstandigheden niet aanwezig levert een (-); Indien er nog twijfel is over de technische haalbaarheid levert dit een (--); tenslotte kan nu al duidelijk worden dat iets nooit haalbaar zal zijn (X)

### Milieu

Milieueffecten zijn een erg breed thema; voor dit onderzoek worden een tweetal zaken meegewogen. Dit zijn energie (zowel transport als aandrijfenergie) en de emissies naar water en bodem. Bij de indeling wordt een vergelijking gemaakt met de veel toegepaste praktijk van het afvoeren per as en het lozen op Rijkswateren (-). De opties die aanzienlijke verbetering opleveren worden beoordeeld als (++). Verslechtingen worden als (--) gewaardeerd.

### Financieel

Het financiële kader wordt bepaald door alle kosten die te maken hebben met het opslaan en afvoeren van het testwater. In deze fase zijn de kosten zeer indicatief bepaald en vergeleken met de kosten van de huidige praktijk (bufferen en afvoeren per as). Liggen de kosten aanzienlijke gunstiger (< 25 % dan is de waardering (++); zijn de kosten hoger (+, > 10 %) of aanzienlijke hoger > 25 %) dan (--). Bij meer dan 50 % hoger kosten wordt de optie als niet haalbaar geacht (X)

### Maatschappelijke acceptatie

Geothermie heeft in zijn algemeenheid bij het publiek veel draagvlak. Toch is het mogelijk dat het draagvlak afbrokkelt. Dit kan doordat mensen direct hinder ondervinden of doordat men, zonder dat dit goed onderbouwd wordt, iets niet wenselijk vindt. Hiermee wordt draagvlak ook gedeeltelijk iets ongrijpbaars. In analogie met het onderzoek naar het infiltreren van productiewater bij Schoonebeek (RHDHV, 2016) wordt aangegeven hoeveel zorgpunten er zijn rond een bepaalde oplossing. Dit kunnen zorgen zijn van bv direct belanghebbende (-) of zorgen over het belasten van andere milieucompartimenten (-).

---

Wanneer zorgen zo groot zijn dat ze sterk afbreuk doen aan de positie van geothermie, dan wordt dit als niet acceptabel gezien (X)

### **Beleid**

De verschillend de opties dienen binnen het bestaande wettelijk kader te passen. Een niet vergunbare oplossing valt af (X). Als de oplossingen binnen het huidige wettelijke kader vallen en die ook beleidsmatige goed aansluiten dan krijgt de optie een (++) . Als er aanpassingen beleidsmatig nodig zijn binnen het eigen milieucompartiment (Mijnbouwwet of Blbi) dan wordt dit een (+); ligt dit daarbuiten dan volgt een (-). Grote beleidsmatige discussie worden als (--) beoordeeld.

### **Toepasbaarheid in diverse omgevingen**

Bijna alle geothermie projecten in Nederland zijn gemaakt in een landelijk omgeving; alleen het Aardwarmte Den Haag project is gemaakt in een stedelijk omgeving. Bij de projecten in stedelijk omgeving zijn er veel meer problemen om tijdelijke opslag te regelen. De toepasbaarheid in de diverse omgevingen zal beoordeeld worden op het ruimtegebruik. Hierbij gaan we ervan uit dat alle opties vanuit wettelijk oogpunt zullen moeten voldoen aan veiligheids- en gezondheidseisen; de eventuele risico's voor direct omwonenden wordt beoordeeld bij het criterium "draagvlak"

### **Toepasbaarheid onder diverse geologische omstandigheden**

Een aantal alternatieven zal afhankelijk zijn van de geologische omstandigheden. Dit zijn vooral de opties waar water heen en weer wordt gepompt (tweelingpompen), herinfiltratie en infiltratie in ondiepe watervoerende lagen. De afweging die gemaakt wordt ligt tussen "toepasbaar onder alle geologische omstandigheden" (++) tot aan zeer beperkt toepasbaar (--) . Een belangrijk aspect hierbij is de kritische verstoppingsrange van het reservoir, die bepaald wordt door de grootte van de geïnjecteerde deeltjes en de poriegrootte van het reservoir.

### **Toepasbaarheid binnen huidige puttest procedure**

De puttest voor het garantiefonds moet direct na boren en schoonproduceren van de (eerst geboorde) put uitgevoerd worden. Deze procedure past niet binnen alle alternatieven. Vooral bij het tweelingpompen is dit niet goed mogelijk. Het tweelingpompen en daarmee het schoonproduceren kan pas aanvangen op het moment dat de tweede put is geboord. Bij andere alternatieven is het van belang dat de totale vrijkomende waterhoeveelheid tijdens de puttest gebufferd (of afgevoerd) kan worden. Als de puttest conform specificaties

---

kan worden uitgevoerd wordt dit beoordeeld als ++. Indien de puttest niet uitgevoerd kan worden (maar wel op een aangepaste manier kan worden uitgevoerd) dan wordt dit beoordeeld als --. Indien er in zijn geheel geen puttest kan worden uitgevoerd dan wordt dit beoordeeld als X.

### 5.3 Kansrijke scenario's

In de selectiematrix zijn de scenario's beoordeeld. De scenario's 0 (bergen, afvoer naar Rijkswater, regeling voor 2016), 3 (lozen in ondiepe aquifer) en 4 (lozen in oude olie/gas putten) vallen vanwege beleidsmatige en/of maatschappelijke redenen af. Scenario 6 (omgekeerde osmose) valt af omdat deze extreem duur is en er nog een grote brijnlozing overblijft.

De scenario's die een score hebben gekregen die groter is dan 7 zijn als kansrijk bestempeld, het gaat om de volgende scenario's:

- Scenario 1A Bergen, filteren en afvoeren naar Rijkswater
- Scenario 2A Tijdelijk bergen, filteren en terugpompen in put
- Scenario 2B Bergen, filteren en terugpompen in injector tijdens bedrijfsfase
- Scenario 6 Verdampen

Scenario 2A (Tijdelijk bergen, filteren en terugpompen in put) lijkt echter sterk op scenario 2B en verschilt op enkele details. Scenario 2B wordt echter reëler geacht voor toepassing dan scenario 2A. Daarom is er voor gekozen om alleen scenario 2B verder uit te werken.

De technieken om de hoeveelheid testwater te reduceren (Scenario's 7 en 8) zijn nog in ontwikkeling en (nog) niet gebruikt bij geothermie projecten. De technieken worden wellicht in de toekomst interessant als bewezen kan worden dat daarmee ook de capaciteit van de putten kan verbeteren. Op dit moment wegen de extra kosten niet op tegen de vermeende voordelen. Scenario 9 maakt gebruik van een andere testprocedure waardoor het te lozen testwater kan worden gereduceerd. Deze procedure zal eerst door de diverse stakeholders (TNO, Garantiefonds, SodM) moeten worden beoordeeld voordat deze kan worden toegepast.

Methode	Techniek	Milieu	Kosten	Maatschappelijk	Beleid	Toepasbaarheid in diverse omgevingen	Toepasbaarheid in bestaande testprocedure	Score
Bergen, afvoer naar Rijkswater 0 (regeling voor 2016)	++ Bewezen	Negatief, relatief vuil water op schoon Rijkswater	+ Matig	- ++	X Niet meer mogelijk binnen huidige beleid	Slecht: Vergt oppervlak voor bassin, veel transportbewegingen	++ Past binnen huidige procedure mits bassin voldoende groot is	0
Bergen, filteren, afvoeren naar Rijkswater (regeling 2016)	++ Bewezen	Matig: ondanks filtering zullen er opgeloste stoffen in het water achterblijven	- Hoog	- ++	+ Vergunbaar, voorwaarden n.t.b.	Matig: Vergt oppervlak voor bassin, geringe transportbeweging voor afvoer boorspoeling	++ Past binnen huidige procedure	7,75
Bergen, afvoeren naar verwerker	++ Bewezen	Negatief, het water wordt verbrand, hiervoor is veel energie nodig	- Hoog	- ++	+ Is toegestaan	Slecht: Vergt oppervlak voor bassin, veel transportbeweging	++ Past binnen huidige procedure	6
Tijdelijk bergem, filteren en terugpompen in put	+ Niet bewezen, nader onderzoek nodig	Gunstig, water gaat terug naar de diepte waar het vandaan komt. Wel rest verontreiniging in filters	+ Hoog	++ Verantwoord	+ Vergunbaar, voorwaarden n.t.b.	Matig, vergt oppervlak voor bassin, geringe transportbewegingen voor afvoer boorspoeling	++ Past binnen huidige procedure	7,75
Bergen, filteren en terugpompen in injectie tijdens bedrijfsfase	+ Niet bewezen, nader onderzoek nodig	Gunstig, water gaat terug naar de diepte waar het vandaan komt. Wel rest verontreiniging in filters	- Hoog	++ Verantwoord	- Vergunbaar, voorwaarden n.t.b.	Slecht, vergt groot oppervlak voor bassin, geringe transportbewegingen voor afvoer boorspoeling	++ Past binnen huidige procedure mits bassin voldoende groot is	7,5
Bergen, filteren en pompen in 3 ondiepe aquifer	- Niet bewezen, nader onderzoek nodig	Negatief, vervuiling van ondieper grondwater.	- Hoger	- ++	- Schadig belangen derden	Matig: vergt klein oppervlak voor bassin, enkele transportbewegingen voor afvoer boorspoeling	++ Past binnen huidige procedure	5,25
Bergen, afvoer naar oude 4 (olie/gas/zout) put	++ Bewezen (NAM doet dit met restwaterolie en gaswinning)	Gunstig, water gaat (vaak) naar grote diepte, echter transport negatief.	- Hoger	- ++	+ Vergunbaar, voorwaarden n.t.b.	Slecht: Vergt oppervlak voor bassin, veel transportbewegingen of infrastructuur	++ Past binnen huidige procedure	6
Omgekeerde osmose. Lozen op 5 (zout) oppervlaktewater	- Niet bewezen, nader onderzoek nodig	Negatief: Energiekosten, netto vuil last op milieu blijft gelijk	X Onacceptabele (1 M)	- ++	+ Lozing toegestaan voor ±50% testwater binnen kader BUI, overige 50% is toegestaan indien naar verwerker	Matig: afhankelijk van capaciteit installatie weinig bevestigingscapaciteit, veel transportbewegingen	++ Past binnen huidige procedure	0
6 Verdampen	- Niet bewezen, nader onderzoek nodig	Negatief, kost veel energie	- Hoog	++ Verantwoord	Is toegestaan	Matig: vergt groot oppervlak voor bassin	++ Past binnen huidige procedure	7,25
7 Tweelingpompen	- Niet bij geothermie putten, wel bewezen techniek bij WKO, nader onderzoek nodig specifieke installatiedelen	Gunstig, water gaat terug naar de diepte waar het vandaan komt. Wel rest verontreiniging in filters	+ Hoger	++ Verantwoord	+ Vergunbaar, voorwaarden n.t.b.	Geen bassin nodig, nauwelijks transportbewegingen voor afvoer boorspoeling	-- Past niet binnen huidige procedure.	6,5
8 Coiled tubing i.c.m. hydrojet	+ Bewezen techniek, nader onderzoek nodig m.b.t. effectiviteit	Matig: Schoonmaak acties zijn effectiever, echter vrijkomend water moet afgevoerd worden	- Hoger	++ Verantwoord	+ Vergunbaar	Matig: vergt oppervlak voor bassin, transportbewegingen voor afvoer boorspoeling	++ Past binnen huidige procedure	6,75
9 Alternatieve methode uitvoering puttest (t.b.v. garantiefonds)	- Nog niet eerder toegepast	Hiermee wordt naar verwachting 80% bespaart op lozingshoeveelheid bij puttest	+ Lager	++ Verantwoord	+ Vergunbaar	Het is zeer aannemelijk dat deze test in alle gevallen toegepast kan worden, echter is hiervoor nader onderzoek vereist	-- Deze methode van puttesten dient nader onderzocht te worden.	7,5



# 6

## Meest perspectiefvolle lozingsopties

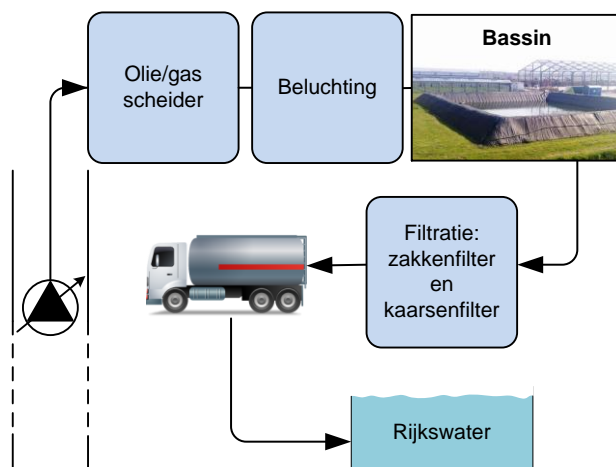
### 6.1 Uitwerking scenario 1A: Bergen, filteren, afvoeren naar zout Rijkswater

#### 6.1.1 Algemeen

Het onttrokken testwater wordt belucht en in een open bassin opgeslagen. Vervolgens wordt het gefilterd en per tankwagen afgevoerd en geloosd op rijkswater. Het water moet gefilterd worden, zodat het voldoet aan de normen van Rijkswaterstaat voor lozing op zout water.

Bij deze variant wordt er vanuit gegaan dat er geloosd wordt op zout oppervlaktewater; of en onder welke voorwaarden er geloosd mag worden op zoet/brak oppervlaktewater is vooralsnog onbekend.

Figuur 1  
Schematisatie  
scenario 1A



#### 6.1.2 Technisch

##### Boorspoeling

Het eerste vrijkomende vuil betreft de boorspoeling. Dit wordt in veel gevallen middels luchtfliten (met stikstof) via de boortoren uitgevoerd. Omdat dit vrijkomende water als bedrijfsafvalwater wordt gezien (er zitten toevoegingen in het water) dient dit naar een verwerker gebracht te worden. Hiervoor zijn tijdelijke bufferbakken benodigd waar de

---

vrijkomende boorspoeling in opgevangen wordt. De vrijkomende hoeveelheid wordt geschat op 500 m<sup>3</sup> per put. Voor de afvoer hiervan zijn circa 25 tankwagens per put benodigd (de tankwagens hebben een inhoud van circa 20 m<sup>3</sup>). Dit water komt in een dag vrij, waardoor er ook een constante afvoer met tankwagens dient te zijn. Na afloop dienen de tankwagens en tijdelijke bufferbakken schoon gemaakt te worden.

#### **Schoonproduceren**

Het schoonproduceren kan zowel met luchtliften als met een ESP gebeuren. Bij het schoonproduceren komt een waterhoeveelheid van circa 1500 m<sup>3</sup> vrij. Dit water moet opgeslagen worden in het bassin, van waaruit het water opgepompt en gefilterd wordt en per tankwagen wordt afgevoerd. Indien het bassin voldoende groot is om de vrijkomende waterhoeveelheid kan het bassin ook op een later tijdstip geleegd worden.

#### **Puttest**

De puttest moet met een ESP worden uitgevoerd. Bij de puttest komt circa 3000 m<sup>3</sup> grondwater vrij. Dit water dient tevens in het bassin opgeslagen te worden.

#### **Beluchting / ontijzering**

Het vrijkomende grondwater kan in vrij hoge mate opgelost ijzer bevatten (gemeten gehalten tot 45 mg/l). Om het water te laten voldoen aan de lozingsseisen moet het opgelost ijzergehalte verlaagd worden tot 5 mg/l (zie beleidskader hfst 5). Ontijzering vindt plaats door beluchting en het afvangen van ijzerdeeltjes. Er is voor gekozen om te beluchten/ontijzeren voordat het water het bassin in gaat, om te voorkomen dat het bassin zelf al gevuld raakt met neerslagproducten.

Bij zoutgehaltes tussen 50 tot 200 g/l en een temperatuur van 10 °C ligt de oplosbaarheid van zuurstof tussen 1 en 6 mg/l, waarbij de oplosbaarheid afneemt bij toenemend zoutgehalte. Bij temperaturen tussen 50 en 90 °C is de oplosbaarheid van zuurstof tussen 1 en 4 mg/l. Met 1 mg/l zuurstof kan 7 mg/l ijzer(II) geoxideerd worden. Bij lage ijzerconcentraties is eenmalige cascadebeluchting mogelijk voldoende, maar bij hogere ijzerconcentraties (en hoge zoutgehaltes) zal dat niet het geval zijn. Mogelijk zal door contact met zuurstof uit de lucht alsnog voldoende zuurstof toetreden. Mocht dat niet het geval zijn, dan is een mogelijke oplossing om het water meerdere keren over de cascade te leiden (zie voor verder onderbouwing bijlage 4).

---

Er zijn verschillende methoden beschikbaar:

#### *Ontijzeringsinstallatie met zandfilter*

Er zijn ontijzeringsinstallatie (onder andere Lenntech, Logisticon) verkrijgbaar waarbij het water belucht wordt en via een zandfilter wordt geleid. Het geoxideerde ijzer slaat vervolgens neer op het zandfilter. Door oplopende drukval over het filter, moet het zandfilter regelmatig worden teruggespoeld. Er dient rekening gehouden te worden met een geconcentreerde restroom van maximaal 4%. Dit betekent dat er maximaal 360 m<sup>3</sup> aan geconcentreerd ijzeroxide afgevoerd moet worden naar een verwerker.

#### *Ontijzering met stobalen*

Bij onder andere bronbemalingen vindt ontijzering plaats door beluchting via stobalen waardoor het geoxideerde water neerslaat op het stro. In veel gevallen is een dergelijke eenvoudige methode voldoende gebleken om een ijzergehalte van 15 mg/l terug te brengen naar 5 mg/l. De kosten voor een dergelijke constructie zijn zeer gering ten opzichte van een ontijzeringsinstallatie. Of een dergelijke constructie ook in staat is om geothermisch water met een veel hoger ijzergehalte terug te brengen tot 5mg/l is niet bekend.

#### *Ontijzering via plaatbeluchter en toevoegen flocculant.*

Hierbij worden enkele 30m<sup>3</sup> containers geplaatst, waardoor het water geleid moet worden. In de eerste container wordt een plaatbeluchter geplaatst en worden flocculeringsmiddelen ingebracht (ijzerchloride, polymeren (PAC)). De overige containers moeten een bepaalde verblijfsduur garanderen, waardoor het ijzer neer kan slaan.

### **Filteren**

Het water dat uit het bassin wordt gepompt moet gefilterd worden alvorens het de tankwagens ingaat, zodat het voldoet aan de lozingseisen van Rijkswaterstaat. Belangrijkste eisen zijn: onopgeloste bestanddelen: 50 mg/l; ijzergehalte: 5 mg/l.

Bij afvoer met tankwagens wordt het relatief schone water (exclusief de bezonken deeltjes) opgepompt en gefilterd via een zakkenfilter en kaarsenfilter waarbij een micronage van 25 um wordt toegepast. Hiermee worden de onopgeloste bestanddelen en eventueel algengroei verwijderd uit het water. Hierbij is het goed mogelijk om het water te controleren

---

of te analyseren of de belangrijkste parameters voldoen aan de lozingsvoorschriften van Rijkswaterstaat.

Er is uitgegaan van conventionele filtertechnieken waarbij consumables worden vervangen na verzadiging. Er zijn verschillende zelfreinigende filters voorhanden waarmee (een deel) van de vuillast kan worden verwijderd.

De toepasbaarheid van zowel conventionele als zelfreinigende filters is sterk temperatuurafhankelijk. Bij <50°C zijn vrijwel alle standaardproducten toereikend en bij >70°C is het vrijwel altijd noodzakelijk een special toe te passen.

Een groot deel van de zelfreinigende filters kan niet worden geleverd zonder het gebruik van thermoplastische polymeren, in de regel betekent dit dat deze filters tot maximaal 60-70° toepasbaar zijn.

In veel gevallen zal het wenselijk zijn (een deel van) de filterinstallaties ten behoeve van het ontwikkelen ook gedurende exploitatie toe te passen. Een mogelijke route om standaard zelfreinigende filters hiervoor toe te kunnen passen (<50 C) is het tijdelijk induceren van warmteafname (koeling) voorafgaand aan filtratie

#### **Afvoeren naar oppervlaktewater**

Na schoon produceren en uitvoering van de puttest is het bassin gevuld met circa 9000 m<sup>3</sup> water. Er zijn hiervoor circa 500 tankwagens bewegingen per put benodigd om het bassin te legen. De kosten voor het afvoeren worden sterk bepaald de afstand tot het ontvangende water.

#### **6.1.3 Maatschappelijke acceptatie**

Het is maatschappelijk gezien minder wenselijk om afvalwater te lozen op relatief schoon oppervlaktewater. Daarnaast zijn er veel (circa 500) tankwagensbewegingen benodigd voor de afvoer van al het vrijkomende water naar de verwerker en het oppervlaktewater. Vooral wanneer de afstand tussen de projectlocatie en het ontvangende oppervlaktewater groter wordt neemt de milieubelasting toe.

#### **6.1.4 Financieel**

De kosten voor dit scenario zijn geraamd op basis van hoofdposten. De kosten voor tijdelijke ESP, olie en gasscheider, afvoer van de boorspoeling (eerst opgepompte water) en bassin zijn niet meegenomen in de kostenraming. Hieronder is de onderverdeling van de kosten van scenario 1A voor het testen en ontwikkelen van twee putten aangegeven:

- Vergunningaanvraag en onderzoek € 30.000,-
- Beluchting / ontijzering € 30.000,- € 45.000,=

---

• Gebruik zakken- en kaarsenfilter	€ 25.000,-
• Transportkosten ( 20 – 100 km)	€ 50.000,- € 100.000,=
• Lozingskosten RWS	€ 10.000,-
• Overige kosten (analyse)	€ 10.000,-
• Afvoer residu naar verwerker	€ 15.000
<b>Geraamde totale kosten:</b>	<b>€ 170.000 – € 235.000,=</b>

### 6.1.5 Aandachtspunten

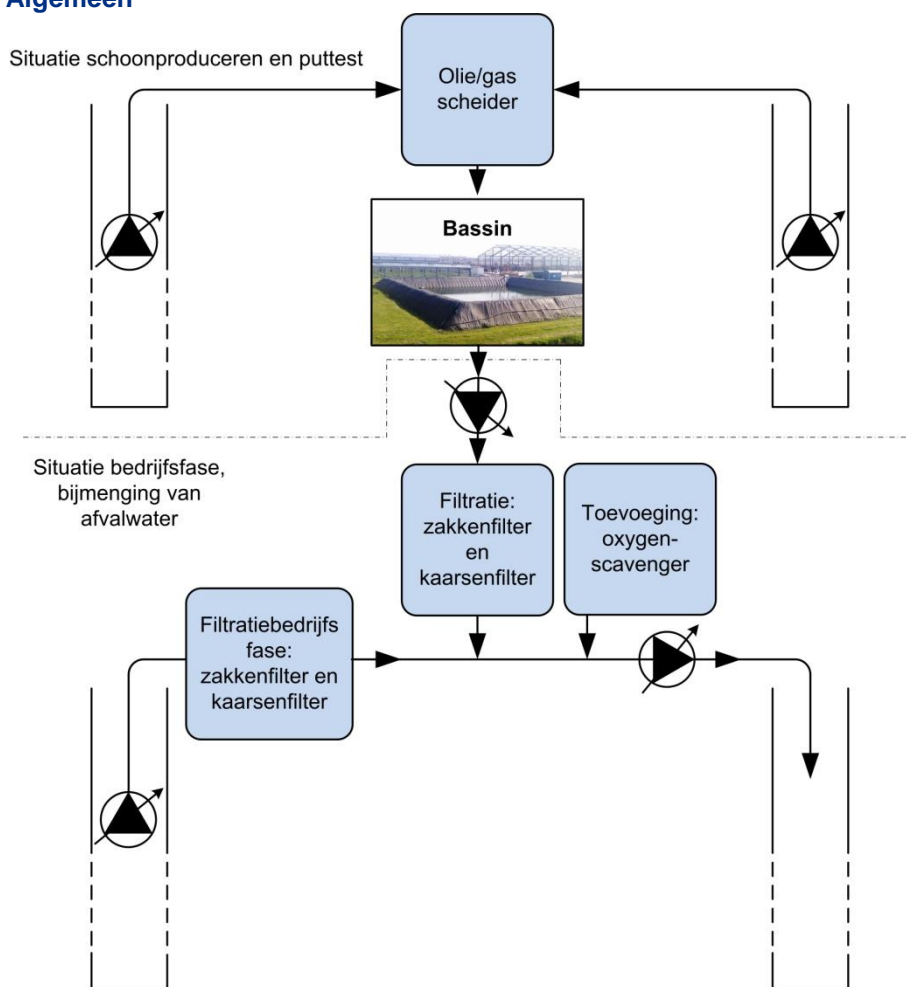
De belangrijkste aandachtspunten voor dit scenario zijn:

- Het is duidelijk dat voor het lozen een vergunning Waterwet moet worden aangevraagd. De procedure tijd is minimaal negen maanden. Dit betekent dat de voorbereiding in een veel vroeger stadium moeten starten.
- Op dit moment lopen er een drietal aanvragen. Als de vergunningen voor deze drie projecten zijn afgegeven is meer duidelijk welke eisen aan de lozing worden gesteld en op welke zout oppervlaktewater mag worden geloosd. De verwachting is dat begin 2017 hier meer duidelijkheid over is.
- In het verleden hebben er ook lozingen van testwater plaatsgevonden op zoet oppervlaktewater. Het is nog onduidelijk of en onder welke voorwaarden er in de toekomst geloosd mag worden. Mocht blijken dat dit niet worden toegestaan dan betekent dit dat project die ver weg liggen van zout oppervlaktewater of “oppervlaktewater dat geen bijzondere bescherming behoeft” hun transportkosten sterk zien stijgen.

## 6.2 Uitwerking scenario 2B: Bergen, filteren en terugpompen in injector

### 6.2.1 Algemeen

Figuur 2  
Schematisatie  
scenario 2B



Uit beide putten wordt eerst de boorspoeling met tankwagens afgevoerd, totdat het gehalte aan onopgeloste bestanddelen < 100 mg/l, procedure conform toelichting scenario 1B.

---

Het water wordt opgepompt en ontwikkeld met een tijdelijke ESP en gebufferd in een bassin, waarin het vrijkomende test en ontwikkel water van beide putten geborgen wordt. Wanneer het geothermie systeem gereed is en in gebruik genomen is, wordt het water met een laag debiet van 5 m<sup>3</sup>/h uit het bassin gepompt, wordt het gefilterd en ontdaan van zuurstof en vervolgens toegevoegd aan het gefilterde water uit de producer, waarna het vermengd wordt en geïnjecteerd wordt in de injector.

### 6.2.2 Technisch

#### Bassin

Het vrijkomende test en ontwikkelwater wordt opgeslagen in bassins met een totale inhoud van circa 9.000 m<sup>3</sup> (dit komt neer op bijvoorbeeld twee bassins van 55 x 40 x 2,75 meter). De toegepaste bassins bestaan uit een gegraven wal met daarin een folie aangebracht om leegloop te voorkomen. Het bassin dient tevens afgedekt te worden met een folie (POLYEXTRA), waardoor er geen regenwater bij het opgeslagen water kan komen waardoor de opgeslagen waterhoeveelheid niet toeneemt (zie figuur). Daarnaast wordt oxidatie van het water zo veel mogelijk voorkomen. Tevens wordt voorkomen dat er algengroei en andere vervuiling ontstaat. Uitgaande dat de levering van de geothermie installatie 24 uur per dag is, is het bassin in theorie in 75 dagen geleegd.

*Figuur 3 Bassins met afdekkfolie*



#### Filtering

Door de verschillende reacties is het gebufferde water vermoedelijk veranderd van samenstelling. Verschillende stoffen zullen zijn uitgevlokt en bezonken. Een groot gedeelte van het uitgevlokte materiaal en van de onopgeloste bestanddelen zal zijn bezonken. Om het restant aan zwevende delen te verwijderen uit het water wordt het water door middel

---

van de gebruikelijke methoden van een zakkenfilter en kaarsenfilter gefilterd, waarbij een micronage van 2 um wordt toegepast.

**Toevoeging: oxygen scavenger**

Om zuurstof uit het water te verwijderen dat is opgelost als gevolg van blootstelling aan de lucht wordt oxygen scavenger toegevoegd. Dit zijn veelal sulfieten die reageren met het opgeloste zuurstof, waardoor dit zuurstofloos wordt. Oxygen scavenger wordt veel gebruikt in de olie en gas industrie om corrosie van casings als gevolg van zuurstof te voorkomen.

**Overige toevoegingen**

Om de casings nog extra te beschermen tegen corrosie, wordt in veel gevallen ook een corrosie inhibitor toegevoegd. De inhibitor hecht zich aan het staal en werkt voor een bepaalde periode. De inhibitor hoeft alleen gedurende de eerste batch en eventueel in tussentijdse batches gedurende het proces toegevoegd te worden.

Voor een juiste werking van de inhibitor is de juiste pH van belang. Daarnaast kunnen ongewenste reacties in het reservoir worden voorkomen, als de pH van het te injecteren water vergelijkbaar is met die van het reservoir. Om deze redenen worden pH verhogende of verlagende additieven toegevoegd.

Soms worden ook biociden toegevoegd om de groei van micro-organismen in de put tegen te gaan (zogenaamde biofouling). Biofouling kan zowel verstoppend werken als ook corrosie katalyseren. Het is overigens sterk de vraag of biofouling bij de hoge temperaturen en drukken en bij de vaak minimale substraathoudende waterkwaliteiten op filterdiepte zal plaatsvinden.

**Monitoring**

Tijdens suppletie van het testwater zal er monitoring van het te injecteren water moeten plaatsvinden. Denk vooral aan het zuurstofgehalte van het te injecteren water. Op basis van deze metingen moet eventueel de mate van toevoeging van oxygen scavenger worden bijgesteld.

**6.2.3 Maatschappelijke acceptatie**

De techniek van herinfiltratie in de eigen putten lijkt maatschappelijk gezien aantrekkelijk te zijn. Er wordt geen ander milieucompartiment belast (oppervlaktewater) en er vinden geen (of beperkte) transportbewegingen plaats. De case rond het herinjecteren van afvalwater bij



---

de oliewinning in Schoonebeek geeft aan dat de maatschappelijke acceptatie op een bepaald moment wel zou kunnen afnemen (**Ministerie van EZ, 2015**). De discussie zal hierbij mogelijk gaan over zaken die aan het testwater worden toegevoegd (bv oxygen scavenger en biociden).

#### 6.2.4 Financieel

De kosten voor dit scenario zijn geraamd op basis van hoofdposten. De kosten voor tijdelijke ESP, olie en gasscheider en afvoer van de boorspoeling (eerst opgepompte water) zijn niet meegenomen in de kostenraming. Hieronder is de onderverdeling voor het testen en ontwikkelen van 2 putten aangegeven:

• Algemeen	€10.000,-
• Afdekken bassin (4.000 m <sup>2</sup> )	€ 20.000,-
• Gebruik zakken- en kaarsenfilter	€ 50.000,-
• Pompen en leidingen	€ 15.000,-
• Toevoeging: oxygen scavenger	€ 10.000,- -- € 30.000,-
• Analysekosten	€ 10.000,-
• Monitoring	€10.000,-
• Afvoer residu	€15.000,-
<b>Geraamde totale kosten:</b>	<b>€ 140.000,- -- € 160.000,=</b>

#### 6.2.5 Aandachtspunten

De belangrijkste aandachtspunten voor dit scenario zijn:

- Het testwater is van een andere samenstelling dan het formatiewater doordat het aan de lucht is blootgesteld en doordat het zand- en slibresten bevat. Ondanks het zeer grondig filtreren van het water en het toevoegen van stoffen om het opgeloste zuurstof te verwijderen, blijft er onzekerheid bestaan over de invloed van het te infiltreren testwater op de injectiviteit van put.
- Omdat het testwater pas tijdens de exploitatiefase zal worden bijgemengd betekent dat het volledig testwater moet worden opgevangen in bassins ( 9.000 m<sup>3</sup> ). Dit maakt dat dit alternatief in stedelijke omgeving minder haalbaar is en er wellicht al bijgemengd moet worden tijdens de testfase.

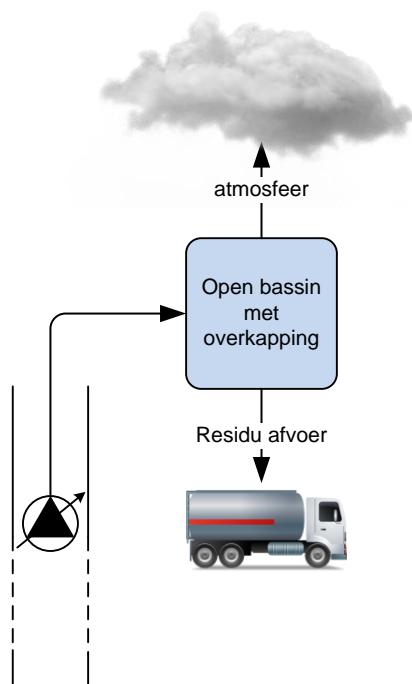
- 
- SodM heeft aangegeven dat het waarschijnlijk is dat de eisen rond de bassins (Barmm) strenger zullen worden. Dit zal mogelijk tot extra kosten leiden en maakt alternatieven met kleinere bassins meer aantrekkelijk.

---

## 6.3 Uitwerking scenario 5: Verdampen

### 6.3.1 Algemeen

Figuur 4 Verdamping



Uit beide putten wordt eerst de boorspoeling met tankwagens afgevoerd, totdat het gehalte aan onopgeloste bestanddelen < 100 mg/l, procedure conform toelichting scenario 1B. Het water wordt opgepompt en ontwikkeld met een tijdelijke ESP en gebufferd in een bassin, waarin het vrijkomende test water van beide putten geborgen wordt. Het opgeslagen water wordt verdampt tot een residu achterblijft dat afgevoerd wordt ter verwerking.

---

## 6.3.2 Technisch

### Bassin

Het vrijkomende test en ontwikkelwater wordt opgeslagen in bassins met een totale inhoud van circa 9.000 m<sup>3</sup> (dit komt neer op bijvoorbeeld twee bassins van 55 x 40 x 2,75 meter). De toegepaste bassins bestaan uit een gegraven wal met daarin een folie aangebracht om leegloop te voorkomen.

### Overkapping

Om te voorkomen dat regenwater het bassin vult (ca. 1800 m<sup>3</sup>/jaar) en de wind vrij kan passeren, wordt een demontabele overkapping boven de bassins geplaatst. Deze overkappingen zijn opgebouwd uit een demontabel frame met folie overspanning. Hierdoor zijn ze herbruikbaar op andere locaties. In het financiële overzicht is uitgegaan van de aanschaf van een overkapping van 45x55x3m. Type Clearspan, fabrikaat Spantech. Dergelijke constructies worden ook verhuurd t.b.v. evenementen. Vanwege de lengte van het verdampingsproces lijkt het financieel niet aantrekkelijk te huren. Mogelijk kan de overkapping na gebruik worden verkocht.

### Verdamping

Het water in het bassin zal verdampen aan de atmosfeer. De snelheid waarmee dat gebeurt, is afhankelijk van een groot aantal factoren. De verdamping zal tussen de 1,5 en 2 jaar duren (zie figuur 6)

Door het verdampen van water zal warmte worden onttrokken aan het water, om de temperatuur (een factor die de verdampingssnelheid beïnvloed) constant te houden dient warmte aan het water te worden toegevoegd. Dit kan de atmosfeer zelf zijn maar er kan ook extra (bijvoorbeeld geothermische overcapaciteit) worden toegevoegd aan het water. Hierbij versnelt de verdamping en neemt ook het adiabatisch vermogen toe, daarbij ontstaat een nieuwe evenwichtssituatie waarbij het toegevoegd vermogen gelijk komt met het adiabatisch vermogen en overige verliezen.

*Figuur 5  
Verdampingsnelheid*

INPUT		RESULTANTEN	
Wateroppervlak [A]	3000 m <sup>2</sup>	dampdruk [pw]	1705,064 Pa
Luchtsnelheid [v]	3,5 m/s	verzadigingsdruk [pws]	1683,780 Pa
Atmosfeertemperatuur [Ta]	15 °C	Vochtigheidsratio verzadigd [xs]	0,011 kg/kg
Relatieve luchtvochtigheid	75%	Vochtigheidsratio lucht [x]	0,008 kg/kg
luchtdruk [pa]	1000 HPa	Verdampingscoëfficiënt [ec]	91,500 kg/m <sup>2</sup> .h
Verdampingsenthalpie [hwe]	2249 kJ/kg		
Watervolume [qv]	8100 m <sup>3</sup>	Verdamping	702,800 kg/h
			0,195 kg/s
		Adiabatisch vermogen	439,055 kW
		Verdampingstijd	480 dagen

Nadat het water is verdampt blijft een verontreinigd residu (veel zouten) achter dat dient te worden afgevoerd.

### 6.3.3 Maatschappelijke acceptatie

De maatschappelijke acceptatie van het langdurig opslaan in open bassins en het verdampen/vernevelen is onzeker. Ervaringen met de discussie rond schaliegas geven aan dat dit erg gevoelig kan liggen.

### 6.3.4 Financieel

De kosten voor dit scenario zijn geraamd op basis van hoofdposten. De kosten voor tijdelijke ESP, olie en gasscheider en afvoer van de boorspoeling (eerst opgepompte water) en het bassin zijn niet meegenomen in de kostenraming evenals het toevoegen van warmte ter versnelling van de verdamping. Hieronder is de onderverdeling voor het testen en ontwikkelen van twee putten aangegeven. Onzekerheid bestaat over de eventuele restwaarde van de overkapping en afvoer van het zoute residu.

- Algemeen € 10.000,-
- Overkapping (45x55x3m) € 240.000,-
- Restwaarde overkapping € P.M.
- Overige kosten (analyse, vergunningen) € 10.000,-
- Afvoer residu naar verwerker € 30.000,- - € 50.000,-

**Geraamde totale kosten: € 290.000,- - € 310.000,-**

---

### 6.3.5 Aandachtspunten

Dit scenario kent de volgende aandachtspunten:

- SodM heeft aangegeven dat het waarschijnlijk is dat de eisen rond de bassins (Barmm) strenger zullen worden. Dit zal mogelijk tot extra kosten leiden en maakt alternatieven met kleinere bassins meer aantrekkelijk. Verder is de opslag van afvalstoffen over een langere periode vergunningplichtig (Barmm is tijdelijk). Het is onzeker wie bevoegd gezag wordt voor deze inrichting (niet in hoofdzaak mijnbouw). Dit bevoegd gezag zou vanwege de duur van de opslag nadere (kostenverhogende eisen) kunnen stellen aan de bassins.
- Het langdurig opslaan en verdampen van testwater kan mogelijk leiden tot een afname van de publieke acceptatie van geothermie als schone technologie.
- De kosten van verdampen worden voor het grootste gedeelte bepaald door de overkapping. Vanwege de hoge kosten lijkt dit alternatief financieel minder aantrekkelijk. Alternatieve overkappingsmethoden (b.v. gebruik van een niet gebruikte kas) kunnen leiden tot een reductie van de kosten. Mogelijk kan ook nog worden gekeken naar de verdampingsmethoden die gebruikt zijn bij het geothermieproject op de locatie van VITO (Mol, België).

### 6.4 Besluitvormingsproces/beslismodel

De ontwikkelingen rond het lozen van testwater zijn de afgelopen periode in een stroomversnelling gekomen. Hierdoor is er meer duidelijkheid ontstaan met name over het lozen op zout oppervlaktewater. De verwachting is dat het begin 2017 helder is onder welke voorwaarden mag worden geloosd en op welk oppervlaktewater. Op basis van de vergunningen die op dit moment in behandeling zijn lijkt er voldoende ruimte te zijn om te lozen en leidt de zuivering niet tot extreme toename van de kosten. Dit betekent dat voor geothermie projecten die in de nabijheid van zout oppervlaktewater liggen, de voorkeur zal liggen bij het afvoeren en lozen. Dit is ook omdat de verstoppingrisico's samenhangend met het bijmengen van testwater in het injectiewater als relatief hoog worden ingeschat. In die gevallen waarbij zout oppervlaktewater op grote afstand ligt (> 100 km) worden alternatieven aantrekkelijk. Vooral nog lijkt hier, ondanks de risico's t.a.v. verstopping, het

---

herinfiltreren te prevaleren boven het verdampen. Dit vanwege de hoge kosten, de strenge eisen ten aanzien van langdurig opslaan en het gevaar voor publieke weerstand.

# 7

## Conclusies en aanbevelingen

### 7.1 Conclusies

Uit het onderzoek kunnen de volgende conclusies en aanbevelingen worden getrokken:

#### 7.1.1 Juridisch kader

Het onderzoek naar de juridische mogelijkheden van het lozen op oppervlaktewater heeft de volgende zaken duidelijk gemaakt:

- Het lozen van testwater op het oppervlaktewater is vergunningplichtig in het kader van de Waterwet. Het bevoegd gezag voor deze lozing is afhankelijk van een aantal factoren. Mogelijke bevoegde gezagen: burgemeester en wethouder van de gemeente, Minister EZ, Minister I&M en het bestuur van het Waterschap (regionale wateren).
- Het aanvragen van een vergunning verloopt via een uniforme openbare voorbereidingsprocedure en vergt ongeveer zes maanden.
- Op dit moment is nog geen officiële vergunningaanvraag Waterwet voor het lozen van testwater afgegeven. (er zijn er twee in voorbereiding)
- Het beleidsmatige kader waaraan een vergunningaanvraag wordt getoetst is niet geheel duidelijk. Hiermee lijkt elke vergunningaanvraag een proces van kader stellen en onderhandelen over de lozing en de voorwaarden waaronder die lozing mag plaatsvinden. Dit creëert veel onzekerheid en onduidelijkheid bij de operators.

Ervaringen bij het lozen van zout grondwater vanuit bodemenergieopslagsystemen op zout oppervlaktewater geeft een eerste beeld van het beleidsmatige en afwegingskader van het bevoegd gezag. Dit kader houdt o.a. in dat:

- De overheid vast houdt aan het preventiebeleid waardoor een lozing:
  - o Zijn verontreiniging moet verminderen met de best beschikbare technieken en
  - o Er vergaande maatregelen moeten worden genomen met het oog op het bereiken van de gewenste waterkwaliteit.
- Er de volgende eisen aan de lozing werden gesteld verleende vergunningen):
  - o Verlaging ijzergehalte tot 5 mg/l.
  - o Verlaging opgeloste stof tot 50 mg/l.
  - o Maximaal zoutgehalte 10.000 mg/l.



---

Het lozingskader rond de zout water lozing bij bodemenergiesystemen geeft een richting voor het kader voor testwater maar er zijn nog veel vragen zoals:

- Worden de lozingseisen die voor bodemenergiesystemen worden gehanteerd onverkort overgenomen voor testwater?
- Hoe om te gaan met de veel hogere zoutgehalten van het testwater (verdunnen?).
- Mag er alleen op zout oppervlaktewater (Rijkswateren) worden geloosd?
- Gaan de lozingseisen per locatie en per project variëren?
- Hoe wordt het preventiebeleid concreet uitgewerkt voor testwater en wat betekent dit voor testwater?
- Het gebruik van de BBT en de emissie-immissietoets in de praktijk voor het beoordelen van de lozing van testwater?
- Is het wenselijk en haalbaar om algemene regels voor het lozen van testwater te formuleren en deze in de wetgeving op te laten nemen zodat het lozen van testwater wordt vrijgesteld van de vergunningplicht ?

Het is wenselijk om voor de hele geothermiesector te komen tot een duidelijk beleidskader en een set vergunningvoorwaarden.

### 7.1.2 Technisch financieel kader

- Er zijn in het onderzoek diverse methoden voor het lozen en reduceren van het testwater onderzocht. Op basis van een brede afweging komen de volgende opties als meest aantrekkelijk naar voren:
  - het lozen op Rijkswater,
  - het herinfiltreren in de eigen injector en
  - het verdampen van het testwater
- Technieken om het testwater te reduceren zijn voorlopig afgefallen. De technieken worden wellicht in de toekomst interessant als bewezen kan worden dat daarmee ook de capaciteit van de putten kan verbeteren. Op dit moment wegen de extra kosten niet op tegen de vermeende voordelen.
- De drie scenario's die zijn bekeken variëren in prijs tussen de € 150.000 en 300.000,=. De uiteindelijke keuze zal gedeeltelijk worden bepaald door de prijs maar zal ook afhankelijk zijn van:
  - De afstand tot zout Rijkswater;
  - Mag het testwater geloosd worden op het Rijkswater;

- 
- De risicoperceptie, en t.z.t. de waargenomen effecten ten aanzien van het herinfiltreren van het testwater;
  - Hoelang een bassin gehandhaafd kan worden i.v.m. ruimtebeslag, vergunningen en maatschappelijke acceptatie.

Op basis van de vergunningen die op dit moment in behandeling zijn lijkt er voldoende ruimte te zijn om te lozen en leidt de zuivering niet tot extreme toename van de kosten. Dit betekent dat voor geothermie projecten die in de nabijheid van zout oppervlaktewater liggen, de voorkeur zal liggen bij het afvoeren en lozen. Dit is ook omdat er vooralsnog veel zorgen zijn bij de operators over het bijmengen van testwater in het injectiewater.

## 7.2 Vervolgonderzoek

### 7.2.1 Industriële standaard lozen op oppervlaktewater

Het testwaterproject heeft diverse alternatieve lozingsmethode bekeken. Ook is er uitgebreid onderzoek gedaan naar het juridische kader rond het lozen op oppervlaktewater. Het probleem is dat het beleidsmatige kader en de wijze waarop daar bij individuele projecten invulling aan wordt gegeven sterk verschillend is. Er is dus dringend behoefte aan een meer generiek toepasbaar beleidsmatig kader. Hierdoor weten de individuele projecten in een veel vroege stadium wat de randvoorwaarden zijn, welke zuiveringstechnieken men dient toe te passen en/of men moet/kan uitwijken naar alternatieve lozingsmethoden.

Uiteindelijk moet dit leiden tot een industriële standaard voor de geothermiesector die geaccepteerd is door bevoegd gezag. De geothermiesector zou hier op de onderstaande manier richting aan kunnen geven:

#### **Stap 1 Verdieping huidig beleidsmatig kader lozen op oppervlaktewater**

De verdieping moet voor alle stakeholders duidelijk maken welk beleidsmatig kader wordt

---

gehanteerd. Het wettelijk kader van de Waterwet lijkt vrij helder. Duidelijkheid is vooral gewenst rond het beleidsmatige kader. Dit betreft o.a.:

- Kader rond het Nationaal Waterplan en de Kaderrichtlijn water;
- Nadere verdieping rond het thema Best beschikbare technologieën (= principe vermindering van de verontreiniging);
- Nadere verdiepen rond het thema emissie-immisietoets. (= principe geen significante verslechtering);
- Verdieping rond de eisen uit Activiteitenbesluit en Blbi die bij gelijksoortige lozingen (bronnering, bodemenergie) gelden
- Eventuele andere relevante beleidsoverwegingen en documenten die nog niet op ons netvlies staan.

### **Stap 2 Beschrijven gewenste ontwikkelingen kwaliteit oppervlaktewater**

Hierbij moet duidelijk worden welke ontwikkeling de overheid voorziet met betrekking tot de kwaliteit van het oppervlaktewater o.a.:

- Bepalen kader vanuit Beheer en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren (2010-2015)

### **Stap 3 Industriële standaard**

Op basis van het beleidskader rond de kwaliteit van het oppervlaktewater (stap 2) en het kader rond het lozen (stap 1), kan de branche in samenspraak met het bevoegd gezag een toetsingskader vaststellen. Aan de hand van een of twee geothermie cases kan hiermee het lozingskader worden bepaald. Afhankelijk van het ontvangende oppervlaktewater kan het lozingskader variëren; ook is mogelijk dat voor bepaalde oppervlaktewatersystemen een lozing uiteindelijk niet wordt toegestaan.

### **Stap 4 Implementeren/verankeren van industriële standaard**

Om een meer generieke benadering van het lozen te borgen zal de industriële standaard door alle stakeholders (operators en bevoegd gezag) moeten worden gebruikt en, waar het gewenst is, juridisch worden verankerd.

---

## 7.2.2 Technische zaken

- **Industriële standaard puttesten en –ontwikkelen.**

De huidige methode van puttesten is sterk gericht op het aantonen van de capaciteit van de put(ten) in relatie tot het garantiefonds. De aandacht voor het verwijderen van eventueel nog aanwezig skin en het verminderen van de hoeveelheid onopgeloste stoffen is beperkt. Dit kan leiden tot een beperking van de injectiviteit (en ook van de productiviteit) met als gevolg hoge onderhoudskosten.

Het is aan te bevelen een industriële standaard te ontwikkelen rond het testen en het ontwikkelen van putten. In die standaard zou de volgende zaken opgenomen moeten zijn:

- Normen voor de zand- en slibhoudendheid van het geproduceerde water (zowel producer als injector);
- Normen voor de skin rond producer en injector;
- Methoden om effectief te ontwikkelen en in welke volgorde. Hierbij ook vastleggen wat de normen zijn in de diverse stadia van ontwikkelen

- **Verminderen testwater**

Naast de diverse lozingsopties zijn in het onderzoek ook een aantal alternatieven aangegeven om de hoeveelheid testwater te reduceren. Het aan te bevelen deze verder te onderzoeken:

- *Reductietechnieken*  
Reductie technieken zoals tweelingpompen en coil-tubing zijn bewezen techniek maar nog niet gebruikt binnen de Nederlandse geothermie projecten. Een extra voordeel zou kunnen zijn dat deze technieken ook tot beter producerende putten kan leiden.
- *Nieuwe puttest*  
Voor de huidige puttest moet veel water worden verpompt. Nader onderzoek naar puttesten op basis van harmonische pulsen kan duidelijk

---

maken of hiermee een sterke reductie kan worden bereikt.

### 7.2.3 Overige zaken

- **Testen in stedelijke omgeving**

Alle bekeken scenario's gaan uit van het gebruik van grote bassins ( 4.500 – 9.000 m<sup>2</sup> ). In stedelijk omgeving is het maken van dergelijk bassins veelal niet mogelijk. Alternatief voor de stedelijke omgeving is het gebruik van een gesloten bassin, in de vorm van zakken van gecoat polyesterdoek. Een voorbeeld van deze zakken (winbag van 500 m<sup>3</sup> ) gegeven in onderstaande figuur.



De maximale temperatuur van het water dat in de zakken wordt opgeslagen is 70°C, het water dient dus in veel gevallen eerst afgekoeld te worden. Daarnaast dient nagegaan te worden of er aanvullende maatregelen getroffen moeten worden om calamiteiten te voorkomen (bijvoorbeeld bij het lek raken van een winbag). Het kan zijn dat de winbags in een opgesloten omgeving moeten liggen en ten behoeve van noodsituaties afvoer naar riolering aanwezig is (nagaan nieuwe Barmm-wetgeving)

# 8

---

## Gebruikte literatuur en informatie

1. **Ahn, S., 2012**, Pressure pulse testing in heterogeneous reservoirs.
2. **Fokker, P. et al, 2013**, Numerical modeling of periodic pumping tests in wells penetrating in heterogeneous reservoir.
3. **Fokker, P., Verga, F., 2011**, Application of harmonic pulse testing to water–oil displacement.
4. **IF Technology, 2002**. NVOE richtlijnen, NVOE.
5. **Kas als energiebron, 2014**. Geothermie handboek, deel 1.
6. **Ministerie van EZ, 2015**, Beantwoording kamervragen door Minister Kamp, over berichtgeving RTV Oost over het gevaar voor mens en natuur van afvalwaterinjectie van NAM, Kenmerk DGETM-EO / 16023242
7. **RHDHV, 2016**. Notitie, afweging long list naar short list, productiewater Schoonebeek.
8. **Jan-Erik Rosberg, 2010**., Engineering Geology, Lund University, Sweden; World Geothermal Congress 2010, Bali Indonesia 25 – 29 April 2010: "An Effective Well Development Method for deep screen completed Wells".
9. **Sun, A., et al, 2015**, Using pulse testing for leakage detection in carbon storage reservoirs: A field demonstration
10. **TNO, 2014**. Filtration in the surface installation of a geothermal doublet: from practice to better practise to best practise. TNO 2103 R11739.

# Bijlage 1

## Notitie juridische inventarisatie

Deze notitie is opgesteld door Karin Weisenborn, Lawyers Alliance, in opdracht van DAGO, en valt binnen het project “omgaan met testwater” dat geleid wordt door IF Technology en gefinancierd wordt vanuit de KennisAgenda geothermie.

### 1. Aanleg geothermie doublet

#### § 1.1 Introductie

Geothermie (of aardwarmte) is energie die in de vorm van warmte in de ondergrond is opgeslagen. Deze energie wordt aan de ondergrond onttrokken door de productie van grondwater<sup>1</sup> (**formatiewater**) uit zich in de diepe ondergrond bevindende watervoerende, voldoende doorlaatbare (permeabele), gesteentelagen (**aquifers**). Na opname van (een deel van) de warmte van het water door een warmtewisselaar wordt het (gedeeltelijk) afgekoelde water teruggepompt (geïnjecteerd) in de aquifer waar het uit afkomstig was. Productie en injectie van het formatiewater vindt plaats door middel van twee putten, de producer en de injector (samen het doublet). Bovengronds bevinden de producer en injector zich dicht bij elkaar op hetzelfde terrein, ondergronds, ter diepte van de aquifer, op een afstand van tenminste anderhalve kilometer.

#### §1.2 Opsporingsvergunning – productietest – winningsvergunning

De aanleg en het testen van beide boorgaten van het doublet zijn onderdeel van de opsporingsfase en worden uitgevoerd op grond van een opsporingsvergunning voor aardwarmte.

Bij de aanleg van een boorgat wordt boorvloeistof (**boorspoeling**) gebruikt, water met daarin opgelost verschillende stoffen. Een geringe hoeveelheid van deze boorspoeling dringt als gevolg van de druk van de spoelingskolom in het boorgat het omliggende gesteente binnen en kan rond het boorgat de permeabiliteit van de aquifer plaatselijk, al dan niet tijdelijk, beïnvloeden (skin).

Om de productiviteit van de aquifer (en het boorgat) te bepalen wordt na aanleg van het eerste boorgat een productietest uitgevoerd. Met de productietest worden de eigenschappen van de aquifer, zoals de permeabiliteit van het gesteente en de temperatuur en samenstelling van het formatiewater vastgesteld. De productietest moet zo worden uitgevoerd dat de uiteindelijke productiviteit van het boorgat en de aquifer kan worden vastgesteld, dus zonder tijdelijk skin effect.

De resultaten van de productietest zijn bepalend voor de besluitvorming over de aanleg van het tweede boorgat.

#### §1.3 Mijnbouwwerk: aanleg en testen boorgat - omgevingsvergunning en Barmm

<sup>1</sup> Zie voor definities bijlage I

---

Een boorgat wordt aangelegd met behulp van een mobiele installatie. Het terrein waarvandaan de putten van het doublet worden geboord is vanaf de aanvang van de aanleg van het eerste boorgat (producer of injector) een mijnbouwwerk als bedoeld in artikel 1, onderdeel n, van de Mijnbouwwet.

Op de aanleg en het testen van de boorgaten is het Besluit algemene regels milieu mijnbouw (**Barmm**) van toepassing, tenzij de mobiele installatie wordt geplaatst in natuurgebied of binnen de  $10^{-6}$  per jaar veiligheidscontour van een beperkt kwetsbaar object. In dat geval is het Barmm niet van toepassing maar is een mijnbouwmilieuvergunning vereist, te verlenen door de Minister van Economische Zaken (**MEZ**).

Afhankelijk van de inrichting van het terrein, inrichting met het oog op alleen de opsporingsfase of inrichting met het oog op de opsporings- en winningsfase, moet voordat het terrein wordt aangelegd een omgevingsvergunning worden aangevraagd bij de betreffende gemeente of MEZ.

In het eerste geval, inrichting terrein met het oog op alleen de opsporingsfase, bevat de door de gemeente te verlenen omgevingsvergunning géén voorschriften met betrekking tot de aanleg en het gebruik van het terrein als mijnbouwwerk bestemd voor de opsporing van aardwarmte<sup>2</sup>. Op de aanleg en het testen van de boorgaten van het doublet zijn alleen de algemene voorschriften uit, en eventueel door MEZ te stellen maatvoorschriften op grond van, het Barmm van toepassing.

In het tweede geval, inrichting terrein met het oog op de opsporings- en winningsfase, bevat de door MEZ te verlenen omgevingsvergunning voorschriften specifiek voor de aanleg en het gebruik van het terrein als mijnbouwwerk bestemd voor de opsporing en winning van aardwarmte. Op de aanleg en het testen van de boorgaten van het doublet zijn deze voorschriften van toepassing naast de algemene voorschriften uit, en eventuele maatvoorschriften op grond van, het Barmm.

N.B. In het geval dat het eerste boorgat een succes is wordt het tweede boorgat van het doublet direct na de productietest van het eerste boorgat aangelegd. Vanaf dat moment wordt ook al begonnen met de inrichting van het betreffende terrein als mijnbouwwerk bestemd voor de winning van aardwarmte. Voor deze inrichting is een door MEZ te verlenen, op de winning van aardwarmte toegesneden, omgevingsvergunning vereist.

Gelet op de tijd die nodig is voor het verkrijgen van een omgevingsvergunning of een wijziging daarvan en het feit dat niet de gemeente maar MEZ de omgevingsvergunning voor een mijnbouwwerk verleent, is het efficiënter om al direct, voor de aanleg van het

---

<sup>2</sup> Het verbod zonder omgevingsvergunning een mijnbouwwerk op te richten of in werking te hebben (Wet algemene bepalingen omgevingsrecht artikel 2.1 lid 1 sub e) geldt op grond van artikel 2.5 van het Besluit omgevingsrecht namelijk niet voor een mobiele installatie op land met bijbehorend terrein tenzij deze mobiele installatie is geplaatst bij een voor winning bestemd mijnbouwwerk



---

eerste boorgat, een omgevingsvergunning voor het terrein en de inrichting daarvan als mijnbouwwerk voor de opsporing en de winning aan te vragen bij MEZ.

## **2. Testwater**

### **§ 2.1 De twee fasen van het testen – bedrijfsafvalwater en afvalwater**

Een productietest is noodzakelijk om de productiviteit van de aquifer en het eerste boorgat, en daarmee de economische winbaarheid van de aardwarmte, te bepalen. Voordat de productietest echter kan worden uitgevoerd moet het boorgat worden schoongespoeld, dat wil zeggen de boorvloeistof uit het boorgat en de zone rondom het boorgat verwijderd.

De vloeistof geproduceerd tijdens de eerste fase van het testen, het schoonspoelen van het boorgat, is vervuild met chemicaliën en moet als bedrijfsafvalwater worden afgevoerd naar een daartoe bevoegde verwerker van dit afval, dan wel, indien de beheerder van het vuilwaterriool hiervoor toestemming geeft, via het vuilwaterriool.

De vloeistof geproduceerd tijdens de tweede fase van het testen, de productietest, bestaat uit formatiewater. Formatiewater is geen zuiver H<sub>2</sub>O. Het is per definitie zout water en kan ook andere stoffen uit de diepe ondergrond bevatten waaronder mogelijk licht radioactieve stoffen (LSA) en zeer lage concentraties zware metalen. Formatiewater is weliswaar afvalwater, namelijk 'alle water waarvan de houder zich ontdoet, voornemens zich te ontdoen of moet ontdoen' is volgens de definitie van de Wet milieubeheer afvalwater, maar het is géén bedrijfsafvalwater want zuiver grondwater.

### **§ 2.2 Test-formatiewater (afvalwater) – opvang en verwijdering**

Tijdens de productietest wordt formatiewater geproduceerd. Dit water wordt in eerste instantie opgevangen op het mijnbouwwerk. Op deze tijdelijke opvang zijn de algemene voorschriften van het Barmm van toepassing alsmede eventuele maatvoorschriften op grond van het Barmm of de door MEZ verleende omgevingsvergunning.

Van het test-formatiewater (d.w.z. grondwater tevens afvalwater maar geen bedrijfsafvalwater) kan men zich op een van de volgende wijzen ontdoen:

1. lozen op het oppervlaktewater;
2. opslag in de ondergrond (bodem);
3. afvoeren
  - a. naar een bevoegde verwerker; of
  - b. via het vuil-/schoonwaterriool, indien de beheerder van dit riool hiervoor toestemming geeft.

Niet alle bovengenoemde wijzen van het zich ontdoen van test-formatiewater zijn in elke situatie toegestaan. Locatie van de beoogde opslag, het lozingspunt en de samenstelling van het test-formatiewater zijn bepalend voor de regels en het beleid die van toepassing

---

zijn op de opslag, lozing, en afvoer van dit afvalwater. In deze notitie worden alleen bovenstaande opties 1 en 2 besproken.

### **Optie 1 - Lozen op het oppervlaktewater**

Het lozen van test-formatiewater op oppervlaktewater is verboden zonder vergunning op grond van artikel 6.2 lid 1 van de Waterwet (**watervedunning**). Ingevolge dit artikel is het namelijk verboden om zonder vergunning stoffen, waaronder begrepen afvalwater, te brengen in een oppervlaktewaterlichaam tenzij bij of krachtens algemene maatregel van bestuur hiervoor vrijstelling is verleend.

Noch het Activiteitenbesluit noch het Blbi verleent voor het lozen van test-formatiewater (door het stellen van algemene regels voor lozingen in het kader van de activiteit aanleg en testen van boorgaten voor de geothermie) vrijstelling van het verbod om zonder watervedunning test-formatiewater op oppervlaktewater te lozen. Evenmin wordt bij of krachtens een algemene maatregel van bestuur op grond van de Mijnbouwwet vrijstelling verleend: noch het Mijnbouwbesluit noch het Barmm geeft regels voor de lozing van formatiewater anders dan vanaf een mijnbouwwerk dat is geplaatst in een oppervlaktewater (mijnbouwinstallatie).

Bovenstaande betekent dat voor de lozing van test-formatiewater in een oppervlaktewater altijd een watervedunning nodig is. Bevoegd gezag voor het verlenen van deze watervedunning is:

- a. Indien de lozing plaatsvindt vanaf het mijnbouwwerk: hetzij burgemeester en wethouders van de gemeente waar het mijnbouwwerk is opgericht hetzij MEZ, afhankelijk van de inrichting van het mijnbouwwerk (alleen gericht op de opsporingsfase of ook al op de winningsfase);
- b. Indien de lozing niet vanaf het mijnbouwwerk plaatsvindt en het oppervlaktewaterlichaam waarin het test-formatiewater wordt geloosd is:
  - i. een rijkswater: de Minister van Infrastructuur en Milieu;
  - ii. een regionaal water: het bestuur van het betrokken waterschap.

Ongeacht welk bestuursorgaan bevoegd is tot verlening van een watervedunning, kan de aanvraag om een watervedunning altijd worden ingediend bij de burgemeester en wethouders van de gemeente waar de lozing (in hoofdzaak) plaatsvindt. In de praktijk moet de aanvraag worden ingediend via een digitaal loket (het 'omgevingsloket online').

Op de voorbereiding van het besluit tot verlening van een watervedunning is de uniforme openbare voorbereidingsprocedure van afdeling 3.4 van de Awb van toepassing. De uitzondering op deze procedure waardoor de reguliere, in plaats van de uniforme openbare, procedure van de Awb gevolgd zou kunnen worden is niet van toepassing. De uniforme openbare voorbereidingsprocedure neemt ongeveer zes maanden in beslag. Zie bijlage II.

---

Doelstelling van de Waterwet is het waterbeheer, met het oog op de woonbaarheid van Nederland en de bescherming en verbetering van het watermilieu. Meer concreet betekent dit dat de toepassing van de wet is gericht op:

- a. voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, in samenhang met
- b. bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen en
- c. vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

De aan een watervergunning voor de lozing van test-formatiewater in een oppervlaktewater te verbinden voorschriften zijn op deze doelstellingen gericht en beogen de nadelige gevolgen van de lozing te voorkomen of (gedeeltelijk) weg te nemen opdat verlening van de vergunning niet onverenigbaar is met deze doelstelling. Is verlening van de watervergunning ondanks de mogelijk aan de vergunning te verbinden voorschriften toch niet verenigbaar met bovengenoemde doelstellingen dan wordt deze geweigerd.

N.B. Gelet op de doelstellingen van de Waterwet kan de keuze van het lozingspunt van het (zoute) test-formatiewater bepalend zijn voor de aan de watervergunning te verlenen voorschriften of zelfs de weigering tot verlening van een watervergunning. Naast het op het voor de lozing beoogde oppervlaktewaterlichaam toepasselijke waterplan (of waterplannen) kan van belang zijn of het betreffende oppervlaktewaterlichaam:

- a. zoet of zout water bevat;
- b. aangewezen is als oppervlaktewaterlichaam dat met het oog op het lozen geen bijzondere bescherming behoeft<sup>3</sup>;

---

<sup>3</sup> De in bijlage 2 van de Activiteitenregeling milieubeheer genoemde grote oppervlaktewaterlichamen (gebaseerd op Activiteitenbesluit artikel 1.7 lid 1 onder b)

---

## Optie 2 - Opslag in de ondergrond

Opslag van stoffen in de ondergrond is, in de terminologie van de Mijnbouwwet, het brengen, houden of terughalen van die stoffen beneden de oppervlakte van de aardbodem. De Mijnbouwwet is echter pas van toepassing op opslag van stoffen indien deze worden gebracht op een diepte van meer dan 100 meter beneden de oppervlakte van de aardbodem.

Opslag van test-formatiewater in de ondergrond valt eveneens onder de definities van het begrip 'lozen op of in de bodem' van het Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer (Barim of **Activiteitenbesluit**) en het Besluit lozen buiten inrichtingen (**Blbi**). Deze besluiten zijn van toepassing op de opslag/het lozen van test-formatiewater in de ondergrond tenzij hiervoor regels zijn gesteld krachtens de Mijnbouwwet. Indien dit het geval is treden de lozingsregels van de Mijnbouwwetgeving in de plaats van die van het Activiteitenbesluit en het Blbi.

### *Opslag < 100 meter diepte (lozen in de bodem)*

Op een diepte van minder dan 100 meter beneden de oppervlakte van de aardbodem bevinden zich geen 'afgesloten' voorkomens waarin het test-formatiewater kan worden opgeborgen. Opslag/lozen van test-formatiewater op deze diepte is infiltratie van dit water in de bodem.

Het Barmm is van toepassing op het mijnbouwwerk alsmede op de aanleg en het testen van de boorgaten van het doublet maar geeft geen regels voor het lozen van test-formatiewater. Het Activiteitenbesluit is daarom van toepassing op het lozen van test-formatiewater vanaf het mijnbouwwerk en het Blbi op deze lozingen vanaf een andere locatie dan het mijnbouwwerk.

Op grond van zowel het Activiteitenbesluit als het Blbi is het lozen van test-formatiewater op of in de bodem verboden tenzij dit door het stellen van maatwerkvoorschriften onder voorwaarden toch toegestaan zou worden. N.B. op grond van het Barmm kunnen (door MEZ) maatwerkvoorschriften worden gesteld ter voorkoming of het zoveel mogelijk beperken van bodemverontreiniging, de verontreiniging van het grondwater en de verontreiniging van een oppervlaktewaterlichaam. Ook op grond van het Barmm zouden dus maatwerkvoorschriften kunnen worden gesteld voor het lozen van test-formatiewater.

Gezien het feit dat test-formatiewater zout water is, zal lozing hiervan in of op de bodem niet worden toegestaan tenzij deze maatwerkvoorschriften tenminste bepalen dat het zoutgehalte van het te lozen test-formatiewater zodanig omlaag wordt gebracht dat van zoet water sprake is.

Bevoegd gezag met betrekking tot het lozen van test-formatiewater in de bodem op een diepte van minder dan 100 meter is:

- a. Indien de lozing plaatsvindt vanaf het mijnbouwwerk: hetzij burgemeester en wethouders van de gemeente waar het mijnbouwwerk is opgericht hetzij MEZ, afhankelijk van de inrichting van het mijnbouwwerk (alleen gericht op de opsporingsfase of ook al op de winningsfase),

- 
- b. Indien de lozing niet vanaf het mijnbouwwerk plaatsvindt en geheel of gedeeltelijk op een diepte van:
- i. meer dan 10 meter beneden het maaiveld: gedeputeerde staten van de provincie waar het lozen in de bodem plaatsvindt; of
  - ii. 10 meter of minder beneden het maaiveld: burgemeester en wethouders van de gemeente waar het lozen in de bodem plaatsvindt.

Het bevoegd gezag kan het verbod om test-formatiewater op of in de bodem te lozen, zowel in het geval dit plaatsvindt vanaf het mijnbouwwerk als vanaf een locatie elders, opheffen door het stellen van maatwerkvoorschriften. Bij deze maatwerkvoorschriften kunnen voorwaarden worden gesteld met betrekking tot:

- a. de samenstelling, eigenschappen of hoeveelheid van de lozing en het meten en registreren daarvan;
- b. te treffen maatregelen;
- c. de duur van de lozing; en
- d. de plaats van het lozingspunt.

Op de voorbereiding van het besluit tot opheffing van het verbod om test-formatiewater op of in de bodem te lozen is de reguliere voorbereidingsprocedure van de Algemene wet bestuursrecht (**Awb**) van toepassing tenzij deze lozing aanzienlijke gevolgen voor het milieu zou hebben. In dat geval is de uniforme openbare voorbereidingsprocedure van afdeling 3.4 van de Awb van toepassing. De reguliere procedure van de Awb duurt ongeveer acht weken, de uniforme openbare procedure ongeveer zes maanden.

Zie bijlage II voor een beschrijving van de reguliere en de uniforme openbare voorbereidingsprocedure van de Awb.

#### *Opslag > 100 meter diepte*

De Mijnbouwwetgeving geeft regels voor de opslag/het lozen van test-formatiewater op een diepte van meer dan 100 meter beneden de oppervlakte van de aardbodem. Het Activiteitenbesluit en het Blbi zijn niet van toepassing op deze opslag.

Op grond van de Mijnbouwwetgeving is een opslagvergunning, te verlenen door MEZ, nodig voor het opslaan van test-formatiewater op een diepte van meer dan 100 meter beneden de oppervlakte van de aardbodem. Dit verbod geldt niet voor test-formatiewater dat, al dan niet vermengd met mijnbouwhulpstoffen en op het mijnbouwwerk en het terrein eromheen gevallen hemelwater, wordt teruggebracht in:

- a. hetzelfde voorkomen; of
  - b. een vergelijkbaar voorkomen,
- als waaruit dit formatiewater afkomstig is.

Bovenstaande betekent dat, ongeacht de samenstelling, het test-formatiewater (inclusief eventueel daarmee vermengde mijnbouwhulpstoffen en hemelwater) te allen tijde mag worden teruggebracht in de 'eigen' aquifer (herinjectie) of een daarmee 'vergelijkbaar voorkomen'. Voor herinjectie en injectie in een vergelijkbaar voorkomen is geen opslagvergunning nodig tenzij het test-formatiewater is vervuild met andere stoffen dan die

---

welke zich van nature in het formatiewater bevinden en tijdens de productietest onvermijdelijk met dit water mee naar de oppervlakte zijn gekomen. In dat geval, vervuiling van het test-formatiewater met niet formatiewater eigen stoffen, zal wel een opslagvergunning noodzakelijk zijn voor herinjectie of injectie in een met de aquifer vergelijkbaar voorkomen.

Wat onder een 'vergelijkbaar voorkomen' moet worden verstaan is een kwestie van interpretatie (en overleg met MEZ): mag hier alleen onder worden verstaan een eveneens watervoerende aardlaag van dezelfde ouderdom (zelfde formatie) als de aquifer waaruit het test-formatiewater afkomstig is of mag hier ook onder worden verstaan een (uitgeproduceerd) olie- of gasvoorkomen gelegen in dezelfde formatie als deze aquifer? De Nota van Toelichting op het Mijnbouwbesluit zwijgt over de betekenis van zowel het begrip 'voorkomen' als een 'vergelijkbaar voorkomen'.

Bevoegd gezag voor de opslag van test-formatiewater op een diepte van meer dan 100 meter beneden de oppervlakte van de aardbodem is MEZ.

## Bijlage I

### Definities

Afvalwater (Wet milieubeheer artikel 1.1 lid 1): alle water waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen;

Afvalstoffen (Wet milieubeheer artikel 1.1 lid 1): alle stoffen, preparaten of voorwerpen, waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen;

Bedrijfsafvalwater (Wet milieubeheer artikel 1.1 lid 1): afvalwater dat vrijkomt bij door de mens bedrijfsmatig of in een omvang alsof zij bedrijfsmatig was, ondernomen bedrijvigheid, dat geen huishoudelijk afvalwater, afvloeiend hemelwater of grondwater is;

Bodem (Activiteitenbesluit artikel 1.1 lid 1): bovenste laag van de aardkorst die begrensd is door het vaste gesteente en het aardoppervlak, bestaande uit minerale deeltjes, organisch materiaal, water, lucht en levende organismen;

Bodem (Wet bodembescherming artikel 1): het vaste deel van de aarde met de zich daarin bevindende vloeibare en gasvormige bestanddelen en organismen;

Grondwater (Waterwet artikel 1.1 lid 1): water dat vrij onder het aardoppervlak voorkomt, met de daarin aanwezige stoffen;

Lozen (Activiteitenbesluit artikel 1.1 lid 1): het brengen van:

- 1°. stoffen als bedoeld in artikel 6.1 van de Waterwet in een oppervlaktewaterlichaam;
- 2°. afvalwater of overige vloeistoffen op of in de bodem;
- 3°. afvalwater of andere afvalstoffen in een openbaar hemelwaterstelsel;
- 4°. afvalwater of andere afvalstoffen in een openbaar ontwateringstelsel;
- 5°. afvalwater of andere afvalstoffen in een openbaar vuilwaterriool;
- 6°. afvalwater of andere afvalstoffen in een andere voorziening voor de inzameling en het transport van afvalwater, of
- 7°. water of stoffen als bedoeld in artikel 6.1 van de Waterwet met behulp van een werk, niet zijnde een openbaar vuilwaterriool, op een zuiveringstechnisch werk;

Lozen (Bibi artikel 1.1): brengen van:

- a. stoffen als bedoeld in artikel 6.1 van de Waterwet in een oppervlaktewaterlichaam;
- b. afvalwater op of in de bodem;
- c. afvalwater of andere afvalstoffen in een openbaar hemelwaterstelsel;
- d. afvalwater of andere afvalstoffen in een openbaar ontwateringsstelsel;
- e. afvalwater of andere afvalstoffen in een openbaar vuilwaterriool;
- f. afvalwater of andere afvalstoffen in een andere voorziening voor de inzameling en het transport van afvalwater; of
- g. water of stoffen als bedoeld in artikel 6.1 van de Waterwet met behulp van een werk, niet zijnde een openbaar vuilwaterriool, op een zuiveringstechnisch werk;

Oppervlaktewaterlichaam (Waterwet artikel 1.1 lid 1): samenhangend geheel van vrij aan het aardoppervlak voorkomend water, met de daarin aanwezige stoffen, alsmede de bijbehorende bodem, oevers en, voor zover uitdrukkelijk aangewezen krachtens deze wet, drogere oevergebieden, alsmede flora en fauna;

---

Opslaan van stoffen (Mijnbouwwet artikel 1 sub i): het brengen of houden van stoffen op een diepte van meer dan 100 meter beneden de oppervlakte van de aardbodem, dan wel het terughalen van die stoffen, anders dan het in de ondergrond brengen of houden of daaruit terughalen van stoffen gericht op het onttrekken van aardwarmte aan de ondergrond;

Regionale wateren (Waterwet artikel 1.1 lid 1): watersystemen of onderdelen daarvan die niet in beheer zijn bij het Rijk;

Rijkswateren (Waterwet artikel 1.1 lid 1): watersystemen of onderdelen daarvan die in beheer zijn bij het Rijk. Zie bijlage II van het Waterbesluit voor een lijst met oppervlaktewaterlichamen in rijksbeheer;.

Watersysteem (Waterwet artikel 1.1 lid 1): samenhangend geheel van een of meer oppervlaktewaterlichamen en grondwaterlichamen, met bijbehorende bergingsgebieden, waterkeringen en ondersteunende kunstwerken.



---

## **Bijlage II** **Procedures Awb**

### **Awb Titel 4.1 - reguliere procedure**

Procedure en termijnen:

1. aanvraag indienen bij bevoegd;
2. beslissing binnen van toepassing zijnde wettelijke termijn of, bij het ontbreken daarvan, binnen een redelijke termijn. Als redelijke termijn wordt beschouwd binnen acht weken na ontvangst van de aanvraag tenzij het bevoegd gezag een andere termijn heeft aangegeven;
3. publieke kennisgeving van het besluit;
4. belanghebbenden kunnen bezwaar (bij betreffend bevoegd gezag) en vervolgens beroep bij rechtbank en daarna hoger beroep bij de Raad van State indienen.

N.B. Bij niet tijdig besluiten: dwangsom of, indien dit bij wettelijk voorschrift is bepaald, positieve fictieve beschikking.

### **Awb Afdeling 3.4 - uniforme openbare voorbereidingsprocedure**

Procedure en termijnen:

1. aanvraag indienen bij bevoegd gezag ;
2. publieke kennisgeving van het ontwerp besluit;
3. ter inzagelegging ontwerp besluit en alle hierop betrekking hebbende stukken gedurende een periode van zes weken. Belanghebbenden, en in bepaalde gevallen een ieder, kunnen hun zienswijze op de ontwerp vergunning binnen deze periode naar voren brengen;
4. beslissing binnen zes maanden na ontvangst van de aanvraag, verlenging met redelijke termijn mogelijk;
5. publieke kennisgeving van het besluit;
6. belanghebbenden kunnen beroep tegen besluit indienen bij de rechtbank en vervolgens hoger beroep bij de Raad van State.

N.B. Indien geen zienswijzen zijn ingebracht moet het betreffende besluit genomen worden binnen vier weken na het verstrijken van de termijn voor het indienen van zienswijzen.

N.B. Bij niet tijdig besluiten: géén positieve fictieve beschikking wel dwangsom.

# Bijlage 2

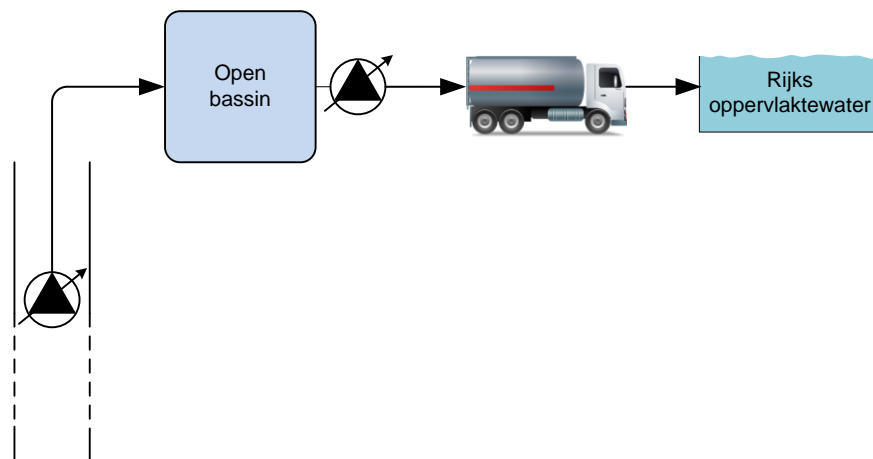
---

## Scenario's voor de omgang met testwater

## Scenario 0: Bergen, afvoeren en lozen op Rijkswater (regeling voor 2016)

### Beschrijving

Het onttrokken testwater wordt opgeslagen en per as afgevoerd en geloosd op Rijkswater. Het water wordt niet gefiltreerd of gezuiverd voordat het wordt afgevoerd.



### Randvoorwaarden

- Open bassin: 3000 m<sup>3</sup> per put (er van uitgaande dat er regelmatig water uit het bassin afgevoerd wordt met tankwagens)
- Infrastructuur voor wegtransport aanwezig

### Juridisch

- Tot 2016 was het mogelijk om zonder Waterwetvergunning te lozen.

### Kosten

- De operators geven aan dat de huidige kosten liggen tussen de € 100.000 en € 150.000.

### Opmerkingen

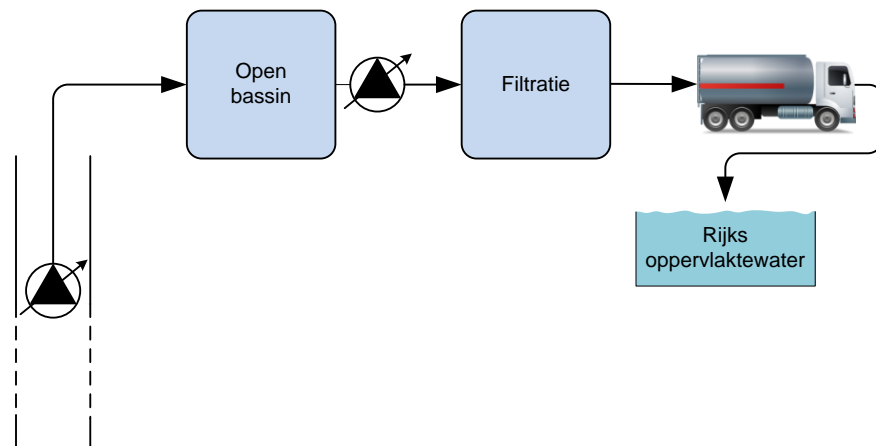
- De regeling is niet langer van toepassing, Rijkswaterstaat is bezig met aanscherping van de regelgeving. Waterwet vergunning noodzakelijk.

## Scenario 1A: Bergen, filteren, afvoeren en lozen op Rijkswater (nieuwe regeling vanaf 2016)

### Beschrijving

Het onttrokken testwater wordt opgeslagen, gefilterd, per as afgevoerd en geloosd op rijkswater. Het water moet gezuiverd worden voordat het wordt afgevoerd.

Figuur 5  
Schematisatie  
scenario 1A



### Randvoorwaarden

- Afvoer van boorspoeling, bedrijfsafvalwater (concentratie deeltjes > 100 mg/l)
- Open bassin: 3000 m<sup>3</sup> per put (er van uitgaande dat er regelmatig water uit het bassin afgevoerd wordt met tankwagens)
- Infrastructuur voor wegtransport aanwezig
- Filtratie op laag debiet (max. 50 m<sup>3</sup>/h) (onopgeloste bestanddelen)
- Ontijzering en beluchting

### Juridisch

- Vergunning Waterwet noodzakelijk (zie hfst 4.)

### Kosten

- Geschat wordt dat de kosten voor buffering, filtratie, afvoer en lozen komen te liggen tussen € 150.000 – 300.000.

---

### **Opmerkingen**

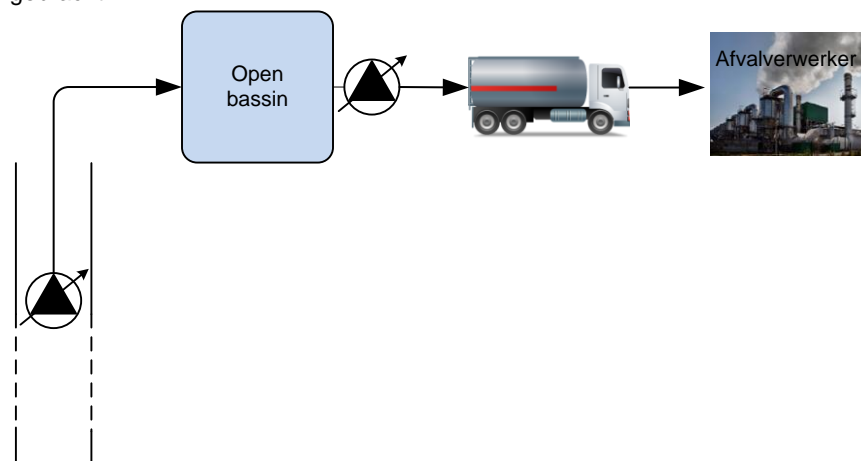
- De nieuwe regeling is nog niet duidelijk, nadere uitwerking van dit scenario dient plaats te vinden als Rijkswaterstaat duidelijk maakt waaraan het te lozen water moet voldoen.

---

## Scenario 1B: Bergen, afvoeren naar een afvalverwerker

### Beschrijving

Het onttrokken testwater wordt opgeslagen, per as afgevoerd en naar een verwerker gebracht.



### Randvoorwaarden

- Open bassin: 3000 m<sup>3</sup> per put (er van uitgaande dat er regelmatig water uit het bassin afgevoerd wordt met tankwagens)
- Infrastructuur voor wegtransport aanwezig

### Kosten

- Geschat wordt dat de kosten voor buffering, filtratie, afvoer en lozen komen te liggen tussen € 600.000 – 800.000.

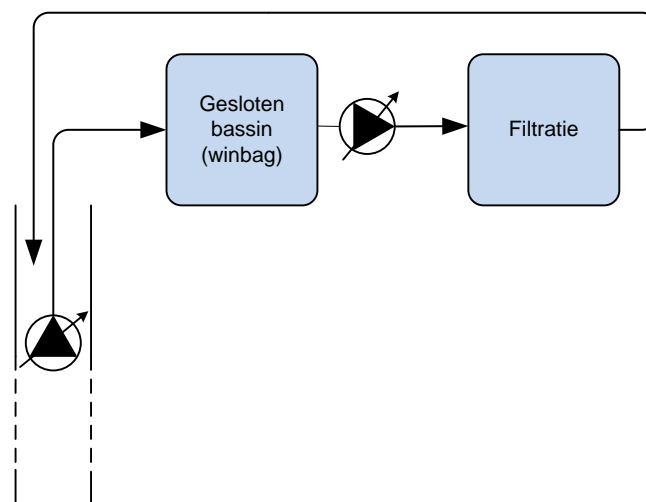
## Scenario 2A: Tijdelijk bergen, filteren en terugpompen in de put

### Beschrijving

Uit de put wordt eerst de grootste vuilvracht met tankwagens afgevoerd, totdat het gehalte aan onopgeloste bestanddelen < 100 mg/l.

Het water wordt opgepompt met een (tijdelijke) ESP en gebufferd in een gesloten buffer van voldoende grootte voor uitvoering van de puttest. Wanneer het bassin vol is wordt het water uit het bassin gefilterd en terug geïnfiltererd in dezelfde put. Door het water te bufferen is het mogelijk om het water in de put terug te pompen. Zonder buffer zou het water alleen rondgepompt worden zonder water uit de formatie te pompen en kan de put niet goed schoon geproduceerd worden. Daarnaast beperkt het bassin de grootte van de filterunit en koelt het water af, hierdoor kan het water eenvoudiger gefilterd worden. Het uitgangspunt is een gesloten bassin (winbag). Het voorkomen van blootstellen aan de atmosfeer voorkomt oxidatie van opgeloste stoffen en hiermee verhoging van de vuillast en introductie van een extra verstoppingsfactor. De grootte van het bassin kan in principe klein gehouden worden (b.v. 500 m<sup>3</sup>) en dient dan telkens geleegd te worden als het vol is. Echter is het voor de uitvoering van de puttest noodzakelijk dat het bassin minimaal 3000 m<sup>3</sup> kan bevatten.

Figuur 7  
Schematisatie  
scenario 2A



### Randvoorwaarden

- Afvoer van boorspoeling (concentratie deeltjes > 100 mg/l)

- 
- Gesloten bassin (winbag): 3000 m<sup>3</sup>
  - Filterunits: Filterzakken en kaarsenfilters
  - Filtratie op 2 um

**Juridisch kader**

- Zie hfst 4.

**Kosten**

- Geschatte totale kosten: € 300.000,-. € 400.000,=

**Voordelen**

- Buiten eerste vuilvracht, geen afvoer van water noodzakelijk.
- Lage milieueffecten door minder transport en kleinere opslag.

**Nadelen**

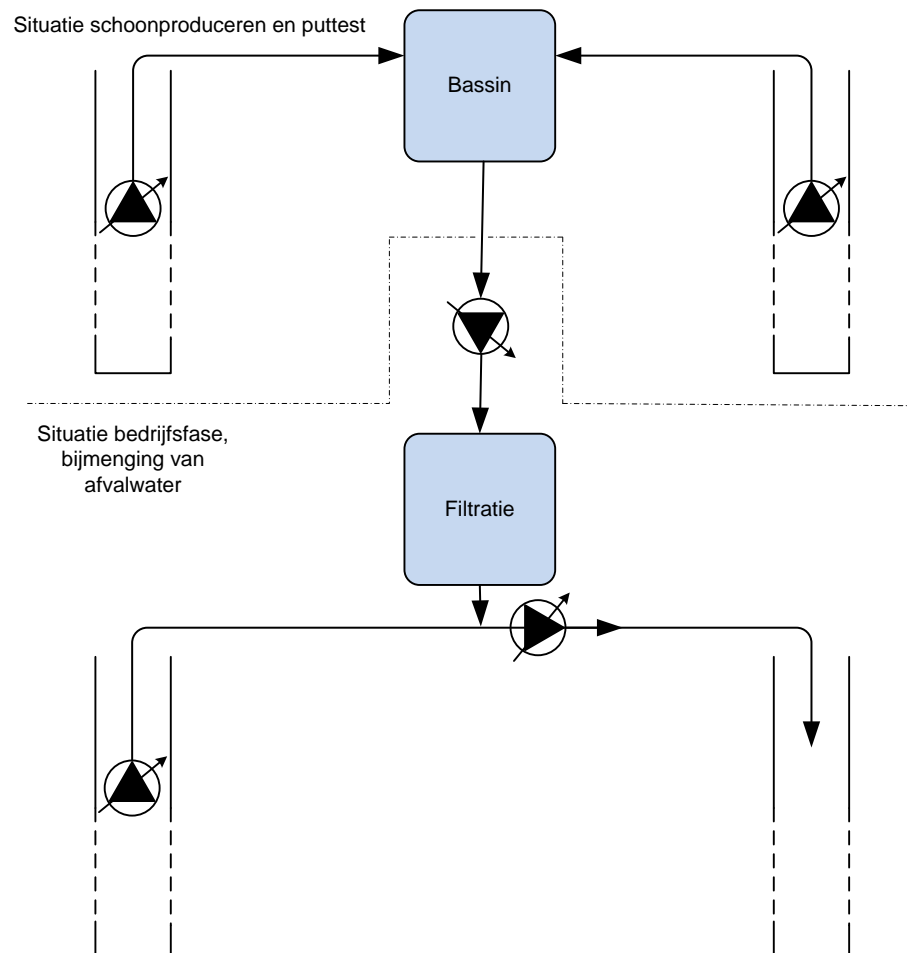
- Beperkt ruimtebeslag voor buffering blijft benodigd.
- Risico op extra vervuiling door oxidatie, neerslag, blijft aanwezig (ondanks gesloten bassin)



---

### Scenario 2B: Bergen, filteren en terugpompen in de injector tijdens bedrijfsfase

Figuur 8  
Schematisatie  
scenario 2B



#### Beschrijving

Uit beide putten wordt eerst de boerspoeling met tankwagens afgevoerd, totdat het gehalte aan onopgeloste bestanddelen < 100 mg/l.

---

Het water wordt opgepompt met een tijdelijke ESP en gebufferd in een bassin van voldoende grootte om al het water van beide putten te kunnen opslaan dat vrijkomt bij schoon produceren en de puttesten. Wanneer het geothermie systeem gereed is en in gebruik genomen wordt, kan het water met een laag debiet uit het bassin worden gepompt, gefilterd worden en geïnfilteerd worden in de injector.

**Randvoorwaarden**

- Afvoer van boerspoeling (concentratie deeltjes > 100 mg/l)
- Grootte buffer: 9.000 m<sup>3</sup>
- Filterunits: Filterzakken en kaarsenfilters
- Filtratie op 2 um

**Juridisch kader**

- Zie hfst 4

**Kosten**

- Geschatte totale kosten: € 200.000,= - 400.000,-.

**Voordelen**

- Buiten eerste vuilvracht, geen afvoer van water noodzakelijk.
- Lage milieueffecten door minder transport.

**Nadelen**

- Groot ruimtebeslag voor bassin is benodigd, waar de vrijgekomen waterhoeveelheid van beiden putten in kan worden geborgen.
- Als gevolg van oxidatie ontstaat er neerslag dat in de filterinstallatie terecht komt
- Maatregelen treffen om calamiteiten met bassin te voorkomen

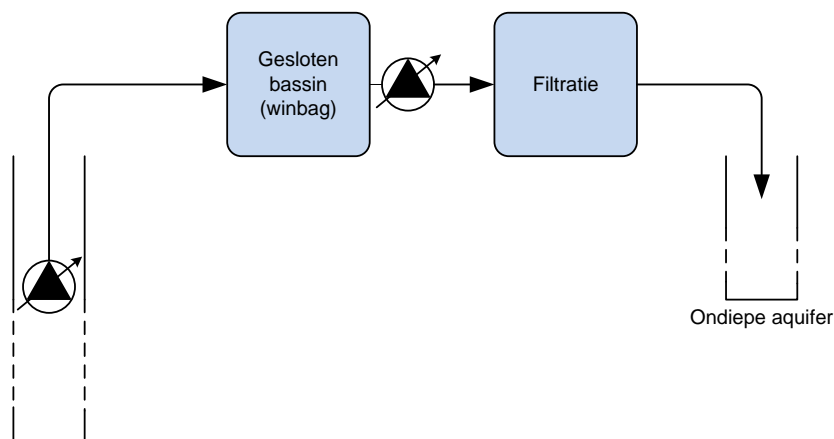
### Scenario 3: Bergen, filteren en terugpompen in ondiepe aquifer

#### Beschrijving

Uit de put wordt eerst de grootste vuilvracht met tankwagens afgevoerd, totdat het gehalte aan onopgeloste bestanddelen < 100 mg/l.

Het water wordt opgepompt met een (tijdelijke) ESP en tijdelijk opgeslagen in een bassin, gefilterd en vervolgens in een ondiepe aquifer geïnfilteerd.

Figuur 9  
Schematisatie  
scenario 3



Het water kan alleen geïnfilteerd worden in zoute aquifers. In Figuur 9 is de diepteligging van het brak-/zoutgrensvlak (chloridgehalte >1.000 mg/l) aangegeven. Hieruit blijkt dat in een aantal gebieden (rood) het brak/zout gehalte dieper dan 500 m-mv ligt. Binnen deze gebieden is dit daarom niet toepasbaar. Per provincie kunnen de eisen voor infiltratie verschillen. Een algemene regel is dat het chloridgehalte van het te infiltreren water niet hoger mag zijn dan het chloridgehalte in de aquifer. De temperatuur van het te infiltreren water mag maximaal 30°C zijn.

Het buffer heeft meerdere doelen. Het verlaagt de temperatuur (tot ca. 30°C), waardoor het water goedkoper gefilterd kan worden en goedkoper geïnfilteerd kan worden in de ondiepe aquifer (de put kan van PVC worden gemaakt in plaats van met RVS). Tevens is enige buffering nodig omdat de injectiecapaciteit van de ondiepe aquifers per locatie verschillen. De kans is groot dat de injectiecapaciteit kleiner is dan het ontwerpdebiet van de geothermie putten (150 m<sup>3</sup>/h).

Het infiltreren van zeer zout water in ondiepe watervoerende lagen is ook bekend van brijnwaterlozingen bij het gebruik van ontziltingsinstallaties in de glastuinbouw.

---

### Technische randvoorwaarden

Het herinfiltreren van het vrijkomende water vindt plaats in een ondiepe aquifer, waarbij de volgende randvoorwaarden van toepassing zijn:

- Afvoer van boorspoeling (concentratie deeltjes > 100 mg/l)
- Gesloten bassin: 500 m<sup>3</sup> (grootte afstemmen op infiltratiecapaciteit ondiepe aquifer).
- Filterunits: zakkenfilters en kaarsenfilters
- Filtratie op 2 um.
- Diepte ondiepe put < 500 meter (in verband met beperken kosten en dure veiligheidsvoorschriften Mijnbouwwet).
- Ondiepe put wordt minimaal ontwikkeld, om lozingsvracht te beperken (verwachting is 1.000 m<sup>3</sup>).

### Kosten per doublet

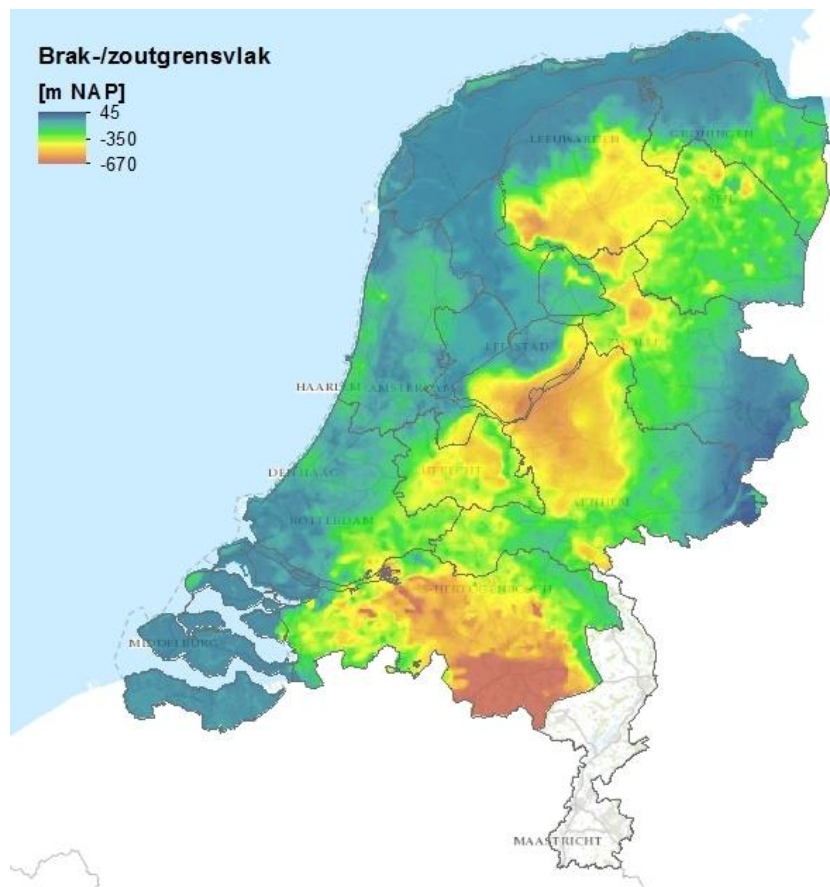
- Geschatte totale kosten: € 400.000,-

### Juridisch

Het infiltreren van het testwater in de bodem valt onder de term 'lozen' zoals gedefinieerd in art. 1.1 Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi) en Activiteitenbesluit milieubeheer: het brengen van afvalwater of overige vloeistoffen op of in de bodem. (zie ook hfst. 4)

Het wettelijk kader biedt ruimte voor het lozen van (test)water in de bodem. Het is aan het bevoegd gezag om de belangenafweging te maken en voorwaarden vast te stellen. Dit maakt het lastig om de beleidsmatige haalbaarheid vast te stellen. Naar verwachting zal een lozingsaanvraag voor testwater vanwege de samenstelling van het testwater een grote discussie opleveren.

Figuur 10  
Diepteligging brak-  
/zoutgrensvlak



#### Voordelen

- Er hoeft minder water geloosd of afgevoerd te worden (ca. 2000 m<sup>3</sup> (1000 m<sup>3</sup> ontwikkelen en 1000 m<sup>3</sup> regenereren) in plaats van 2 x 6.000 m<sup>3</sup>).

#### Nadelen

- Ondiepe put moet ook ontwikkeld worden waarbij zout grondwater vrijkomt dat geloosd moet worden. Hierdoor is de reductie op het af te voeren lozingswater slechts tussen de 75% en 80%
- Het is waarschijnlijk dat de ondiepe put verscheidende malen geregenereerd moet worden als gevolg van verstopping, ook daarbij komt grondwater vrij.



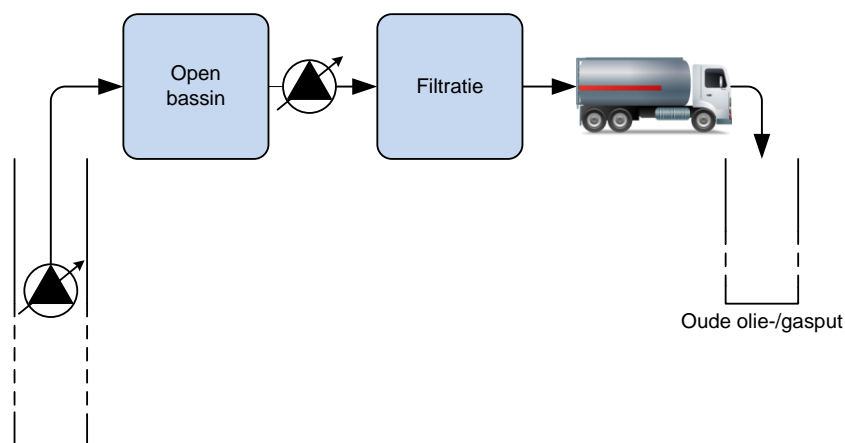
- Het is onzeker of het bevoegd gezag een lozing in een ondiepe aquifer gaat toestaan.

## Scenario 4: Bergen en afvoeren naar oude (olie/gas/zout) put

### Beschrijving

Het testwater wordt na tijdelijke buffering en filtratie afgevoerd en geïnjecteerd in een oude en niet langer in productie zijnde put. Dit kunnen oude olie/gas-putten en eventueel zout cavernes zijn.

Figuur 11  
Schematisatie  
scenario 4



### Locaties

Er zijn vele oude putten in Nederland die niet langer gebruikt worden. Echter zijn er maar een klein aantal putten geschikt voor afvalwaterinjectie. Op dit moment zijn er 24 putten operationeel<sup>4</sup>. Van dit aantal staan er 10 putten in Twente, waar de afvalwaterinjectie uit Schoonenbeek plaatsvindt. Van de overige putten zijn de locaties niet bekend. Voor Twente betreft het de volgende putten:

#### Twente

- Tubbergen TUB7, TUB10
- Rossum Weerselo ROW3 – ROW9

De totale infiltratiecapaciteit in Twente bedraagt ongeveer 12.500 m<sup>3</sup>/dag

### Randvoorwaarden

- Afvoer van boorspoeling (concentratie deeltjes > 100 mg/l)

<sup>4</sup> Ministerie van EZ, Beantwoording kamervragen, Kenmerk DGETM-EO / 16023242

- 
- Open bassin: 3000 m<sup>3</sup> (er van uitgaande dat er regelmatig water uit het bassin afgevoerd wordt met tankwagens)
  - Infrastructuur voor wegtransport aanwezig
  - Filterunits: Filterzakken en kaarsenfilters
  - Filtratie op 2 um (eisen die gesteld worden aan het te infiltreren water zijn onbekend, echter mag verwacht worden dat het water zo goed mogelijk ontdaan moet zijn van onopgeloste delen).

#### **Kosten per doublet**

- Geschatte totale kosten: € 400.000,-. Exacte kosten zijn niet bekend, er is geen contact geweest met beheerders oude olie / gasputten.

#### **Voordelen**

- Geen afvoer naar Rijkswateren.

#### **Nadelen**

- Water moet alsnog met tankwagens worden afgevoerd.
- Beperkt maatschappelijk draagvlak (er is veel weerstand tegen afvalwaterinjecties in Twente).
- Imago geothermie kan beschadigen door in verband brengen afvalwaterlozingen van olie- gaswinning.
- Water moet zeer waarschijnlijk gefiltreerd worden voordat het in oude olie / gasputten kan worden aangeboden.

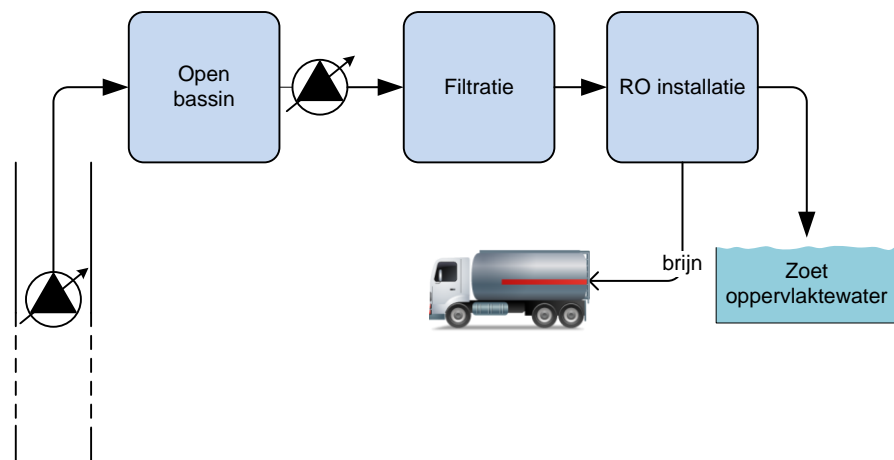


## Scenario 5: Filteren (omgekeerde osmose) en lozen op (zoet) oppervlaktewater

### Beschrijving

Het onttrokken testwater wordt geborgen in een bassin. Vanuit het bassin wordt het water op een lager debiet opgepompt en mechanisch gefilterd en middels een omgekeerde osmose-installatie (RO) ontdaan van opgeloste mineralen, waardoor het geloosd kan worden op zoet oppervlaktewater. Het totale watervolume wordt hiermee gedeeld in gefilterd / gedemineraliseerd water en geconcentreerd vervuild water (brijn).

Figuur 12  
Schematisatie  
scenario 5



### Randvoorwaarden

- Afvoer van boorspoeling (concentratie deeltjes > 100 mg/l)
- Open bassin: 500 m<sup>3</sup> (grootte afstemmen op capaciteit RO installatie)
- Infrastructuur voor wegtransport aanwezig
- Filterunits: Filterzakken en kaarsenfilters
- Filtratie op 2 um (eisen die gesteld worden aan het te infiltreren water zijn onbekend, echter mag verwacht worden dat het water zo goed mogelijk ontdaan moet zijn van onopgeloste delen).

---

### **Juridisch kader**

Het lozen van gefilterd testwater op (zoet) oppervlaktewater valt onder de term 'lozen' zoals gedefinieerd in art. 6.1 van de Waterwet. Voor het lozen van testwater op oppervlaktewater is een Waterwet vergunning nodig (zie ook hfst. 4).

Het wettelijk kader biedt ruimte voor het lozen van gefilterd testwater op (zoet) oppervlaktewater. Het is aan het bevoegd gezag om de belangenafweging te maken en voorwaarden vast te stellen. Dit maakt het lastig om de beleidsmatige haalbaarheid vast te stellen. Maar gezien de beoogde samenstelling van het testwater is de verwachting dat het bevoegde gezag open staat voor deze methode. Deze optie wordt daarom vanuit beleid positief gewaardeerd.

### **Kosten per doublet**

- Geschatte totale kosten RO installatie: € 1.000.000,=. Veel duurder dan de huidige praktijk.

### **Voordelen**

- De totale hoeveelheid vervuild water neemt af en daarmee de kosten voor afvoer per as.

### **Nadelen**

- Kostbare RO-installatie welke enkel inzetbaar is tijdens het ontwikkelen van de bronnen.
- Aanvullende pompinstallatie vereist om hoge systeemdruk RO te leveren.
- Hoewel de af te voeren hoeveelheid water wordt gereduceerd bedraagt dit nog steeds ca. 50% van de oorspronkelijke hoeveelheid. Alle hiervoor benodigde infrastructuur en voorzieningen dienen alsnog te worden aangelegd.
- Een RO-installatie stelt hoge eisen aan hoeveelheid vaste delen in het aangevoerde water.

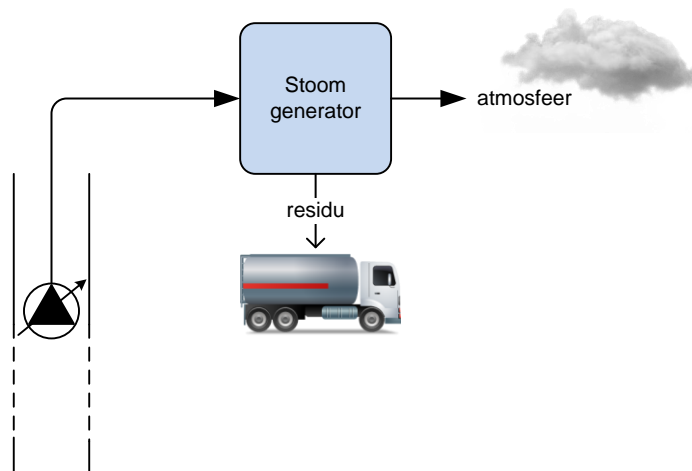
## Scenario 6: Verdampen

### Beschrijving

Het onttrokken ontwikkelwater wordt (door het toevoegen van warmte) verdampt in de atmosfeer. Hiervoor kunnen verschillende methoden worden toegepast. Binnen dit scenario zijn twee varianten uitgewerkt, één door verdamping middels een stoomgenerator en twee door verdamping in een kas.

#### 1. Stoomgenerator

Figuur 13  
Schematisatie  
scenario 6



Om het vrijkomende water direct in stoom om te zetten is een zeer hoog vermogen benodigd om het vrijgekomen aanvullend te verhitten. In tabel 2 is hiervoor een berekening gegeven.

Tabel 2  
Verdampings-  
vermogen

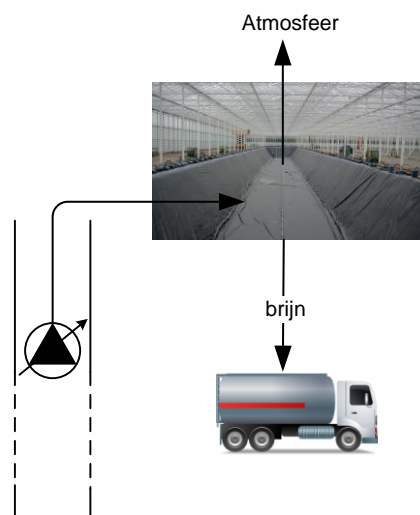
parameter	waarde	eenheid
T onttrekking	85	°C
Debiet	150	m <sup>3</sup> /h
Debiet	41,67	kg/s
Soortelijke warmte	4,19	kJ/kg.K
Verdampingsenthalpie	2249	kJ/kg
Benodigd vermogen	9,63E+04	kJ/s
	96,3	MW
Hoeveelheid benodigde energie voor 2 putten	7704	MWh

## 2. Verdamping van het water met een overkapping of in een kas

Als alternatief op deze methode kan het water in een open bassin met overkapping (om te voorkomen dat er regenwater bij komt) of een kas kunnen worden opgeslagen. In dit open bassin kan het water verdampen. Het te verdampen water wordt in de bedrijfsfase middels de geothermische installatie verwarmd, bijvoorbeeld in de zomerperiode wanneer er een veel lagere warmtevraag is en er voldoende warmtecapaciteit over is.

Bij het verdampingsproces is het belangrijk dat er een hoge luchtstroom is, waardoor de waterverzadigde lucht afgevoerd wordt en er onverzadigde lucht aangevoerd wordt. In een kas zal dit met ventilatoren geregeld moeten worden, echter zal de luchtverplaatsing gering blijven. De tijd die nodig is om het water te verdampen is sterk afhankelijk van de water/lucht temperatuur en de luchtverplaatsing. In tabel 3 is een berekening gemaakt voor de tijd die benodigd is voor het verdampen van het vrijgekomen water van beide putten, waarbij uitgegaan is van een luchtstroom van 2 m/s. Het is niet waarschijnlijk dat deze snelheid in een kas gerealiseerd kan worden, maar wel als het bassin buiten staat.

Figuur 14  
Schematisatie  
scenario 6



Tabel 3  
Verdampings-  
vermogen en dagen

parameter	waarde	eenheid
Wateroppervlak	5000	m <sup>2</sup>
Luchtsnelheid	3,5	m/s
Vloeistoftemperatuur	25	°C
Relatieve luchtvochtigheid	70	%
Luchtdruk	1000	HPa
Verdampingsenthalpie	2249	kJ/kg
Watervolume	12000	M <sup>3</sup>
Adiabatisch vermogen	1560	kW
Benodigde energiehoeveelheid uit geothermie centrale	312	MWh
Verdamping	2496	kg/h
Verdampingstijd*	187	dagen

\* In de berekening is geen rekening gehouden met energieverliezen (afkoeling van het water)

#### Kosten

1. De kosten voor een stoomgenerator zijn niet achterhaald, omdat de benodigde hoeveelheid energie en vermogen dusdanig hoog zijn dat het niet realistisch is om het vrijkomende water om te zetten in stoom.
2. Totaal geraamde kosten: € 200.000 - € 400.000,-.

#### Voordelen

- Geen transport per as van water nodig.

#### Nadelen

- Variant 1: Zeer hoog vermogen en energieverbruik, waardoor de variant niet realistisch is.
- Variant 2: Hoge energiebehoefte, niet volledig kunnen inzetten geothermiecentrale tijdens verdampingsproces.
- Mogelijke beperkte maatschappelijk acceptatie.
- Zeer groot bassin benodigd waarin de volledige vrijgekomen waterhoeveelheid in geborgen kan worden (12.000 m<sup>3</sup>)
- Sterke pluimvorming (variant 1).
- Brijn residu dient afgevoerd te worden.

---

## Scenario 7: Tweelingpompen (heen-en-weer pompen en water zuiveren)

### Beschrijving

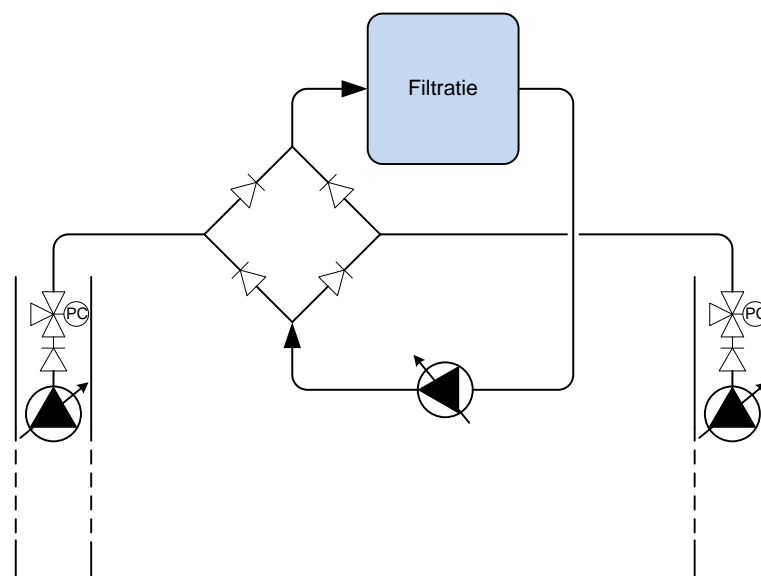
Uit de put wordt eerst de grootste vuilvracht met tankwagens afgevoerd, totdat het gehalte aan onopgeloste bestanddelen < 100 mg/l.

Voor het tweelingpomp concept wordt in beide putten een pomp gehangen. Tevens worden beide putten zodanig aangesloten dat ook water geïnjecteerd kan worden langs de pomp omlaag (zie figuur 15). Op deze wijze kan zowel van de producer naar de injector gepompt worden als andersom. Het water dat opgepompt wordt, wordt eerst gefilterd, alvorens het in de andere put geïnjecteerd wordt. Het water wordt direct inline gefilterd waardoor het water niet blootgesteld wordt aan zuurstof en niet afkoelt. Het verschil met scenario 1 is dat het ontwikkelen met tweelingpompen een continu proces is en dat er niet gewacht hoeft te worden totdat het bassin weer leeg is.

### Uitgangspunten

- De ESP's in de producer en injector betreffen een definitieve permanente pomp, die ook in de exploitatiefase gebruikt kunnen worden.
- Er is slechts 1 frequentie regelaar benodigd omdat beide ESP's nooit tegelijkertijd aan hoeven te staan, hiermee worden kosten bespaard.

*Figuur 15  
Schematisatie  
scenario 7*



### Kosten

- Totaal geraamde kosten: 450.000,- De kosten liggen hoger dan de huidige praktijk.

### Voordelen

- Geen/nauwelijks afvoer van testwater noodzakelijk (alleen afvoer van de hoogste vuilvracht).
- Compacte installatie door ontbreken grootschalige buffercapaciteit.
- Door wisseling van stromingsrichting in de putten worden vastzittende deeltjes losgemaakt en afgevoerd.
- Mogelijk significante rendement- en bedrijfszekerheidtoename door toepasbaarheid in exploitatiefase, waarbij vroegtijdige druktoename (verstopping) in de injector kan worden weggepompt.

### Nadelen

- Installatie van ESP in injector en injectievoorzieningen in producer.
- Ontwikkelen van de putten kan pas plaatsvinden als beide putten geboord zijn.

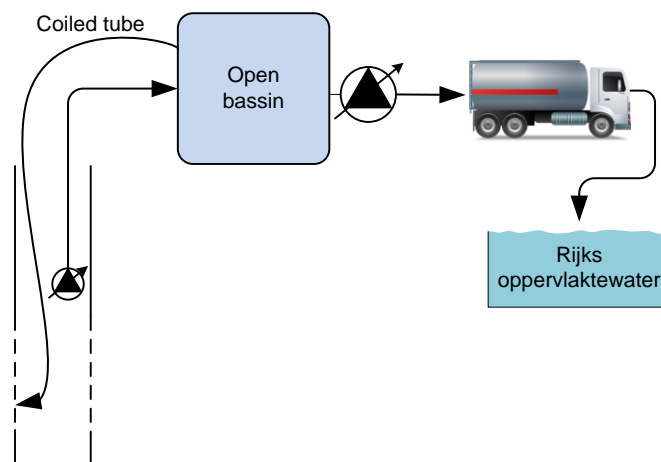
---

## Scenario 8: Coiled tubing in combinatie met hydrojet, sectiepompen en zuren

### Beschrijving

Coiled tubing in combinatie met een hydrojet is een bewezen techniek in olie en gasputten en wordt toegepast voor het verwijderen van scaling in bestaande putten en tevens voor het ontwikkelen van nieuwe putten. De hydrojet spuit onder hoge druk (circa 20 bar) water in het filter van de put. Hierbij worden deeltjes en resten boorspoeling losgemaakt. Tijdens deze actie worden de losgemaakte deeltjes verwijderd via de ESP die tevens is aangebracht. Onderzoek (Rosberg, 2010) heeft aangetoond dat ontwikkelen met behulp van coiled tube en hydrojet zeer effectief is voor de verbetering van de productiviteit. Naast het hydrojetten zijn er ook goede ervaringen met sectiepompen en zuren via de coiled tubing. Het uitgangspunt is dat het ontwikkelen effectiever gebeurt. Nader onderzoek moet uitwijzen of door deze effectievere schoonmaakacties bespaard kan worden op de totale te lozen waterhoeveelheid. Bij het ontwikkelen met de hydrojet kan een gedeelte van het opgepompte water hergebruikt worden, echter is er een grote hoeveelheid water dat vrijkomt. Dit water zal afgevoerd moeten worden of door middel van een andere beschreven scenario herinfiltrerd moeten worden. Het nadeel hierbij is dat de kosten dan zeer hoog worden.

Figuur 16  
Schematisatie  
scenario 7





---

### **Uitgangspunten**

- Grootte buffer: 6.000 m<sup>3</sup>

### **Kosten**

- De geschatte kosten voor coiled tube, i.c.m. hydrojet en zuren bedragen: € 300.000,- (dit is exclusief het afvoeren of infiltreren van het water).
- Daarbij komen de kosten voor lozen (scenario 1A), uitgaande van een kleinere hoeveelheid door effectiever ontwikkelen. De totale kosten worden geschat op: € 500.000,-

### **Voordelen**

- Intensief ontwikkelen, geconcentreerder vuil, mogelijk besparing op hoeveelheid te lozen water.
- Mogelijk hogere productie / injectiviteit en daarmee lager energieverbruik tijdens exploitatie als gevolg van beter ontwikkelen.

### **Nadelen**

- Put geschikt maken voor coiled tubing door toepassing van productie string.
- Zeer hoge kosten

---

### **Scenario 9 Alternatieve methode uitvoering puttest (t.b.v. garantiefonds)**

Naast een conventionele puttest kan ook een harmonische puls test uitgevoerd worden. Bij een dergelijk test wordt met een bepaalde vaste frequentie water aan het reservoir onttrokken (of geïnfiltrerd) (**AHN, 2012**). De druk respons van het reservoir als gevolg van de debiet pulsen wordt in het frequentie domein geanalyseerd om de reservoir eigenschappen te bepalen (**Fokker, 2013**). Een dergelijk test kan met veel lagere debieten uitgevoerd worden (**Sun, 2015**) en ook is het mogelijk om een uitspraak te doen over verticale permeabiliteiten en reservoir heterogeniteiten (**Fokker, 2011**).

Voordat een dergelijke test in de praktijk wordt uitgevoerd valt het aan te bevelen eerst een aantal synthetische tests (computer simulaties) uit te voeren om een indicatie te krijgen van: orde van grootte van debiet, meest optimale frequentie, duur van de proef, benodigde nauwkeurigheid van de drukopnemer, nauwkeurigheid van de resultaten. Verwacht wordt dat er circa 80% bespaard kan worden op de vrijkomende waterhoeveelheid vergeleken met de huidige puttest.

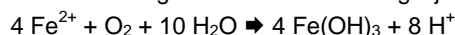
## Bijlage 3 Benodigde zuurstof bij

---

### ontijzering

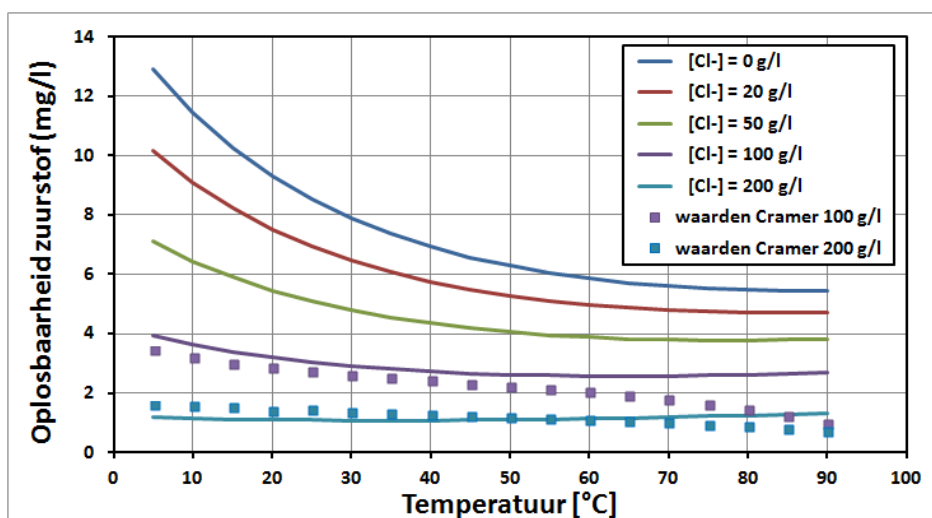
#### *Benodigde hoeveelheid zuurstof*

Als gebruik wordt gemaakt van een cascade dan is de vraag of er voldoende zuurstof kan toetreden om het opgeloste ijzer te kunnen oxideren. De verhouding waarin zuurstof en ijzer met elkaar reageren, kan worden afgeleid uit de reactievergelijking:



Hieruit volgt dat met 1 mol zuurstof 4 mol ijzer(II) kan worden omgezet naar ijzer(III). Dit betekent dat 32 mg/l zuurstof (=1 mmol/l) voldoende is voor 224 mg/l ijzer (= 4 mmol/l). De concentratie zuurstof die kan worden bereikt bij de beluchting via een cascade is afhankelijk van de eigenschappen van het water (temperatuur en zoutgehalte) en de effectiviteit van de cascade- beluchting (in het hoeverre de evenwichtsconcentratie wordt bereikt). Daarnaast kan de snelheid van de reactie tussen ijzer en zuurstof van belang zijn (en daarmee de verblijftijd in de cascade).

Hier is gebruik gemaakt van relaties die zijn afgeleid door Weiss (1970) voor de afhankelijkheid van de oplosbaarheid van zuurstof voor de temperatuur en het zoutgehalte van het water. Deze relaties zijn afgeleid voor water en zeewater en voor temperaturen tussen 10 en 35 °C. Het opgepompte water zal vaak een hoger zoutgehalte dan zeewater hebben en ook de temperatuur zal meestal hoger zijn dan 35 °C. Strikt genomen zijn de relaties die zijn afgeleid door Weiss dan ook niet toepasbaar voor de zoutgehaltes en temperaturen van het geothermische water. De berekende oplosbaarheden moeten dan ook worden gezien als een eerste indicatie voor de werkelijke oplosbaarheid. Om een idee te geven van de mogelijke afwijking van de voorspellingen zijn ook de concentraties bij hoge zoutgehaltes toegevoegd die te verwachten zijn op basis van een publicatie van Cramer (1980). Hieruit blijkt dat vooral bij hogere temperaturen sprake de oplosbaarheid lager is dan voorspeld aan de hand van de relatie van Weiss.



De belangrijkste formaties die in Nederland worden gebruikt voor geothermie behoren tot de Rijnland Groep, de Germaanse Trias Groep, de Rotliegend Groep en de Kolenkalk Groep. Over het algemeen is sprake van water met een zeer hoog zoutgehalte (zouter dan zeewater). Op basis van een overzicht met analyses van water uit de verschillende formaties in de diepe ondergrond (Verweij, 2003) is het gemiddelde zoutgehalte in de verschillende formaties afgeleid (tabel). Hierbij moet worden opgemerkt, dat deze gemiddelde zoutgehaltes gebaseerd zijn op een beperkt aantal analyses, waarvan de ruimtelijke spreiding soms gering is. Desondanks geven deze zoutgehaltes een indruk van wat verwacht mag worden.

	Gemiddelde zoutgehalte [mg/l]*	Gemiddelde chloridegehalte [mg/l]*
Rijnland Groep	93.000	57.000
Germaanse Trias Groep	322.000	193.000
Rotliegend Groep	171.000	104.000

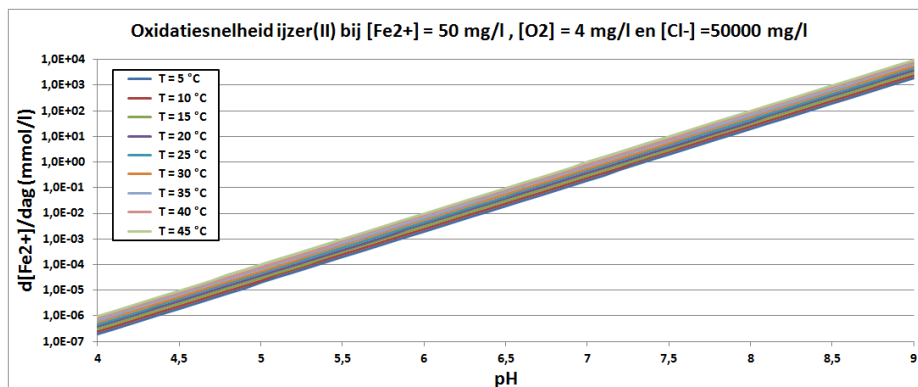
\* Gegevens gebaseerd op Verweij (2003).

Bij zoutgehaltes tussen 50 tot 200 g/l en een temperatuur van 10 °C ligt de oplosbaarheid van zuurstof tussen 1 en 6 mg/l, waarbij de oplosbaarheid afneemt bij toenemend zoutgehalte. Bij temperaturen tussen 50 en 90 °C is de oplosbaarheid van zuurstof tussen 1 en 4 mg/l. Met 1 mg/l zuurstof kan 7 mg/l ijzer(II) geoxideerd worden. Bij lage ijzerconcentraties is eenmalige cascadebeluchting mogelijk voldoende, maar bij hogere

ijzerconcentraties (en hoge zoutgehaltes) zal dat niet het geval zijn. Mogelijk zal door contact met zuurstof uit de lucht alsnog voldoende zuurstof toetreden. Mocht dat niet het geval zijn, dan is een mogelijke oplossing om het water meerdere keren over de cascade te leiden.

#### *Reactiesnelheid*

Als er voldoende zuurstof in het water is opgelost, dan moet het zuurstof ook nog reageren om het ijzer daadwerkelijk te laten neerslaan. Of dit het geval is, hangt af van de reactiesnelheid. Uit de praktijk is bekend dat de reactiesnelheid sterk afhangt van de pH van het water. In de onderstaande figuur is de oxidatiesnelheid van ijzer(II) door zuurstof weergegeven bij een ijzergehalte van 50 mg/l, een zuurstofgehalte van 10 mg/l en een chloridegehalte van 50 g/l (gebaseerd op Millero et al, 1987).



Voor initiële concentraties van 50 mg/l ijzer(II) en 4 mg/l zuurstof is het verloop van de concentraties ijzer en zuurstof gedurende 200 dagen berekend bij pH-waarden variërend van 5,0 tot 7,5. Duidelijk zichtbaar is dat de reactiesnelheid bij lage pH-waarden zeer traag is, waardoor er nauwelijks veranderingen in de concentraties plaatsvinden, terwijl bij de hoogste pH-waarden de reacties al snel de eindsituatie bereiken. Ook blijkt duidelijk dat een initiële zuurstofconcentratie van 4 mg/l onvoldoende is om al het ijzer te oxideren, zelfs als de reactie snel verloopt. Om al het ijzer te kunnen oxideren zal in dit geval dus meer zuurstof moeten worden toegevoerd. Als de reactiesnelheid de beperkende factor is, dan is de meest effectieve methode om de pH-waarde te verhogen, bijvoorbeeld door het toevoegen van kalk.

