

Voorlopig afwegingskader voor vergunningverlening HTO

Juridisch afwegingskader ondergrondse warmteopslag

dr.ir. Martin Bloemendal (KWR)

drs. Peter Oerlemans (IF Technology)

dr. Gilian Schout (KWR)

29 oktober 2021

Voorlopig afwegingskader voor vergunningverlening HTO



29 oktober 2021

Auteurs:

dr.ir. Martin Bloemendal (KWR) drs. Peter Oerlemans (IF Technology), dr. Gilian Schout (KWR)

Kwaliteitsborger: Dr. Niels Hartog (KWR)

Input vanuit de provincies:

Arien v.d. Maas, Rob den Dulk (Zuid-Holland), Tom van Dort, Eric Castenmiller, Peter Bakker (Limburg), Nanko de Boorder, Pim van Herk (Noord-Holland), Harry Boukes, Siska de Vreeze (Friesland)

Input vanuit markt en kennisorganisaties:

Henk de Jonge, Rob Kleinlugtenbelt (IF Technology), Dorien Dinkelman, Frank van Bergen (TNO), Murette Zwamborn, Stijn Beernink (KWR)

Dit project is uitgevoerd als onderdeel van het Innovatieplan WarmingUP. Dit is mede mogelijk gemaakt door subsidie van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) in het kader van de subsidieregeling Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP), bij RVO bekend onder projectnummer TEUE819001. WarmingUP geeft invulling aan MMIP-4 – Duurzame warmte en koude in gebouwde omgeving en levert daarmee een bijdrage aan Missie B – Een CO₂-vrije gebouwde omgeving in 2050.

Dit rapport is het resultaat van WarmingUP project 5D, onderdeel van thema 5 WINDOW. WINDOW is een acroniem voor Warmtevoorziening In Nederland Duurzamer met Ondergrondse Warmteopslag. Doel van het WINDOW-programma is het wegnemen van technische, juridische en bedrijfseconomische belemmeringen en beter inzicht krijgen in de effecten voor het verantwoord toepassen van ondergrondse warmteopslag, zodat ondergrondse warmteopslag na 2025 als bewezen techniek kan worden toegepast en kan bijdragen aan kostenreductie van collectieve warmtesystemen op systeemniveau

Projectnummer

KWR project 403185-005, KWR rapport 2021.096

Keywords

Afwegingskader voor vergunningverlening HTO, open bodemenergie, warmteopslag

Jaar van publicatie

2021

Meer informatie

dr. ir. J.M. (Martin) Bloemendal
T 06 25179849
E martin.bloemendal@kwrwater.nl
drs. P.J.A. (Peter) Oerlemans
T 06 53178527
E p.oerlemans@iftechnology.nl

Oktober 2021 ©

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens bestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoudsopgave

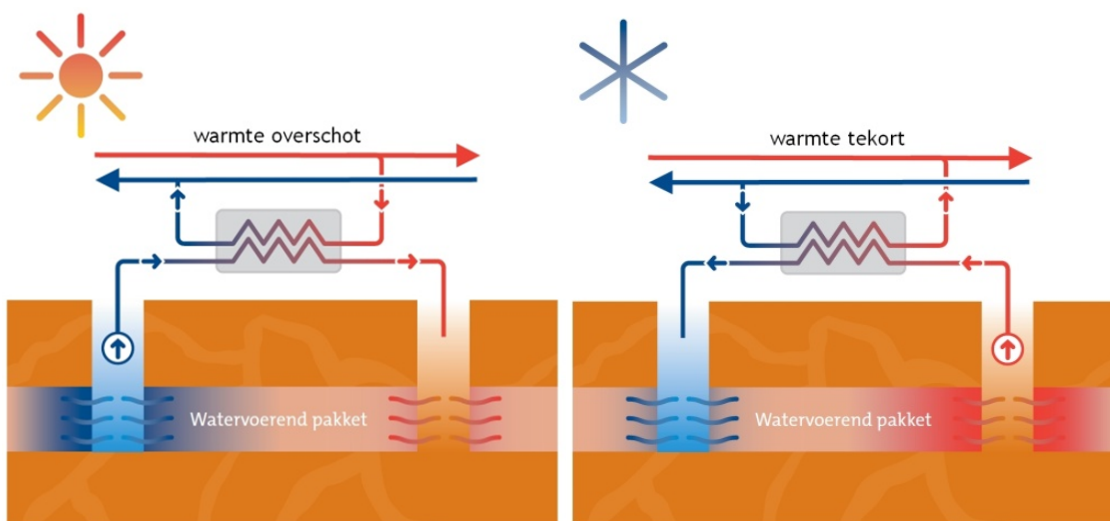
1	Introductie	4
1.1	De noodzaak voor een afwegingskader voor vergunningverlening HTO	4
1.2	Voor wie is dit afwegingskader?	5
1.3	Hoe kan het afwegingskader worden gebruikt?	5
1.4	Totstandkoming van het afwegingskader	5
1.5	Opbouw van het afwegingskader	6
2	Uitgangspunten voor de toepassing van HTO	7
2.1	Leidende principes	7
2.2	Provinciaal beleid HTO	7
2.3	Lokaal / locatie specifiek beleid	8
3	Handleiding voor vergunningverlening HTO-systemen	9
3.1	Eisen aan een aanvraag vergunning Waterwet voor HTO-systemen	10
3.2	Toetsingscriteria voor de beoordeling van de aanvraag vergunning Waterwet	12
3.3	Standaardvoorschriften voor HTO, ter aanvulling op de standaardvoorschriften uit de BUM	14
	Referenties	19
	Bijlage I - WINDOW Monitoringsprogramma	20

1 Introductie

1.1 De noodzaak voor een afwegingskader voor vergunningverlening HTO

De Besluitvormings Uitvoerings Methode bodemenergie deel 1 (BUM BE deel 1) is een handreiking voor het toetsen en beschikken van aanvragen voor open bodemenergiesystemen (OBES) in het kader van de Waterwet (tot 500 m diepte). De BUM presenteert de eisen vanuit regelgeving en voorziet die eisen van toetscriteria, en wordt zodoende gebruikt door de provincies, het bevoegd gezag voor OBES. Daarnaast is het ook een belangrijke informatiebron voor de adviseurs van initiatiefnemers van bodemenergiesystemen omdat het aangeeft op welke manier de aanvraag wordt getoetst en welke voorschriften er kunnen worden verwacht. Dankzij deze handreiking is er uniformiteit aangebracht in de beoordeling en vergunningverlening van OBES.

Hoge Temperatuur Opslag (HTO genoemd) is een vorm van warmteopslag met OBES die wordt gekenmerkt door een maximale infiltratietemperatuur boven 25°C, en een warmteoverschot in de ondergrond (onbalans), Figuur 1. In de BUM zijn echter alleen standaardvoorschriften opgenomen voor systemen met een maximale infiltratietemperatuur lager dan 25°C en een energiebalans in de ondergrond. Daardoor is de BUM niet volledig van toepassing bij het vergunnen van HTO-systemen: het verwijst wel terug naar de wettelijke mogelijkheid voor toepassen van hogere temperaturen en een warmteoverschot, maar het geeft geen toetsingscriteria en voorschriften die verder invulling geven aan die mogelijkheid.



Figuur 1. Schematische weergave werking HTO, met daarin weergegeven een hete bron (rood) en een warme bron (blauw). In de zomer (links) wordt het beschikbare warmteoverschot opgeslagen in grondwater uit de warme bron, en geïnfiltreerd in de hete bron (rood). In de winter heerst een warmte tekort en daarom wordt het eerder opgeslagen water uit de hete bron onttrokken en geretourneerd in de warme bron.

Het probleem hiervan is dat er daarmee voor HTO niet is vastgelegd hoe deze afweging plaatsvindt, en onder welke voorwaarden vergunning kan worden verleend. Dat maakt het verloop, de duur en de uitkomst van de vergunningsprocedure op voorhand onduidelijk en het verloop en de uitkomst onzeker voor zowel de initiatiefnemer als de vergunningverlener. Daarom zijn zowel de vergunningverlener (provincies) als de aanvrager van de vergunning (initiatiefnemers van warmteopslag) gebaat bij een eenduidig en generiek afwegingskader voor vergunningverlening van OBES met a) een maximale infiltratietemperatuur boven de 25 °C en b) een warmteoverschot in de ondergrond.

Het voorliggende document bevat een voorlopig afwegingskader dat gehanteerd kan worden tijdens de vergunningverlening van HTO-systemen in Nederland binnen het wettelijke kader van de Waterwet, dat wil zeggen tot een maximale diepte van 500 m beneden maaiveld. Dit afwegingskader biedt geen handvatten voor vergunningverlening voor HTO-systemen dieper dan 500 m-mv, omdat deze juridisch gezien vallen onder een ander wettelijk kader (Mijnbouwwet).

1.2 Voor wie is dit afwegingskader?

Zowel de initiatiefnemer van een HTO-systeem, als het bevoegd gezag dat de vergunning voor zo'n systeem verleent, zijn gebaat bij een afwegingskader voor de vergunning Waterwet/Omgevingswet. Een afwegingskader geeft aan welke afwegingen door het bevoegd gezag worden gemaakt voor het al dan niet verlenen van een vergunning Waterwet voor een HTO-systeem. Wanneer het bevoegd gezag zo'n afwegingskader hanteert, biedt dit niet alleen de mogelijkheid om op een consequente manier verschillende vergunningaanvragen te behandelen, het geeft de initiatiefnemer van een HTO-systeem ook duidelijkheid over de vergunbaarheid van een HTO-systeem, wat nodig is om de investering in deze duurzame toepassing door te zetten.

1.3 Hoe kan het afwegingskader worden gebruikt?

Het voorliggende afwegingskader voor HTO is bedoeld als een aanvulling op de bestaande BUM, en focust alleen op de HTO-specifieke aspecten waarin de BUM op dit moment nog niet voorziet, namelijk de hogere infiltratietemperatuur (>25 °C) en het warmteoverschot in de bodem. Het afwegingskader is een handreiking voor hoe er kan worden omgegaan met het afwijken op deze twee aspecten uit de BUM. Net als bij de BUM kan het bevoegde gezag als de lokale omstandigheden daar om vragen afwijken van dit afwegingskader. Nadeel is wel dat er dan een lokale afweging gemaakt moet worden, waardoor het beoogde doel van snelle en eenduidige vergunningverlening niet meer wordt behaald.

1.4 Totstandkoming van het afwegingskader

Dit afwegingskader is tot stand gekomen binnen onderzoeksproject WINDOW (Warmtevoorziening In Nederland Duurzamer met Ondergrondse Warmteopslag). Doel van het WINDOW programma is onder andere het wegnemen van juridische belemmeringen zodat ondergrondse warmteopslag na 2025 als bewezen techniek kan worden toegepast. In fase 1 van WINDOW zijn enkele rapportages opgeleverd die de basis vormen voor het voorliggende afwegingskader, namelijk:

- [Juridisch Achtergronddocument](#): Hierin is de wet- en regelgeving omtrent HTO beschreven.
- [Discussiedocument](#): dit bevat de zorgen en wensen van provincies en de markt, met betrekking tot het afwegingskader voor vergunningverlening
- Literatuuronderzoek '[Effecten van hoge temperatuur warmteopslag op grondwaterkwaliteit](#)'. De HTO-specifieke effecten die optreden in de ondergrond kunnen worden geaccepteerd 'indien het belang van de bescherming van de bodem zich daartegen niet verzet'. Voor die afweging is het essentieel om de actuele stand van kennis met betrekking tot de effecten van HTO in ogenschouw te nemen. Deze zijn opgenomen in het literatuuronderzoek dat binnen WINDOW (werkpakket C3) is uitgevoerd.

De voorliggende versie (zomer 2021) is een voorlopig afwegingskader dat in de praktijk getest kan worden bij de beoordeling van de vergunningaanvragen van de HTO-pilots binnen WINDOW of elders. Op basis van de opgedane ervaringen wordt een verbeterde versie uitgewerkt in 2022, waarna het kan worden vastgesteld en geïmplementeerd bij verschillende provincies.

1.5 Opbouw van het afwegingskader

Het afwegingskader bestaat uit 2 hoofdcomponenten, namelijk (1) de algemene uitgangspunten die fungeren als randvoorwaarden voor het afwegingskader en (2) de specifieke voorwaarden die gehanteerd kunnen worden bij vergunningverlening van HTO-systemen.

De algemene uitgangspunten zijn in hoofdstuk 2 beschreven in de vorm van 'Leidende principes' en het daaruit voortvloeiende voorbeeld voor algemeen provinciaal beleid voor vergunningverlening. In hoofdstuk 3 zijn deze kaders vervolgens uitgewerkt naar specifieke regels en voorschriften die gelden voor de toepassing van HTO.

2 Uitgangspunten voor de toepassing van HTO

In overleg met provincies is een aantal leidende principes geformuleerd die van toepassing zijn op de ondergrond. Er is een voorbeeld opgenomen van hoe deze principes kunnen worden uitgewerkt in algemeen beleid. Vanuit deze algemene kaders is vervolgens toegewerkt naar concrete basisregels voor de vergunningverlening van HTO-systemen (in hoofdstuk 3).

2.1 Leidende principes

Bij het gebruik van de ondergrond voor diverse toepassingen staat centraal dat de hoeveelheid en kwaliteit van het grondwater geschikt is voor duurzaam gebruik door mens en natuur. De volgende leidende principes worden gehanteerd bij het faciliteren van HTO:

- A. *Grondwaterlichamen vallen onder de Kaderrichtlijn water. Bevoegde gezagen moeten waarborgen dat aquifers zich in goede toestand bevinden, zodat gebruik van de hulpbron (voor bijv. natuur, landbouw, waterwinning, energiebesparing) nu en in de toekomst mogelijk is.*
- B. *Bij activiteiten in de ondergrond is de lokale bodemopbouw leidend. Het gebruik van de ondergrond volgt de indeling van de bodemopbouw. Bodemlagen die van nature een scheidende werking hebben tussen grondwaterlichamen moeten intact worden gelaten of worden hersteld na doorboring.*
- C. *Grondwateronttrekkingen en reserveringen ten behoeve van drinkwater (zoals Aanvullende Strategische Voorraden (ASV) en Nationale Grondwater Reserves (NGR)) zijn het hoogste belang.*
- D. *Andere belangen mogen niet onevenredig worden geschaad door toepassing van HTO. De afweging hiervan ligt niet alleen bij het bevoegd gezag voor de vergunning Waterwet, maar ook bij bevoegde gezagen die over ander ondergronds ruimte gebruik gaan, zoals waterschappen en gemeenten.*
- E. *De toepassing van open bodemenergie in de Nederlandse ondergrond kan een belangrijke rol vervullen in de energietransitie omdat het grootschalig gebruik van duurzame warmte mogelijk maakt via de seizoensmatige opslag van thermische energie. Daarom wordt de toepassing van bodemenergie vergroot waar dat verantwoord kan. Te allen tijden geldt dat irreversibele fysische en chemische veranderingen van de ondergrond die leiden tot mogelijke onevenredige benadeling van andere belangen moeten worden voorkomen.*

2.2 Provinciaal beleid HTO

Het algemene beleid voor toepassing van HTO mag niet strijdig zijn met bestaand provinciaal beleid, zoals de Omgevingsverordening die uit de Omgevingsvisie voortvloeit, Provinciale milieuvverordeningen en/of Waterplannen. Verder moet het mogelijk zijn om gemeentelijke bodemenergieplannen te betrekken in het beleid. Merk op dat het provinciale beleid per provincie kan verschillen, als gevolg van verschillende ondergrondse condities, toepassingen en belangen (zie ook §2.1). HTO is een open bodemenergiesysteem en is niet toegestaan in bij verordening of beleidsmatig verboden gebieden voor OBES zoals grondwaterbeschermingsgebieden, boringvrije zones, Aanvullende Strategische Voorraden, eventueel Nationale Grondwaterreserves en/of Natura 2000 gebieden.

Hieronder is een voorbeeld weergegeven van provinciaal beleid dat voor HTO gevoerd kan worden. Hoewel deze tekst algemeen blijft (het is een tekstuele uitwerking van een aantal leidende principes uit §2.1), wordt wel aangeduid welke belangen moeten worden afgewogen voor toepassing van HTO.

Vanuit de wetgeving die van toepassing is op Open Bodemenergiesystemen (Waterwet), kan toepassing van HTO alleen worden vergund wanneer het belang van de bodem gewaarborgd is. In de praktijk betekent dit dat de toepassing geen risico oplevert voor de drinkwaterwinningen en de strategische grondwatervoorraad, andere belangen niet onevenredig schaadt en bijdraagt aan doelmatig gebruik van de ondergrond.

In het Juridische achtergronddocument is een inventarisatie opgenomen van provinciaal beleid omtrent HTO in alle provincies.

2.3 Lokaal / locatie specifiek beleid

Als de locatie-specifieke geohydrologische situatie in de ondergrond daar om vraagt kan per provincie of provinciale regio specifiek gebiedsgericht beleid worden gevoerd voor HTO. Dit dient nader te worden uitgewerkt per provincie. Enkele provincies hebben in aanloop naar de inwerkingtreding van de Omgevingswet (vermoedelijk in 2022) al een interactieve kaart ontwikkeld, waarin de ruimtelijke begrenzing van regels uit de omgevingsverordening is geborgd. In dit soort applicaties kunnen implicaties uit bijvoorbeeld de transitievisie warmte of regionale energie strategie inzichtelijk worden gemaakt samen met de mogelijkheden, toepassingscondities en regels voor HTO.

3 Handleiding voor vergunningverlening HTO-systemen

Dit hoofdstuk fungeert als een handleiding bij het voorbereiden van een vergunningaanvraag (door de initiatiefnemer van HTO), en bij het beoordelen ervan (door de vergunningverlener). De handleiding is opgedeeld in drie onderdelen:

1. Eisen aan een aanvraag vergunning Waterwet voor HTO-systemen
2. Toetsingscriteria voor de beoordeling van de aanvraag
3. Standaardvoorschriften voor HTO-systemen, ter aanvulling van de voorschriften uit de BUM.

Hieronder zijn eerst enkele uitgangspunten rondom HTO beschreven en vervolgens zijn bovenstaande drie onderdelen van de handleiding verder uitgewerkt.

Uitgangspunten – Terminologie bronnen

In dit hoofdstuk zijn de volgende definities gehanteerd voor de bronnen:

- Hete bron: de bron van het HTO-systeem met de hoogste infiltratietemperatuur. Ten tijde van een warmteoverschot wordt de warmte opgeslagen in deze bron. Wanneer er een warmtevraag heerst wordt warm grondwater uit deze bron onttrokken ten behoeve van warmtelevering.
- Warme bron: de bron van het HTO-systeem met de laagste infiltratietemperatuur. Ten tijde van een warmteoverschot wordt grondwater onttrokken uit deze warme bron, voordat het in de hete bron wordt geïnfiltreerd. Wanneer er een warmtevraag heerst wordt het grondwater na warmtelevering in deze bron geïnfiltreerd. De infiltratietemperatuur van deze bron is normaal gesproken hoger dan de natuurlijke grondwatertemperatuur, vandaar dat deze bron als 'warme bron' wordt aangemerkt.

Uitgangspunten – Effecten HTO op de grondwaterkwaliteit

Voor het verlenen van een vergunning Waterwet moet voor de desbetreffende locatie worden afgewogen of de verwachte effecten van de opwarming (boven de 25 °C) acceptabel zijn. Die afweging moet gestoeld zijn op de laatste stand van kennis met betrekking tot de effecten van HTO op de grondwaterkwaliteit. Voor de hieronder uitgewerkte handleiding is Rapport C3 van WINDOW aangehouden als het wetenschappelijke rapport waarin de laatste stand van kennis met betrekking tot de effecten van hoge temperatuur warmteopslag op de grondwaterkwaliteit is beschreven. De belangrijkste conclusies uit dit rapport zijn opgenomen in onderstaand Kader.

Kader: effecten HTO op de grondwaterkwaliteit

Een toename van de temperatuur van grondwater kan verschuivingen in geochemische evenwichten veroorzaken, sorptie aan sediment veranderen en reacties versnellen. In theorie kan temperatuurstijging daarom een veelvoud aan processen beïnvloeden, de complexe interactie en balans tussen deze processen bepalen de netto impact op de grondwatersamenstelling. De belangrijkste bekende effecten zijn hieronder benoemd:

- De negatieve effecten van temperatuurverhoging tot 25°C op de grondwaterkwaliteit zijn beperkt.
- Wanneer temperaturen hoger worden dan 25°C, kunnen de temperatuurgevoelige chemische en microbiologische reacties worden versneld.
- Verhoogde temperaturen leiden tot een snellere afbraak van sedimentair organisch materiaal (SOM) en vanaf ongeveer 40°C ook tot een toename in opgelost organisch koolstof (DOC).
- De hogere temperatuur kan ervoor zorgen dat bepaalde stoffen sterker adsorberen, en andere juist minder sterk. Uit onderzoek lijkt vooral arseen naar voren te komen als een stof welke hierdoor relatief sterk mobiliseert. Vanzelfsprekend hangt de mate waarin stoffen vanuit het sediment in het grondwater terecht kunnen komen af van de mate waarin deze stoffen zich in het sediment bevinden.
- De oplosbaarheid van silicaten is hoger bij hogere temperaturen, waardoor veldspaten in oplossing kunnen gaan, met potentieel hogere concentraties van de elementen Si, Ca, Na, en K tot gevolg.
- In de in Nederland voor HTO beoogde lagen is kalkverzadiging van het grondwater aanmerkelijk. Aangezien hoge temperaturen de oplosbaarheid van kalk (carbonaten) verlagen kunnen deze gaan neerslaan. Enige oververzadiging van het grondwater met kalk leidt echter niet meteen tot neerslag, waardoor dit probleem in de praktijk pas lijkt op te treden vanaf opslagtemperaturen van 40 - 60°C. Kalkneerslag is vooral een operationeel risico in de hete put. Het gebruik van chemicaliën om putverstopping tegen te gaan kan effect hebben op de grondwaterkwaliteit.

3.1 Eisen aan een aanvraag vergunning Waterwet voor HTO-systemen

Dit hoofdstuk is opgesteld voor de aanvrager van de vergunning Waterwet, zodat er op voorhand duidelijkheid is over de zaken die inzichtelijk moeten worden gemaakt in de effectrapportage.

De vergunningverlener zal de aanvraag vergunning Waterwet voor een HTO-systeem moeten toetsen aan de hand van bepaalde toetsingscriteria (zie §3.2). Om deze toetsing door de vergunningverlener mogelijk te maken dient de aanvrager de zaken beschreven in deze paragraaf inzichtelijk te maken in de aanvraag. Deze HTO-specifieke zaken dienen als aanvulling op de effecten die reeds volgens de BUM BE deel 1 inzichtelijk moeten worden gemaakt voor een aanvraag vergunning Waterwet voor OBES.

Ten behoeve van de afweging van het belang van de bescherming van de bodem:

- In de aanvraag zijn de thermische effecten van HTO met numerieke modelberekeningen in kaart gebracht, waarbij de temperatuurafhankelijkheid van de dichtheid en viscositeit van het grondwater zijn meegenomen. Daarnaast moet het model processen als dispersie, warmtegeleiding en zowel vrije als geforceerde convectie kunnen simuleren. Bij de uitgangspunten van het model wordt rekening gehouden met variatie in de bedrijfsvoering van het HTO-systeem (watervolumes, infiltratietemperaturen) en de bestaande onzekerheden

rondom locatie-specifieke ondergrondse eigenschappen, zodat de thermische effecten zoals beschreven in de effectrapportage naar verwachting in werkelijkheid niet zullen worden overschreden.

- In de aanvraag zijn ten minste de volgende visualisaties van de thermische effecten van de HTO na ten minste 20 jaar warmteopslag opgenomen:
 - Een bovenaanzicht van het thermische-beïnvloedingsgebied, ter hoogte van de bovenkant van het opslagpakket, aan het einde van het warme seizoen en aan het einde van het koude seizoen. De definitie van het thermische-beïnvloedingsgebied volgt de definitie van de BUM: temperatuursverandering + of - 0,5°C na 20 jaar werking, per watervoerende laag.
 - Een dwarsdoorsnede van de ondergrond met daarop de temperatuurverdeling in de ondergrond, aan het einde van het warme seizoen en aan het einde van het koude seizoen. De dwarsdoorsnede doorsnijdt de hete bron(nen).
- Indien redelijkerwijs verwacht mag worden dat er sprake is van thermische effecten op bestaande grondwatergebruikers dienen deze inzichtelijk te worden gemaakt. Daartoe wordt eerst een referentiesimulatie uitgevoerd waarin alleen de grondwaterverplaatsingen van de reeds bestaande grondwatergebruikers worden gesimuleerd, en aanvullend een scenario waarin de HTO is toegevoegd aan het model. De onttrekkingstemperaturen ter hoogte van bestaande bronfilters kunnen worden vergeleken en zodoende wordt het cumulatieve thermische effect op bestaande grondwatergebruikers inzichtelijk gemaakt. Eventuele negatieve beïnvloeding kan worden beschreven door aanvrager en vervolgens beoordeeld door de vergunningverlener.
- Bij de vergunningaanvraag wordt met numerieke modelberekeningen inzichtelijk gemaakt wat het thermische-beïnvloedingsgebied van de HTO is, in het geval van tenminste 20 jaar operatie (laden en ontladen), gevolgd door 50 jaar stilstand van de HTO. Hiermee wordt inzichtelijk gemaakt wat het resteffect van de warmteopslag is 50 jaar na het fictief beëindigen van het systeem dat 20 jaar actief is geweest. Voor deze modelberekening gelden dezelfde eisen als aangegeven bij het eerste punt.
- De aanvrager moet inzichtelijk maken hoe groot de te verwachten warmteverliezen (van zowel van de hete als de warme bronnen) zijn, en wat het daaraan gerelateerde te verwachten langjarig gemiddelde warmteoverschot in de ondergrond is. Daarbij wordt de definitie van het warmte-overschot gehanteerd volgens bijlage 2.5 van de BUM. Het is de aanvrager toegestaan om voor de eerste 5 jaar een groter warmte-overschot aan te vragen dan voor de periode na de eerste vijf jaren.
- De aanvrager beschrijft of het bodemenergiesysteem tot zodanige interferentie met een eerder geïnstalleerd bodemenergiesysteem leidt dat het doelmatig functioneren van het bestaande systeem kan worden geschaad. Als het beoogde systeem in een interferentiegebied ligt, beschrijft de aanvrager of aan de beleidsregels voor dat gebied wordt voldaan.
- De aanvrager maakt inzichtelijk welke effecten van toepassing zijn op het grondwater, als gevolg van de opwarming tot boven de 25 °C. De aanvrager beschrijft de gevolgen van deze effecten voor 1) de nabijgelegen belangen in de ondergrond en 2) de kwaliteit van het grondwater. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in verschillende temperatuurregimes, omdat de effecten op de grondwaterkwaliteit samenhangen met de mate van opwarming, aldus WINDOW Rapport C3.
- Als de aanvrager stoffen aan het te retourneren grondwater wil toevoegen (bijvoorbeeld zuurdosering om putverstopping door kalkneerslag tegen te gaan), dient in de aanvraag te worden opgenomen om welke stoffen het gaat, welke dosering wordt toegepast en wat de verwachte effecten van dosering zijn op de grondwaterkwaliteit.

Ten behoeve van de afweging van het doelmatig gebruik van de ondergrond:

- De aanvrager beschrijft het systeemconcept waarin HTO wordt toegepast, wat de bron van warmte is en hoe toepassing van HTO bijdraagt aan de verduurzaming van de warmtevoorziening.
- Het bodemenergiesysteem zal een energierendement moeten leveren dat bij een doelmatig gebruik en goed onderhoud kan worden behaald. Dit energierendement wordt uitgedrukt in de Seasonal Performance Factor (SPF). Daartoe neemt de aanvrager in de aanvraag een SPF - berekening op die is uitgevoerd conform ISSO-publicatie 39.
- De aanvrager geeft aan of er aan de minimale productiviteitseis uit de BUM wordt voldaan.
- De aanvrager beschrijft de onzekerheden in de aangenomen bodemopbouw en - eigenschappen, en geeft aan of een proefboring zal worden uitgevoerd voor het project.
- De aanvrager moet aantonen dat de werking van de bronnen en constructieve integriteit van de bronnen en peilbuizen is gewaarborgd gedurende de levensduur van de HTO en na de eventuele demping van het systeem, door in de aanvraag een beknopte beschrijving te geven van de volgende zaken:
 - Te gebruiken materialen voor de bronconstructie
 - Risico op verschillende verstoppingen en technische faciliteiten die worden ingezet om deze risico's te beperken. Bij gebruik van waterbehandeling dient de toe te voegen stof te worden toegelicht. Bij toepassen van bovengrondse filtersystemen ter voorkoming van deeltjesverstopping wordt de methodiek toegelicht.
 - Beheer en onderhoud van het bronnensysteem

3.2 Toetsingscriteria voor de beoordeling van de aanvraag vergunning Waterwet

Dit hoofdstuk kan worden gebruikt door het bevoegd gezag bij de afweging om de vergunning Waterwet te verlenen.

In algemene zin houdt de vergunningverlener de wettelijke criteria in zicht. De hier beschreven aandachtspunten zijn specifiek van toepassing op het vergunnen van HTO-systemen, omdat het toestaan van een hogere infiltratietemperatuur dan 25 °C en een warmteoverschot in de ondergrond alleen toelaatbaar zijn 1) indien het belang van de bescherming van de bodem zich daartegen niet verzet en 2) indien dit in het belang is van een doelmatig gebruik van bodemenergie. Daarnaast wordt de aanvraag getoetst aan visies omtrent verduurzaming en waterbeheer, provinciale verordeningen, waterplannen, gemeentelijke bodemenergieplannen en eventuele andere beleidsstukken die van toepassing zijn op OBES.

De BUM voorziet in concretere toetsingscriteria voor het vergunnen van OBES op lage temperatuur (< 25 °C). Omdat de BUM nog niet voorziet in toetsingscriteria voor de hoge temperatuur en het warmteoverschot, zijn hieronder enkele toetsingscriteria beschreven die daarvoor gehanteerd kunnen worden, ter aanvulling van de BUM. Deze criteria helpen de vergunningverlener bij het beoordelen van de HTO-specifieke informatie die door de aanvrager is aangeleverd (zie §3.1), en het afwegen of de effecten voldoende inzichtelijk zijn gemaakt en niet leiden tot negatieve beïnvloeding van belangen in de ondergrond.

Beschikbare informatie:

- Is de aangenomen bodemopbouw en -eigenschappen voldoende onderbouwd, en is toegelicht in welke mate is gekozen voor 'worst-case' of juist 'best-guess' uitgangspunten voor de ondergrond bij het berekenen van de effecten?

- Valt het, uitgaande van de beschikbare en gepresenteerde informatie in de effectrapportage en de onzekerheden daarin, binnen de verwachting dat de werkelijk optredende effecten binnen de marges van de aangevraagde effecten zullen vallen?

Belang van bescherming van de bodem:

Thermische effecten

- De thermische effecten van het HTO-systeem mogen niet leiden tot het schaden van het doelmatig functioneren van andere belangen in de bodem, zoals bestaande bodemenergiesystemen.
- Waar de temperatuur hoger wordt dan 25°C geldt dat de temperatuurverhoging op zichzelf acceptabel is ten behoeve van doelmatig gebruik van bodemenergie, mits er zich geen andere grondwatergebruikers en grondwater gerelateerde functies in deze zone bevinden die negatief worden beïnvloed door de opwarming.
- Bij toepassing van HTO nabij een strategische voorraad en/of andere specifieke belangen (zoals grondwaterbeschermingsgebieden) mag de verhoging van de temperatuur ten opzichte van de natuurlijke temperatuur op de grens van dat belang door de HTO niet groter zijn dan 3°C. Eventueel kan in overleg met belanghebbenden een grotere temperatuurverandering worden toegestaan.

Grondwaterkwaliteit

- De thermische effectberekeningen laten zien waar de temperatuur hoger wordt dan 25 °C. De mate waarin veranderingen optreden in de grondwaterkwaliteit hangt samen met de mate waarin de temperatuur toeneemt. Op basis van de mate van opwarming is door de aanvrager voor verschillende locaties beschreven wat de verwachte effecten zijn. De vergunningverlener beoordeelt of deze beschrijvingen in lijn zijn met de laatste stand van kennis (WINDOW rapport C3), en weegt af of de geochemische en microbiologische effecten op de grondwaterkwaliteit acceptabel zijn voor de bestaande omgevingsbelangen en voor de kwaliteit van het grondwater.

Doelmatig gebruik van de ondergrond:

Warmteoverschot

- Is het verwachte terugwinrendement voldoende hoog, en is het direct daaraan gerelateerde aangevraagde warmteoverschot in de ondergrond van de HTO voldoende laag, om te spreken van een doelmatig gebruik van bodemenergie?

Energieprestatie

- Is het energierendement, uitgedrukt in SPF, conform richtlijnen berekend, en sluit het aan bij een energierendement dat bij een doelmatig gebruik en goed onderhoud kan worden behaald?
- Levert het HTO-systeem, op basis van de kwalitatieve beschrijving van het systeemconcept en de berekende SPF-waarde, een bijdrage aan de verduurzaming van de warmtevoorziening op de projectlocatie?
- Voldoet de productiviteit van het HTO-systeem, uitgedrukt in MWh/m³, aan de minimale eis in de BUM? Voldoet het daarnaast aan eventueel aanvullende gestelde eisen betreffende de productiviteit?

3.3 Standaardvoorschriften voor HTO, ter aanvulling op de standaardvoorschriften uit de BUM

Van voorlopig naar vastgesteld afwegingskader

De hier opgenomen regels en voorschriften vormen het voorlopige afwegingskader op basis van de bestaande kennis over de effecten van HTO. Deze bestaande kennis wordt nog als te beperkt gezien voor het vaststellen van een definitief afwegingskader, met name door het gebrek aan inzichten uit effectmonitoring bij HTO systemen in de praktijk. Met de uitgebreidere monitoringsvoorschriften die binnen WINDOW zijn ontwikkeld (bijlage I) kan de komende jaren in pilot projecten (de projecten die in WINDOW worden uitgewerkt en aangelegd, en andere “frontrunner” HTO projecten) aanvullende kennis worden ontwikkeld om het passende definitieve afwegingskader vast te stellen t.a.v. de geochemische en microbiologische effecten. Op basis van de inzichten die op termijn uit de monitoring van deze “frontrunner HTO projecten” komen, kunnen op basis van gebleken nut en doelmatigheid de in dit afwegingskader voorgestelde minimale monitoringseisen worden aangepast tot het definitieve afwegingskader.

Uitgangspunt is dat de vergunningverlener de vergunning Waterwet verleent volgens de modelvergunning die in bijlage 2.2 van de BUM BE deel 1 is opgenomen. Omdat die modelvergunning niet voorziet in HTO-specifieke aspecten, is hieronder een aantal aanpassingen en aanvullingen op de voorschriften uit de modelvergunning geformuleerd. Deze helpen de vergunningverlener om de voorschriften voor een vergunning Waterwet voor een HTO-systeem tot stand te brengen.

NB: deze aanpassingen en aanvullingen zijn bedoeld als uitbreiding op de modelvergunning van de BUM. Dat betekent dat alle hieronder niet genoemde voorschriften direct uit de modelvergunning kunnen worden overgenomen.

De voorgestelde standaardvoorschriften voor HTO volgen de categorisering die in de modelvergunning voor OBES in de BUM is aangehouden (zie bijlage 2.2 van de BUM BE deel 1):

Voorschrift 1. Werkzaamheden ten behoeve van het bodemenergiesysteem

Voorschrift 2. Aanleg van het bodemenergiesysteem

Voorschrift 3. Gebruik en beheer van het bodemenergiesysteem

Voorschrift 4. Monitoring tijdens gebruik van het bodemenergiesysteem

Voorschrift 5. Beëindiging onttrekking

1. Werkzaamheden ten behoeve van het bodemenergiesysteem

Onder dit voorschrift zijn geen HTO-specifieke aanpassingen nodig. Het verrichten van werkzaamheden ten behoeve van het bodemenergiesysteem vindt plaats conform de beschikbare normdocumenten (BRL'en) en wordt uitgevoerd door gecertificeerde partijen. Hierdoor is reeds geborgd dat het gekozen materiaal geschikt moet zijn voor het functioneren van het systeem, en dat de werking van doorboorde kleilagen moet worden hersteld, etc.. Omdat deze normen reeds wettelijk zijn vastgelegd is vanuit de BUM of vanuit dit afwegingskader geen aanvullend voorschrift nodig, mits voorschrift 1.1 van de modelvergunning van de BUM direct in de vergunning wordt overgenomen.

2. Aanleg van het bodemenergiesysteem

Voorschrift 2.3

Voorschrift 2.3 wordt uitgebreid, door de volgende tekst toe te voegen:

“In de materiaalkeuze van de bronnen en de peilbuizen wordt rekening gehouden met de verwachte opwarming die op basis van de effectenstudie bij de desbetreffende bron/peilbuis verwacht mag worden, opdat er geen functieverlies van deze componenten optreedt bij verhoogde temperaturen.”

Extra voorschrift:

Wanneer er een proefboring is/wordt uitgevoerd, kan het volgende voorschrift worden opgenomen. Het stelt eisen aan de afwerking van de proefboring, wanneer die proefboring ten behoeve van het vergunde HTO-systeem wordt uitgevoerd:

“De proefboring wordt afgewerkt als monitoringsput, die de vergunninghouder in staat stelt om temperaturen te meten en grondwatermonsters te nemen uit het opslagpakket. De resultaten van proefboring worden met de vergunningverlener gedeeld, alsook een beschouwing van de verschillen tussen de aangetroffen bodemopbouw en de aangehouden bodemopbouw in de effectenstudie, met een kwalitatieve beschouwing van hoe dit de verwachte effecten verandert t.o.v. de effectenstudie. Indien daar op basis van de kwalitatieve beschouwing aanleiding toe wordt gezien, kan de vergunningverlener een aanvullende kwantitatieve beschouwing eisen van de veranderde effecten ten opzichte van de effectrapportage.”

Voorschrift 2.4

Voorschrift 2.4 wordt aangepast, zodat voor de referentiemeting wordt verwezen naar een uitgebreidere set van meetparameters die bemonsterd moet worden (zie Tabel 1, kolom ‘Referentiemeting’). Het analysepakket in Tabel 1 is o.a. gebaseerd op praktijkervaring en recent literatuur onderzoek uitgevoerd in het kader van WINDOW fase 1 (Schout en Hartog, 2020). Bij de referentiemeting vindt een uitgebreidere analyse plaats vergeleken met de jaarlijkse metingen, zodat ook minder waarschijnlijk geachte veranderingen in waterkwaliteit later toch opgespoord en verklaard kunnen worden.

Tabel 1. Lijst met de meetparameters die minimaal in de referentie- en periodieke bemonstering dienen te worden opgenomen.

Analysepakket monitoring HTO		
Categorie	Parameters Referentiemeting (voorschrift 2.4) En herhaling na 2 jaar (voorschrift 4.6)	Parameters jaarlijkse meting (extra voorschrift hoofdstuk 4)
Algemeen	Temperatuur, pH, EC, O ₂	Temperatuur, pH, EC, O ₂
Macrochemie	Cl, HCO ₃ , SO ₄ , NO ₃ , PO ₄ , Br, DOC	Cl, HCO ₃ , SO ₄ , NO ₃ , PO ₄ , Br, DOC
	Na, Ca, Fe, Mn, K, Mg, Si, NH ₄ , CH ₄	Na, Ca, Fe, Mn, K, Mg, Si, NH ₄ , CH ₄
Microchemie	As	As
	Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V	
Microbiologie	ATP	ATP

Voorschrift 3: Gebruik en beheer van het bodemenergiesysteem

Voorschrift 3.5

Voorschrift 3.5 van de model-vergunning wordt aangepast, zodat de voorgeschreven maximale infiltratietemperatuur van het systeem overeenkomt met de aanvraag.

Voorschrift 3.6

Voorschrift 3.6 wordt aangepast, zodat het maximaal vergunde warmteoverschot in dit voorschrift overeenkomt met de aanvraag. Eventueel kan voor de eerste vijf jaren van ingebruikname een hoger warmteoverschot in de ondergrond worden vergund dan in de jaren die daarop volgen.

Extra voorschrift:

Indien in de aanvraag is beschreven dat er zuurdosering wordt beoogd om kalkneerslag in de bronnen tegen te gaan, dient dit expliciet in de vergunning Waterwet te worden toegestaan. Hieronder is daarvoor een voorbeeldformulering opgenomen:

“Naast de toevoeging van [naam van het zuur] ([scheikundige aanduiding]) om kalkneerslag tegen te gaan, mag door de vergunninghouder aan het gebruikte grondwater alleen thermische energie worden toegevoegd of onttrokken.”

Voorschrift 3.10

Voorschrift 3.10 uit de BUM model-vergunning is een optioneel voorschrift over de minimale SPF-waarde. Voor HTO-systemen wordt dit voorschrift standaard toegepast. De voorgeschreven minimale SPF-waarde komt overeen met de aanvraag.

Voorschrift 3.11

Voorschrift 3.11 uit de BUM model-vergunning is een optioneel voorschrift over de productiviteit van het OBES, uitgedrukt in MWh/m³. Voor HTO-systemen wordt dit voorschrift standaard toegepast. Vanwege de hoge ΔT tussen de bronnen van het HTO-systeem wordt een hogere productiviteit geëist. Deze is gebaseerd op de beoogde temperatuur van de hete bron en de afkaptemperatuur van de warmte afnemer en/of de temperatuur van de warme bron.

Voorschrift 4: Monitoring tijdens gebruik van het bodemenergiesysteem

Voorschrift 4.6

Voorbeeldvoorschrift 4.6 uit de BUM schrijft voor dat er na 2 jaar een herhaling dient plaats te vinden van de referentiebemonstering die in voorschrift 2.4 is voorgeschreven. Voor de HTO zal hetzelfde voorschrift van kracht blijven, maar de meetlijst die gevraagd wordt, dient wel overeen te komen met de referentiemeetlijst (Tabel 1) waar in voorschrift 2.4 naar verwezen wordt. De monsternamen vindt plaats in de hete bron halverwege de winter, nadat circa 30%, maar niet meer dan circa 70% van het gemiddelde te verpompen volume per seizoen is onttrokken.

Extra voorschrift voor opstellen monitoringsplan

Er wordt een extra voorschrift aan de vergunning toegevoegd, dat voorschrijft dat er een monitoringsplan moet worden opgesteld voor monitoring van de temperatuur in de ondergrond en de grondwater kwaliteit tijdens het gebruik van het systeem.

“Voor de HTO moet vóór ingebruikname een monitoringsplan worden opgesteld. Het monitoringsplan dient te worden voorgelegd aan het bevoegd gezag en door hen te worden goedgekeurd voordat het systeem in gebruik mag worden genomen.

Het monitoringsplan dient tenminste de volgende gegevens te bevatten:

- *De meetdoelen waarin het monitoringsplan voorziet.*
- *De beoogde meetopstelling, waarin configuratie van bronnen (en indien aanwezig de monitoringsput), peilbuizen en eventuele andere ondergrondse apparatuur voor het meten van stijghoogtes, temperaturen en grondwatersamenstelling is beschreven.*
- *De meetactiviteiten die worden uitgevoerd ten behoeve van de referentiemeting. Daarbij wordt ten minste voldaan aan de eisen uit voorschrift 2.4 (lijst met meetparameters). Tevens is hierin beschreven hoe een referentiemeting van de natuurlijke bodemtemperatuur wordt uitgevoerd.*
- *De meetactiviteiten die worden uitgevoerd tijdens de gebruiksfase van het systeem. Dit betreft de monitoring van ondergrond-gerelateerde parameters (stijghoogtes, temperaturen,*

grondwaterkwaliteit). Hierin is minimaal opgenomen dat het grondwater in de hete bron met een minimale frequentie van eenmaal per jaar wordt bemonsterd en geanalyseerd op de stoffen zoals in kolom 'jaarlijkse metingen' van Tabel 1 weergegeven. Deze metingen worden ten minste twee volledige jaren uitgevoerd. Na twee jaar kan de vergunninghouder een onderbouwd verzoek indienen bij de vergunningverlener om de meetactiviteiten aan te passen.

- Een beschrijving van de monitoring van stoffen die gedoseerd worden, mits van toepassing.
- Een voorstel voor het rapporteren van de resultaten die voortkomen uit de hierboven bedoelde meetactiviteiten. Hierbij dient een opzet voor de rapportage te worden beschreven, alsook de frequentie waarmee rapportages zullen worden opgesteld en toegezonden aan het bevoegd gezag."

Voorschrift 4.8

Voorschrift 4.8 van de modelvergunning schrijft een aantal zaken voor die na 2 jaar, en vervolgens na elke 5 jaar aan de vergunningverlener moeten worden gerapporteerd. Het voorschrift wordt aangevuld, zodat ook de meetresultaten die voortkomen uit het monitoringsplan mee worden genomen in de rapportage. Daartoe wordt de volgende tekst aan het voorbeeldvoorschrift toegevoegd, als vierde punt in de opsomming van voorschrift 4.8:

"- De meetresultaten die zijn voortgekomen uit het uitvoeren van het monitoringsplan. Tevens wordt een beschouwing gegeven van deze resultaten en eventuele afwijkingen ten opzichte van datgene wat in de effectrapportage is opgenomen, en in hoeverre er nadelige invloed optreedt voor omliggende systemen die al vóór vergunningverlening van het HTO-systeem in de ondergrond aanwezig waren.

indien van toepassing:

- Een evaluatie van de methode en effectiviteit van de waterbehandelingsmethodiek die is toegepast, en diens effecten op de grondwaterkwaliteit."

Voorschrift 5 Beëindiging onttrekking

Voorschrift 5.1

Voorbeeldvoorschrift 5.1 uit de BUM wordt aangepast naar het volgende:

"Beëindiging van de onttrekking en van het in de bodem terugbrengen van grondwater, en de datum van afdichting van de bronnen en waarnemingsfilters, worden tenminste acht weken voor de beëindiging aan GS gemeld.

De vergunninghouder levert bij deze melding een plan aan voor de buitengebruikstelling. De bronnen mogen niet worden gedempt voordat het bevoegd gezag akkoord is met het beëindigingsplan. Dit plan voldoet aan de volgende eisen:

- *Er wordt inzichtelijk gemaakt hoeveel warmte er daadwerkelijk in de ondergrond is achtergebleven.*
- *Er wordt inzichtelijk gemaakt hoe de temperatuurverdeling in de ondergrond er op het moment van beëindiging uit zal zien en hoe dat zich de eerste 100 jaar na de beëindiging zal ontwikkelen (eventueel op basis van monitoring, aangevuld met thermische modelberekeningen).*
- *Na buitengebruikstelling moet de monitoring nog 5 jaar worden doorgezet met een frequentie van tenminste eenmaal per jaar om de ondergrondse temperaturen ter hoogte van het opslagpakket en de bodemlagen daarboven inzichtelijk te maken. De beoogde meetactiviteiten worden in het plan voor de buitengebruikstelling beschreven. Na toestemming van de provincie mag het monitoringsprogramma na 5 jaar worden stopgezet en kunnen de peilbuizen worden gedempt.*

Wanneer het bevoegd gezag de risico's van de achtergebleven warmte op de grondwaterkwaliteit of andere belangen onacceptabel acht, kan het eisen dat er een plan van aanpak worden opgesteld en uitgevoerd om een deel van de achtergebleven warmte dusdanig te verminderen dat nadelige

invloeden worden beperkt. Het dempen van bronnen kan als de achtergebleven warmte of temperatuurverdeling binnen een acceptabel gestelde marge valt.”

De vergunninghouder van de HTO is en blijft verantwoordelijk voor de (monitoring van de) warmte die achterblijft in de ondergrond. Ook bij verhuizing, faillissement etc. moet dit geborgd zijn en daarom moet de vergunninghouder bij de vergunningaanvraag aantonen dat de activiteiten rondom beëindiging van de onttrekking, het eventueel reduceren van de hoeveelheid warmte in de ondergrond, het dempen van de bronnen, en de regelmatige monitoring na beëindiging is gewaarborgd. De vormgeving en afstemming hiervan is afhankelijk van de organisatiestructuur van de vergunninghouder, en daarom dient aan de voorkant met bevoegd gezag te worden afgestemd hoe de activiteiten rondom de beëindiging van het systeem geborgd kunnen worden.

Rapportage

Ter aanvulling op de voorschriften uit de modelvergunning uit de BUM, kan de vergunningverlener een aantal eisen stellen omtrent de rapportage over het HTO-systeem. Daarvoor is hieronder een voorbeeldvoorschrift opgenomen:

“Vijf jaar na het moment dat de HTO in gebruik is genomen wordt op initiatief van de vergunninghouder een overleg tussen vergunninghouder en vergunningverlener georganiseerd. Daarin neemt de vergunninghouder de vergunningverlener mee in de meetresultaten van de afgelopen jaren, en de inzichten die daaruit voortkomen. Vergunninghouder en vergunningverlener bespreken op welke manier eventuele optimalisaties kunnen worden uitgevoerd. In overleg met het bevoegde gezag kan eventueel de frequentie van rapportage (van bepaalde onderdelen) worden verlaagd.”

Referenties

- Schout, Gilian, and Niels Hartog. 2020. *Effecten van Hoge Temperatuur Warmteopslag Op Grondwaterkwaliteit. WINDOW Fase 1 (C3b)*. Nieuwegein.
<https://www.warmingup.info/documenten/window-fase-1---c3---effecten-van-hoge-temperatuur-warmteopslag-op-grondwaterkwaliteit.pdf>.
- Zaadnoordijk, W. J., L. M. Hornstra, and M. Bonte. 2013. *KWR 2013.085. Grondwaterbescherming En Hoge- Temperatuur Opslagssystemen*. Nieuwegein.

Bijlage I - WINDOW

Monitoringsprogramma

In deze bijlage is een monitoringsplan opgenomen die binnen WINDOW werkpakket C is uitgewerkt. Het advies is om deze toe te passen wanneer het monitoringsplan voor een toekomstig HTO-project wordt opgesteld. De monitoringsresultaten van deze pilotprojecten leveren kennis en een verbeterd begrip op van de geochemische effecten van HTO op het grondwater, wat vervolgens bijdraagt aan de inhoudelijke rechtvaardiging van het minimaal vereiste monitoringsprogramma.

T.o.v. het standaard analysepakket zoals weergegeven in Tabel 1 is het voornaamste verschil dat er een uitgebreider pakket aan sporenelementen meegenomen wordt, en worden NGS metingen aangeraden om veranderingen in de microbiologische populatie in beeld te brengen. Daarnaast is de frequentie van de monitoring hoger en wordt er ook monitoring uitgevoerd in een monitoringsput. Deze monitoringsput moet op maximaal een halve thermische straal afstand van de hete bron geplaatst worden, met minimaal 1 filter in het opslagpakket. De minimale meetfrequentie van de grondwatersamenstelling in beide de bronnen is jaarlijks, na onttrekking van een kwart tot de helft van het geïnfiltreerde volume. Gelijktijdig wordt ook de monitoringsput bemonsterd (dus 2x jaarlijks). Op die manier kan een beter beeld gevormd worden van de optredende effecten in zowel tijd als ruimte.

WINDOW analysepakket onderzoeksmonitoring HTO systemen																	
Categorie	Sub-categorie	Parameters	Nulmeting			Zomer 1e jaar			Winter 1e jaar			Zomer 2e jaar			Winter 2e jaar		
			HB	WB	MP	HB	WB	MP	HB	WB	MP	HB	WB	MP	HB	WB	MP
Algemeen		Temperatuur, pH, EC, O ₂	•	•	•				•	•	•				•	•	•
Macro-chemie		Cl, HCO ₃ , SO ₄ , NO ₂ , PO ₄ , Br, Si	•	•	•				•	•	•				•	•	•
		Na, Ca, Fe, Mn, K, Mg, NH ₄	•	•	•				•	•	•				•	•	•
Micro-chemie	Specifiek (indicator en KRW)	As, Ba, Cd, Co, Cr, Mo, Hg, Pb, Ni, V	•	•	•				•	•	•				•	•	•
	Compleet	Al, Ag, B, Be, Cu, Li, Sb, Se, Sn, Sr, Te, Ti, U, W, Zn, Zr	•	•	•										•	•	•
Organische chemie		DOC	•	•	•				•	•	•				•	•	•
		CH ₄	•	•	•				•	•	•				•	•	•
Microbiologie	Standaard	ATP	•	•	•				•	•	•				•	•	•
		NGS	•	•	•										•	•	•
	Specifieke pathogenen ¹	E. coli, C. perfringens, Legionella, Stenotrophomonas maltophilia, Bacteriën van de Vibrio groep, Naegleria fowleri, Acanthamoeba spp															

HB = Hete bron, WB = Warme bron, MP = monitoringsput.

¹ Alleen noodzakelijk bij directe aanleiding: bijvoorbeeld sterke verandering in concentratie ATP of zuurstofindringing (> 1 mg/l) in de bronnen. Lijst o.b.v. Zaadnoordijk et al., 2013.

Evaluatierapport

WARMING^{UP}

Innovatief Duurzaam Warmtecollectief