



Zaaknummer : 01093543
Ons Kenmerk : ODH1145936
Datum : 3 oktober 2024

Besluit

artikel 7.17 van de Wet milieubeheer

Onderwerp

Op 22 december 2023 hebben wij van u een mededeling ontvangen als bedoeld in artikel 7.16 van de Wet milieubeheer. De mededeling is ingediend in verband met de tegelijkertijd ingediende aanvraag in het kader van de Waterwet voor het onttrekken en in de bodem terugbrengen van grondwater ten behoeve van een open bodemenergiesysteem (pilot Hoge Temperatuur Opslag, hierna: HTO) voor de klimatisering van de campus van de TU Delft (TUD) via het warmtenet van de TUD en mogelijk in de toekomst het Open Warmtenet Delft (OWD). De bronnen voor het systeem zijn beoogd in Delft, op een groenstrook ten noorden van de Balthasar van der Polweg, gelegen direct ten noordoosten van de kruising met de Rotterdamseweg, alsmede op een terrein bij de inrit van de huidige parkeergarage P5, ten noordoosten van de kruising van de Rotterdamseweg en de Cornelis Drebbelweg. Het betreft een beoogde HTO bestaande uit maximaal drie hete bronnen en vier warme bronnen met een totaaldebiet van maximaal 275 m³ grondwater per uur, 6.600 m³ grondwater per etmaal, 204.600 m³ grondwater per maand en 1.445.000 m³ grondwater per jaar. Bovenop deze hoeveelheden zal bij aanleg eenmalig maximaal 30.000 m³ grondwater worden onttrokken ten behoeve van de ontwikkeling van de bronnen en jaarlijks maximaal 5.000 m³ grondwater ten behoeve van het onderhoud van de bronnen. Het installeren en in gebruik nemen en houden van het open bodemenergiesysteem betreft een activiteit waarvoor op grond van onderdeel D van de bijlage behorende bij het Besluit milieueffectrapportage een m.e.r.-beoordeling benodigd is.

Omgevingswet

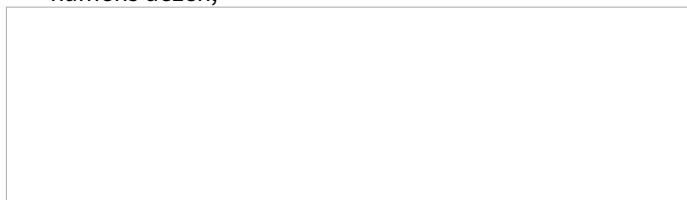
Op 1 januari 2024 is de Omgevingswet in werking getreden. De mededeling is ingediend op 22 december 2023, dus vóór de inwerkingtreding van de Omgevingswet. Voor deze procedure geldt op grond van overgangsrecht nog het oude recht, in dit geval de Wet milieubeheer en de Waterwet.

Besluit

Wij besluiten dat voor de activiteit geen milieueffectrapport hoeft te worden opgesteld.

Ondertekening

Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland,
namens dezen,



Hoofd Toetsing & Vergunningverlening Milieu
van de Omgevingsdienst Haaglanden



Rechtsmiddelen

Voor de mogelijkheid rechtsmiddelen aan te wenden tegen dit besluit wijzen wij op de desbetreffende tekst in het begeleidende schrijven.



OVERWEGINGEN

Aanleiding

Op de campus van de TU Delft (TUD) wordt actief gewerkt aan de warmtetransitie. De TUD kent vele gebouwen. Deels worden de gebouwen van duurzame warmte en koude voorzien door middel van warmte- en koudeopslagsystemen. Een ander deel van de gebouwen heeft hogere temperaturen nodig voor effectieve verwarming en is daarvoor aangesloten op een warmtenet van de TUD. Voor de verduurzaming van het warmtenet zijn een aantal ontwikkelingen beoogd. In de eerste plaats worden de aangekoppelde afgiftesystemen aangepast, zodat de eindgebruikers ook warmte uit het net kunnen gebruiken als de temperatuur van het warmtenet lager wordt.

De tweede grootschalige ontwikkeling is het realiseren van een geothermiesysteem op de campus, inclusief warmtepompcentrale, die grote hoeveelheden duurzame warmte kan produceren en aan het warmtenet kan leveren. Het geothermiedoublet gaat daarnaast ook warmte leveren aan het Open Warmtenet Delft (OWD). Dit is een nog aan te leggen warmtenet buiten de campus, waarmee gebouwen en woningen in de stad Delft van duurzame (aard)warmte kunnen worden voorzien. Voor het geothermiesysteem zijn al de benodigde vergunningen in het kader van de Mijnbouwwet verleend. De Waterwet is niet van toepassing op geothermiesystemen, dat deel maakt dus ook geen onderdeel uit van onderhavige vergunningaanvraag. Met het geothermiesysteem, inclusief warmtepompcentrale, kan gedurende het gehele jaar een grote hoeveelheid duurzame warmte worden geproduceerd uit een gesteentelaag op ruim 2 km diepte, met een constant debiet en een constante temperatuur (circa 75°C). De capaciteit van het geothermiesysteem om warmte te leveren is daardoor constant. De warmtevraag is echter sterk seizoensafhankelijk. Daardoor heeft het geothermiesysteem in het zomerseizoen een overcapaciteit: de capaciteit van het geothermiesysteem om warmte te leveren is groter dan de warmtevraag. Tegelijkertijd is de capaciteit in het winterseizoen juist te laag: de warmtevraag is zodanig groot dat het geothermiesysteem slechts een deel van de gevraagde warmte kan leveren, waardoor verbranding van fossiele brandstoffen nodig is om aan de vraag te voldoen. De TUD kan de warmtevoorziening sterk verduurzamen als de overtollige duurzame geothermische warmte in de zomer kan worden opgeslagen en in de winter kan worden ingezet. Daarmee wordt de inzet van fossiele warmte, en de bijbehorende emissie van broeikasgassen en stikstoffen (CO₂ en NO_x) significant gereduceerd.

Deze grootschalige warmteopslag is mogelijk met de techniek Hoge Temperatuur Opslag (HTO): een type open bodemenergiesysteem dat zich kenmerkt door hogere opslagtemperaturen (tot ca. 90°C) dan voor open bodemenergiesystemen gangbaar is (25°C). Bij toepassing van HTO worden warmte-overschotten, die tijdens de zomerperiode beschikbaar zijn vanuit het geothermiesysteem met behulp van een open bodemenergiesysteem opgeslagen in de ondergrond, en in de winter teruggewonnen en ingezet voor verwarming. Door gebruik te maken van HTO kan een groter deel van de jaarlijkse warmtevraag worden ingevuld met geothermie, waardoor de warmtelevering door fossiele energiebronnen significant afneemt. Daarnaast biedt HTO als grootschalige warmtebuffer flexibiliteit en leveringszekerheid in het warmtesysteem, in tijden van volatiele gasprijzen en grote schommelingen in warmtevraag en aanbod.

Om HTO op het TUD campusterrein mogelijk te maken zijn ondergronds minimaal twee hete en twee warme bronnen en maximaal drie hete en vier warme bronnen voorzien. De hete bronnen, die een gemiddelde infiltratietemperatuur van 80 °C en een maximale infiltratietemperatuur van 90 °C zullen hebben, zijn voorzien op de groenstrook ten noorden van de Balthasar van der Polweg, gelegen direct ten noordoosten van de kruising met de Rotterdamseweg. De warme bronnen, die een gemiddelde infiltratietemperatuur van 58 °C en een maximale infiltratietemperatuur van 64 °C zullen hebben, zijn voorzien bij de inrit van de huidige parkeergarage P5, ten noordoosten van de kruising van de Rotterdamseweg en de Cornelis Drebbelweg in Delft. De maximaal zeven bronnen van het open bodemenergiesysteem zijn beoogd in het derde watervoerende pakket in het traject van 95 tot 240 meter beneden maaiveld. Het systeem onttrekt en retourneert maximaal 275 m³ grondwater per uur ten



behoefte van warmtelevering (onttrekking uit hete bronnen) en maximaal 250 m³ grondwater per uur ten behoeve van warmtelevering (onttrekking uit warme bronnen), 6.600 m³ grondwater per etmaal, 204.600 m³ grondwater per maand en 1.445.000 m³ grondwater per jaar. Bovenop deze hoeveelheden zal bij de aanleg eenmalig maximaal 30.000 m³ grondwater worden onttrokken ten behoeve van de ontwikkeling van de bronnen en jaarlijks maximaal 5.000 m³ grondwater ten behoeve van het onderhoud van de bronnen.

Gezien het vorenstaande hebben wij op 22 december 2023 een mededeling ontvangen als bedoeld in artikel 7.16 van de Wet milieubeheer. De mededeling is ingediend in verband met de tegelijkertijd ingediende aanvraag in het kader van de Waterwet voor de beschreven HTO. Het installeren en in gebruik nemen en houden van het open bodemenergiesysteem betreft een activiteit waarvoor op grond van onderdeel D van de bijlage behorende bij het Besluit milieueffectrapportage een m.e.r.-beoordeling benodigd is.

Bij de mededeling van 22 december 2023, die tezamen met de vergunningaanvraag in het kader van de Waterwet is ingediend, zijn (naast het via het Omgevingsloket Online ingediende aanvraagformulier met aanvraagnummer 8302071 dat voor de m.e.r.-beoordeling relevante informatie bevat) de volgende stukken gevoegd:

- Effectenstudie 'HTO op de TU Delft, Effectenstudie open bodemenergiesysteem (Hoge Temperatuur Opslag) op de TU Delft' (hierna: Effectenstudie), IF Technology, referentie PR09968/RK/20231221, 21 december 2023;
- Notitie 'Aanmeldingsnotitie m.e.r.-beoordeling', IF Technology, referentie PR09968/RK/20231221, 21 december 2023.

Toetsingskader en procedure

Op 1 januari 2024 is de Omgevingswet in werking getreden. De mededeling is ingediend op 22 december 2023, dus vóór de inwerkingtreding van de Omgevingswet. Voor deze procedure geldt op grond van overgangsrecht nog het oude recht, in dit geval de Wet milieubeheer en de Waterwet. Gelet hierop is artikel 7.17, eerste lid, van de Wet milieubeheer toegepast op deze beschikking.

Verzoek aanvullende informatie

Op 23 februari 2024 (kenmerk ODH974630) hebben wij de indiener van de mededeling in de gelegenheid gesteld de mededeling aan te vullen. Op 15 mei 2024 hebben wij via het Omgevingsloket Online (OLO) de gevraagde aanvullingen ontvangen. Bij de aanvullingen was het volgende stuk gevoegd:

- Effectenstudie 'HTO op de TU Delft, Effectenstudie open bodemenergiesysteem (Hoge Temperatuur Opslag) op de TU Delft', IF Technology, referentie PR09968/RK/20240514, 14 mei 2024.

De effectenstudie met als rapportdatum 14 mei 2024 vervangt de versie die bij de mededeling van 22 december 2023 was gevoegd. Met toevoeging van de aanvullende informatie zijn naar onze mening de bescheiden voldoende voor de beoordeling van de mededeling.

M.e.r. beoordeling

M.e.r.- (beoordelings)plicht (onder drempelwaarden D-lijst)

De activiteit valt onder onderdeel D onder 15.2 van de bijlage van het Besluit m.e.r.. Nu de drempelwaarde van de daarin vermelde categorie van gevallen niet wordt overschreden moeten wij als bevoegd gezag, gelet op artikel 2, vijfde lid, tweede volzin en onder b, van het Besluit m.e.r., toepassing geven aan de regels voor een m.e.r.-beoordeling als bedoeld in artikel 7.16, 7.17, eerste tot en met vierde lid, 7.18, 7.19, eerste en tweede lid, en 7.20a van de Wet milieubeheer. Dit betekent onder meer dat wij als bevoegd gezag bij onze beslissing rekening moeten houden met de relevante criteria genoemd in bijlage III bij de mer-richtlijn zijnde Richtlijn 2011/92/ELI van het Europees Parlement en de Raad van 13 december 2011 betreffende de milieueffectbeoordeling van bepaalde openbare en particuliere projecten (PbEU 2012, L 26) als niet kan worden uitgesloten dat de activiteit belangrijke



nadelige gevolgen voor het milieu kan hebben. Bij deze criteria dienen wij te kijken naar 1) de kenmerken van het project, 2) de plaats van het project, 3) de kenmerken van het potentiële effect.

Aan de hand van de aanmeldingsnotitie/mededeling hebben wij het volgende geconstateerd.

1. Kenmerken van het project

Bij de kenmerken van het project is in het bijzonder in overweging genomen de omvang van het project, de cumulatie met andere projecten, het gebruik van natuurlijke hulpbronnen, de productie van afvalstoffen, verontreiniging en hinder, risico van ongevallen met name gelet op de gebruikte stoffen of technologieën.

Het project betreft een beoogde aanleg en het in werking stellen en houden van een bodemenergiesysteem (HTO), dat zich kenmerkt door hogere opslagtemperaturen (tot ca. 90°C) dan voor open bodemenergiesystemen gangbaar is (25°C). Er wordt voorzien in een open bodemenergiesysteem dat ondergronds zal bestaan uit minimaal twee hete en twee warme bronnen en maximaal drie hete en vier warme bronnen, waarbij de filters zijn beoogd in het derde watervoerende pakket. De effectieve filterlengte zal per bron naar verwachting minimaal circa 20 m bedragen in het traject van 95 tot 240 meter beneden maaiveld. In de winterperiode (perioden van warmtelevering) wordt gemiddeld 600.000 m³ (en maximaal 720.000 m³) grondwater onttrokken aan de hete bronnen en, na afkoeling tot gemiddeld circa 58 °C, in de warme bronnen teruggebracht. In de zomerperiode (perioden van warmteopslag) wordt gemiddeld 550.000 m³ (en maximaal 720.000 m³) grondwater opgepompt uit de warme bronnen en, na opwarming tot gemiddeld circa 80 °C, in de hete bronnen teruggebracht. De maximale infiltratietemperatuur bedraagt 90 °C. Het maximale debiet bedraagt in de winterperiode 275 m³ per uur en in de zomerperiode 250 m³ per uur. Op basis van de beschreven werkzaamheden, rekening houdend met de geldende erkenningsregelingen en protocollen, wordt het risico van ongevallen als beperkt beschouwd.

Energiebesparing en emissiereductie

Door het toepassen van energieopslag middels het open bodemenergiesysteem kan jaarlijks 45.458 GJ aan energie ten opzichte van een conventionele installatie worden bespaard. Dit komt neer op een energiebesparing van 73 % ten opzichte van wanneer een gasketel zou worden ingezet. Deze energiebesparing leidt tot een jaarlijkse emissiereductie van circa 2.074 ton CO₂ en 3.050 kg NO_x. Dit is een emissiereductie van respectievelijk 66 % en 87 % ten opzichte van een conventionele installatie.

Wanneer in de toekomst een HTO warmtepompcentrale wordt toegevoegd, bedraagt de berekende besparing in het primair energiegebruik behorende bij deze vergunningaanvraag 46.648 GJ per jaar en komt neer op een energiebesparing van 63% ten opzichte van wanneer een gasketel zou worden ingezet. Deze energiebesparing resulteert in een jaarlijkse emissiereductie van 1.977 ton (52%) koolstofdioxide (CO₂) en 3.429 kg (81%) stikstofoxiden (NO_x). Door het toevoegen van een warmtepomp wordt iets meer primair energieverbruik voorkomen.

Productie van afvalstoffen

Bij de plaatsing van de bronnen voor het bodemenergiesysteem komt naar verwachting maximaal 30.000 m³ ontwikkelwater vrij. Omdat het grondwater dat wordt onttrokken zout is, is lozen op oppervlaktewater naar verwachting geen optie. De initiatiefnemer zal het ontwikkelwater naar verwachting dan ook willen lozen op het riool. Een eventuele toestemming voor lozen op het riool wordt in een later stadium van het project aangevraagd bij het bevoegd gezag. Bij een toestemming zal het bevoegd gezag waar nodig maatregelen voorschrijven om nadelige milieugevolgen te voorkomen of beperken.

In verband met preventief onderhoud van de bronnen worden deze een aantal keer per jaar gespuid. Bij deze actie wordt uit de bronnen enige tijd grondwater onttrokken met het maximale debiet. Per jaar zal niet meer dan 5.000 m³ grondwater worden gespuid. Beoogd wordt voor het lozen van het spuiwater gebruik te maken van een



lozing in de bodem. Het spuiwater wordt dan gefilterd met gebruik van een kaarstenfilter. Indien dit niet toereikend blijkt, zal mogelijk worden beoogd het water te lozen op het riool. Toestemming voor lozen op het riool wordt dan in een later stadium van het project aangevraagd bij het bevoegd gezag. Bij een toestemming zal het bevoegd gezag waar nodig maatregelen voorschrijven om nadelige milieugevolgen te voorkomen of beperken. Ook het opgepompte spuiwater zal zout zijn.

2. Plaats van het project

Bij de mate van kwetsbaarheid van het milieu in de gebieden waarop de projecten van invloed kunnen zijn, is in het bijzonder in overweging genomen: het bestaande grondgebruik, de relatieve rijkdom aan en de kwaliteit en het regeneratievermogen van de natuurlijke hulpbronnen van het gebied, het opnamevermogen van het natuurlijke milieu met in het bijzonder aandacht voor de volgende type gebieden:

- kustgebieden;
- reservaten en natuurparken;
- gebieden die in de wetgeving van de lidstaten zijn aangeduid of door die wetgeving worden beschermd;
- speciale beschermingszones door de lidstaten aangewezen krachtens richtlijn 79/409/EEG en richtlijn 92/43/EEG;
- gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid;
- landschappen van historische, cultureel of archeologisch belang.

Het terrein waar het bodemenergiesysteem zal worden aangelegd en gebruikt, ligt niet in of binnen enkele kilometers van Natura 2000-gebieden. De locatie is niet gelegen in of nabij een grondwaterbeschermingsgebied. Omdat de effecten van het bodemenergiesysteem naar verwachting niet zullen reiken tot in de deklaag, worden geen nadelige effecten verwacht op eventueel aanwezige historisch waardevolle, archeologische waarden. De locatie is gelegen in de nabijheid van een gebied met een hoge bevolkingsdichtheid / stedelijk gebied, er is bebouwing aanwezig nabij de projectlocatie.

3. Kenmerken van het potentiële effect

Bij de potentiële aanzienlijke effecten van het project is in samenhang met de criteria van de punten 1 en 2 in het bijzonder in overweging genomen het bereik van het effect (geografische zone en grootte van de getroffen bevolking), het grensoverschrijdende karakter van het effect, de orde van grootte en de complexiteit van het effect, de waarschijnlijkheid van het effect, de duur, de frequentie en de omkeerbaarheid van het effect.

Om inzicht te krijgen in de (mogelijke) negatieve effecten van de HTO op het bodemsysteem, op grondgebruikfuncties of op andere onttrekkingen en ingrepen in de ondergrond, is een effectenstudie uitgevoerd. Deze effectenstudie is bij de mededeling van 22 december 2023 gevoegd (Effectenstudie ‘HTO op de TU Delft, Effectenstudie open bodemenergiesysteem (Hoge Temperatuur Opslag) op de TU Delft’, IF Technology, referentie PR09968/RK/20231221, 21 december 2023). Omdat wij naar aanleiding van de effectenstudie nog een aantal vragen en opmerkingen hadden, is er op 15 mei 2024 een aangepaste versie van deze effectenstudie ingediend (Effectenstudie ‘HTO op de TU Delft, Effectenstudie open bodemenergiesysteem (Hoge Temperatuur Opslag) op de TU Delft’, IF Technology, referentie PR09968/RK/20240514, 14 mei 2024, hierna: effectenstudie). Deze nieuwe versie van de effectenstudie vervangt de eerdere versie. Bij de beoordeling van de mededeling en het opstellen van onderhavig besluit hebben wij de effectenstudie van 14 mei 2024 derhalve als uitgangspunt gebruikt.

Voor wat betreft de inrichting en het gebruik van de beoogde HTO verzoekt de initiatiefnemer om een bepaalde flexibiliteit. Denk hierbij bijvoorbeeld aan:

- Er wordt uitgegaan van maximaal drie hete bronnen en vier warme bronnen, maar mogelijk kan (onder andere afhankelijk van de daadwerkelijk aangetroffen bodemopbouw) het maximale debiet ook worden behaald met minder bronnen. In dergelijke gevallen zou kunnen worden volstaan met (minimaal) twee hete bronnen en twee warme bronnen;



- De bronfilters worden geplaatst in het derde watervoerende pakket. Er wordt verwacht dat minimaal 20 meter filterlengte per bron wordt geplaatst, terwijl het derde watervoerende pakket naar verwachting een dikte heeft van circa 145 meter. Binnen het derde watervoerende pakket worden echter ook bodemlagen verwacht die niet of minder geschikt zijn voor de plaatsing van bronfilter. Om deze reden wordt toch het hele derde watervoerende pakket gereserveerd en moet in de praktijk blijken waar daadwerkelijk bronfilter kan worden geplaatst;
- De exacte bronposities waren ten tijde van de mededeling nog niet bekend, omdat deze mede afhankelijk zijn van inpassingsmogelijkheden (leidingwerk, kabels, enzovoorts). Voor de bronposities zijn in de vergunningaanvraag dus twee zones aangegeven. Bronnen zullen binnen deze zones worden geplaatst, met een gemiddelde afstand van 20 meter tussen de bronnen binnen een cluster;
- De gemiddelde infiltratietemperatuur in de hete bronnen bedraagt 80 °C. Behalve dat hier nog een bepaalde onzekerheid aan kleeft vanwege de afhankelijkheid van levering door het geothermiesysteem, is het ook mogelijk dat een extra warmtepomp aan de HTO wordt gekoppeld. De gemiddelde temperatuur zal in dat geval worden verhoogd tot 88 °C. Er wordt dus verzocht beide opties op te nemen in een eventuele vergunning;
- Het warmteoverschot in de bodem zal in de opstartjaren naar verwachting hoger zijn (maximaal 300%) dan in de verdere jaren (maximaal 200%). Dit komt doordat in de beginjaren de ondergrond nog niet opgewarmd is, waardoor de zandkorrels uit het opslagpakket veel warmte opnemen en waardoor de warmteverliezen relatief groot zijn. Pas na enkele jaren warmteopslag is de ondergrond dusdanig opgewarmd dat het merendeel van de opgeslagen warmte kan worden teruggewonnen uit de HTO. Het warmteoverschot hangt echter ook af van het al dan niet toepassen van de extra warmtepomp, omdat het rendement toeneemt bij het toepassen van de warmtepomp. Er is derhalve dus nog een onzekerheid over het te verwachten warmteoverschot.

Op het moment dat uitgangspunten rond aanleg en functioneren van een open bodemenergiesysteem wijzigen, dan kan dit mogelijk gevolgen hebben voor de effecten die optreden in de ondergrond en daarmee dus ook voor de effecten op aanwezige omgevingsbelangen. Dit geldt ook voor de voor de HTO gevraagde flexibiliteit. In de effectenstudie is hier rekening mee gehouden door per variabele in te schatten welke keuze de grootste effecten op de omgeving zou kunnen opleveren. Uitgaande van deze keuze zijn de (mogelijke) maximale hydrologische, hydrothermische en grondmechanische effecten berekend en beschouwd. Dit kan worden beschouwd als een worst case benadering. De gemaakte keuzes zijn nader beschreven en onderbouwd in de effectenstudie.

Uit de effectenstudie blijkt dat de stijghoogteverandering in het derde watervoerende pakket (ter hoogte van de bronfilters) door toedoen van de grondwateronttrekking en -retournering ten behoeve van de HTO maximaal 17,4 m bedraagt. Deze stijghoogteverandering treedt alleen op bij een grondwateronttrekking en -retournering van 275 m³ per uur (maximale waterhoeveelheid tijdens warmtelevering), in overige gevallen/omstandigheden zal deze stijghoogteverandering naar verwachting minder groot zijn. Voor het tweede watervoerende pakket geldt dat de maximale stijghoogteverandering door de grondwateronttrekking en -retournering naar verwachting 0,12 m bedraagt. In het eerste watervoerende pakket bedraagt de maximale stijghoogteverandering naar verwachting minder dan 0,05 m. Dit geldt eveneens voor de maximale freatische grondwaterstand.

Het hydrologische invloedsgebied, dit is het gebied waarbinnen de stijghoogte door toedoen van de grondwateronttrekking en -retournering minimaal 0,05 m wijzigt, strekt zich in het derde watervoerende pakket uit tot een afstand van maximaal 2.700 m van de bronnen. In het tweede watervoerende pakket strekt het hydrologische invloedsgebied zich uit tot een afstand van maximaal 1.580 m van de bronnen. Omdat de stijghoogteverandering in het eerste watervoerende pakket kleiner is dan 0,05 m, is hier geen sprake van een hydrologisch invloedsgebied. Dit geldt eveneens voor de freatische grondwaterstand in de deklaag.

Uit hydrologische modelberekeningen blijkt dat het hydrothermische invloedsgebied, dit is het gebied waarbinnen de temperatuur van het grondwater door toedoen van de experimentele HTO minimaal 0,5 °C wijzigt, zich na 20 jaar



gebruik van de HTO uitstrekt tot maximaal 275 m van de bronnen. In ondiepere lagen is het thermische invloedsgebied kleiner dan in het opslagpakket. Dit komt doordat afsluitende kleilagen de stroming van warm water naar ondiepere lagen voorkomen, waardoor hoofdzakelijk het langzamere proces van warmtegeleiding voor de opwarming van ondiepere lagen zorgt. In het tweede watervoerende pakket is na 20 jaar energieopslag sprake van een hydrothermisch invloedsgebied dat reikt tot een afstand van 170 m van de bronnen, in het eerste watervoerende pakket is dit 90 m. De maximale temperaturen (na 20 jaar) zijn ook lager in de bovenliggende watervoerende pakketten. Daar waar de maximale temperatuur in het derde watervoerende pakket nog 90 °C bedraagt (gelijk aan de maximale infiltratietemperatuur), daar is deze in het tweede watervoerende pakket nog 39 °C en in het eerste watervoerende pakket 16 °C. In de deklaag wordt geen (significante) beïnvloeding van de grondwatertemperatuur verwacht.

Naar aanleiding van vorengenoemde (model)berekeningsresultaten is beschouwd in hoeverre omgevingsbelangen negatief kunnen worden beïnvloed door toedoen van de beoogde HTO. Hieruit volgt (samengevat) het volgende:

- **Verziltig:** het zoet-brak grensvlak bevindt zich in de deklaag, het brak-zout grensvlak bevindt zich bovenin het eerste watervoerende pakket. Uit een cumulatieve hydrologische berekening met alle overige open bodemenergiesystemen in de omgeving gezamenlijk blijkt dat door het in gebruik nemen van de HTO de invloed op de grensvlakken afneemt ten opzichte van een situatie zonder de HTO. De HTO lijkt in de cumulatieve situatie dus een gunstig effect te hebben ten aanzien van de mogelijke verplaatsing van grensvlakken;
- **Bodemverontreinigingen:** Uit bodemonderzoek blijkt dat ter hoogte van de beoogde bronlocaties het grondwater licht verontreinigd is met barium in concentraties boven de achtergrondwaarde. De bodem nabij de bronlocaties vertoont tevens lichte verontreinigingen met koper, kwik, lood, minerale olie, PAK en zink gehalten boven de achtergrondwaarde. Bij de uitvoering van de boorwerkzaamheden en tijdens de plaatsing van de bronnen dient hier rekening mee te worden gehouden. Het boorbedrijf en de installateur dienen zich hierbij te houden aan de regels volgend uit geldende protocollen (Protocol 2101 Mechanische Boren en Protocol 11001 Ontwerp, realisatie en beheer van het ondergrondse deel van installatie voor bodemenergie). In het opslagpakket (derde watervoerend pakket) en de ondiepere watervoerende pakketten zijn geen grond(water)verontreinigingen bekend. Omdat de invloed van de HTO als gevolg van het onttrekken en infiltreren van grondwater op de verticale stroming in de deklaag en het eerste watervoerende pakket nihil is, worden eventueel ondiepe grondwaterverontreinigingen niet nadelig beïnvloed. Door opwarming van de bronnen zou hierlangs een verticale stroming kunnen optreden. Dit effect wordt echter in dit geval door de natuurlijke inzijging van grondwater niet significant geacht;
- **Overige grondwateronttrekkingen:** binnen het maximaal berekende hydrologische invloedsgebied van de beoogde HTO bevinden zich de bodemenergiesysteem van Technopolis II (tweede en derde watervoerende pakket) en 3mE, EWI, TUD en Haagse Hogeschool (allen tweede watervoerende pakket). Tevens worden op niet al te lange termijn twee nieuwe bodemenergiesystemen verwacht: Nieuwe Haven (tweede watervoerende pakket) en Kabeldistrict (derde watervoerende pakket). Ondanks dat deze nog niet zijn vergund en gerealiseerd, zijn deze wel meegenomen bij de effectbeschouwingen. De hydrologische invloed van de HTO op het ondiepere tweede watervoerende pakket is beperkt en bedraagt maximaal 0,12 m. Dit is dusdanig klein dat de HTO géén negatieve hydrologische invloed heeft op open bodemenergiesystemen in het tweede watervoerende pakket. Uit een cumulatieve berekening met de omliggende bodemenergiesystemen in het tweede watervoerende pakket blijkt dat de maximaal berekende grondwaterstandverandering < 0,05 m blijft. In het derde watervoerende pakket bevinden zich op circa 140 en 265 m de bronvelden van de ontwikkeling Kabeldistrict. Op circa 830 m bevinden zich de gerealiseerde bronnen van TNW (behorende tot de vergunning Technopolis II). Ter hoogte van Kabeldistrict en de bronnen van TNW is een maximale stijghoogteverandering als gevolg van de HTO berekend van respectievelijk 1,01 en 0,29 m. Ter hoogte van TNW is dit dusdanig gering dat dit geen negatief effect heeft op het rendement en de bedrijfsvoering van de bronnen. Ter hoogte van Kabeldistrict is de hydrologische invloed wel significant. Omdat Kabeldistrict zich nog in de haalbaarheidsfase bevindt, kan bij het ontwerp



van het open bodemenergiesysteem van Kabeldistrict nog rekening worden gehouden met de extra stijghoogteveranderingen als gevolg van de HTO. In het ontwerp van de HTO wordt eveneens rekening gehouden met de ontwikkeling van Kabeldistrict, zodat nadelige onderlinge invloed zoveel mogelijk wordt beperkt. Binnen het berekende thermische invloedsgebied van de HTO bevinden zich geen overige open bodemenergiesystemen. Wel is sprake van overlap van hydrothermische invloedsgebieden met de ontwikkeling Kabeldistrict in het derde watervoerende pakket en de bestaande open bodemenergiesystemen EWI en 3mE, die zich in het tweede watervoerende pakket bevinden. De thermische invloed van de HTO op de bronnen van Kabeldistrict en EWI is zeer beperkt ($< 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$). Bij de koude bronnen van 3mE is vanaf jaar 15 wel enige invloed (circa $1\text{ }^{\circ}\text{C}$) te zien: de onttrekkingstemperatuur aan het einde van het zomerseizoen loopt in de situatie met HTO wat verder op dan in de berekeningen zonder de HTO. Deze invloed is afgestemd en akkoord bevonden door de vergunninghouder van het open bodemenergiesysteem 3mE: de TU Delft. Dit is ook de voorgenomen vergunninghouder van de HTO. Op grond van het vorenstaande kan worden geconcludeerd dat er geen sprake is van (significante) nadelige gevolgen voor overige grondwateronttrekkingen;

- (Maaiveld)zetting en gevolgen bebouwing en infrastructuur: De potentiële zettingen zijn berekend met de formule van Koppejan. Voor de eerdere geschetste worst-case situatie wordt een maximale eindzetting van 39 mm berekend. Het voornaamste deel van deze berekende zetting zal optreden in de tweede scheidende laag op een diepte van 65 tot 95 meter beneden maaiveld. Het zettingsverhang (binnen 10 m rondom de bronnen) bedraagt hierbij maximaal 1 m per 1.100 m. Deze mate van zetting en het bijbehorende verhang is echter een overschatting van de zetting die werkelijk aan maaiveld verwacht mag worden. Dat komt omdat er in werkelijkheid demping van de zetting zal optreden, waardoor de zetting aan maaiveld aanzienlijk kleiner zal zijn dan de hierboven berekende eindzetting. Bovendien is bij de zettingsberekeningen uitgegaan van het optreden van de maximale stijghoogteveranderingen gedurende een heel seizoen en is juist geen rekening gehouden met de invloed van de hoge temperaturen op de doorlatendheid van het grondwater (waardoor beperktere stijghoogteveranderingen mogen worden verwacht). Hierdoor mag worden verwacht dat de eindzettingsberekening een overschatting is van de werkelijk optredende zetting. Het is realistisch te verwachten dat de zettingen aan maaiveld ook in een cumulatieve situatie minder dan 10 mm zullen bedragen. Aan de rand van het berekende hydrologische invloedsgebied is de berekende eindzetting 2 mm. De berekende maximale eindzetting ter hoogte van het dichtstbijzijnde spoor bedraagt 3 mm. Het berekende maximale zettingsverhang langs het spoor bedraagt maximaal 1 m per 450.000 m. Gezien het vorenstaande wordt niet verwacht dat het onttrekken van grondwater zal leiden tot zettingsschade voor omgevingsbelangen. Omgekeerd evenredig wordt door toedoen van de retournering van het onttrokken grondwater eveneens geen schade door (maaiveld)rijzing verwacht;
- Wateroverlast en -onderlast: aangezien er in de deklaag en in het eerste watervoerende pakket geen (significante) hydrologische effecten zullen optreden, zal naar verwachting geen sprake zijn van wateroverlast en/of wateronderlast;
- Archeologie en aardkundige waarden: aangezien er in de deklaag en in het eerste watervoerende pakket geen (significante) hydrologische effecten zullen optreden, worden negatieve gevolgen voor archeologische en aardkundige waarden niet verwacht. De aan maaiveld en in de deklaag optredende zettingen zullen naar verwachting dusdanig gering zijn, dat ook geen nadelige gevolgen hierdoor worden verwacht;
- Natuur en groen: aangezien er in de deklaag en in het eerste watervoerende pakket geen (significante) hydrologische effecten zullen optreden, en er naar verwachting geen sprake zal zijn van opwarming van (het grondwater in) het ondiepe deel van de deklaag, worden negatieve gevolgen voor natuur en groen niet verwacht;
- Landbouw: aangezien er in de deklaag en in het eerste watervoerende pakket geen (significante) hydrologische effecten zullen optreden, en er naar verwachting geen sprake zal zijn van opwarming van



(het grondwater in) het ondiepe deel van de deklaag, worden negatieve gevolgen voor landbouw niet verwacht.

In de effectenstudie is ook nog nader ingegaan op de mogelijke invloed van de grondwatertemperatuur op de bodem. Het afgelopen decennium zijn er verschillende laboratorium- en praktijkonderzoeken uitgevoerd om de effecten van een verhoogde temperatuur op de grondwaterkwaliteit scherper in beeld te krijgen. Recentelijk (januari 2021) is binnen het WINDOW project een overzicht opgesteld van deze effecten. Hieronder zijn enkele effecten van temperatuuroptocht op de ondergrond kort beschreven.

Opwarming van de ondergrond kan leiden tot een verschuiving van de chemische evenwichten in het grondwater en het bodemmateriaal. De mate waarin de opwarming leidt tot verandering van de grondwaterkwaliteit hangt sterk af van de mate van opwarming, en van de natuurlijke samenstelling van de bodem en het grondwater. Verschillende onderzoeken hebben aangetoond dat effecten van opwarming tot een temperatuur van 25 °C zeer beperkt zijn.

Bij opwarming boven de 25 °C komen zware metalen en opgelost organisch materiaal (Dissolved Organic Carbon, DOC) naar voren als parameters waarvan de concentratie kan toenemen (en waarbij metalen zouden kunnen neerslaan), mits deze stoffen zich van nature in het grondwater of het bodemmateriaal bevinden. Vaak is arseen een parameter die een rol speelt in de bepaling van grondwaterkwaliteit, omdat hieraan een grenswaarde is gesteld in het Drinkwaterbesluit. Pas bij opwarming tot 60 °C of hoger vinden er meer aanzienlijke veranderingen in de grondwatersamenstelling plaats. Chemische elementen zoals silicium (Si), calcium (Ca), natrium (Na) en kalium (K) kunnen toenemen door oplossing van silicaten, terwijl voor elementen als nikkel (Ni) en kobalt (Co) verlagingen van de concentraties zijn waargenomen bij toenemende temperatuur. De effecten op de chemische samenstelling van de bodem en het grondwater lijken voor een belangrijk deel reversibel te zijn, ofwel, bij afname van de temperatuur nemen de concentraties weer af.

De effecten van temperatuur op de microbiologie blijken voor een belangrijk deel omkeerbaar te zijn. Uit onderzoek blijkt dat bij lage temperaturen (< 35 °C) geen significant effect op de microbiologische activiteit en groei in zijn geheel verwacht mag worden. Bij te hoge temperaturen (> 70 - 80°C) zal waarschijnlijk ook geen groei en toename in activiteit plaatsvinden en neemt de microbiologische populatie juist af omdat de bacteriën doodgaan. In het tussenliggende temperatuurinterval is de groei theoretisch het grootst, maar in de praktijk vaak beperkt doordat niet voldoende eenvoudig afbreekbaar organisch materiaal (de energiebron voor micro-organismen) aanwezig is. De precieze verschuiving is sterk locatie-specifiek en laat zich daardoor moeilijk op voorhand voorspellen. Wat betreft de omkeerbaarheid van het effect komt een eerdere HTO-casus naar voren waarbij de aantallen en functies van de microben acht jaar na stopzetting van de HTO niet significant meer afwijken van de referentie, wat wijst op het herstel van het ondergrondse systeem.

Uit de onderzoeken komt ook naar voren dat toename van microbiologische activiteit met name impact kunnen hebben op de technische prestatie van het systeem. De impact van microbiologie op de grondwaterkwaliteit is beperkt, omdat de nadelige ondergrondse omstandigheden (zout, gereduceerd, nutriëntenarm en zuurstofloos grondwater) de groei van pathogene microben sterk beperken. In de praktijk is dan ook geen groei van pathogenen gevonden. Groei van microben door temperatuurverandering kan ook positieve uitwerking hebben, omdat de activiteit van microben die verontreinigen afbreken kan toenemen met toenemende temperatuur.

Het risico op neerslag van calciumcarbonaat (ook wel 'kalkneerslag' genoemd) is afhankelijk van de kalkverzadigingsgraad van het oorspronkelijke grondwater, de mate waarin de temperatuur wordt verhoogd en de aanwezigheid en concentraties van stoffen die de neerslagreacties vertragen. Ook de zuurgraad (pH) van het grondwater is van belang. Zowel uit onderzoek als uit de praktijk blijkt dat bij toepassing van warmteopslag tot



45 °C geen noemenswaardige kalkneerslag optreedt. Bij hogere temperaturen dient wel rekening te worden gehouden met kalkneerslag.

Om de calcië in oplossing te houden kan een zuur aan het te infiltreren water worden toegevoegd, zoals waterstofchloride (HCl) of koolstofdioxide (CO₂). CO₂-dosering is een beproefde methode die onder andere is toegepast in Duitsland. In eerdere projecten op hoge temperatuur is ook de werking van toevoeging van HCl aangetoond. Doel van de zuurdosering is het voorkomen van kalkneerslag. Vóór het opwarmen van het water wordt een afgemeten hoeveelheid zuur gedoseerd, waardoor de kalkverzadigingsgraad na opwarming gelijk is aan de kalkverzadigingsgraad vóór opwarming. Als dit water weer wordt onttrokken ten behoeve van de volgende cyclus van de warmteopslag, is daardoor wederom zuurdosering nodig. De pH zal hierdoor weliswaar dalen, maar het effect is beperkt door de zeer sterke verdunning en doordat ook menging van grondwater optreedt. Ook de praktijkervaringen bij het HTO-systeem in Middenmeer laat zien dat de benodigde dosering in de praktijk afneemt tijdens de eerste cycli, en dat daarbij geen kalkneerslag optreedt. De pH van het water dat wordt onttrokken aan de warme bronnen stabiliseert snel. De pH-daling is beperkt (circa 0,5 op basis van berekeningen bij een ander HTO project GEOMEC en veldmetingen bij nog een ander HTO project Zwammerdam). Bij toevoeging van HCl aan het te retourneren water wordt op lange termijn een netto hoeveelheid chloride-ionen (Cl⁻) aan het grondwater van het opslagpakket toegevoegd. Omdat het grondwater op de opslagdiepte reeds erg zout is, leidt dit naar verwachting niet tot negatieve beïnvloeding van andere grondwaterbelangen.

Conclusie

Uit de op 22 december 2023 en 15 mei 2024 ingediende stukken blijkt dat op grond van alleen de beoogde activiteit niet kan worden uitgesloten dat de kenmerken van het project zullen leiden tot significant nadelige effecten voor omgevingsbelangen. Bij een eventuele verlening van een waterwetvergunning zal middels voorschriften worden geborgd dat een zorgvuldige monitoring dient te worden opgezet en uitgevoerd. De HTO in het derde watervoerende pakket veroorzaakt mogelijke effecten op de chemische en microbiologische kwaliteit. Door het naleven van de aan de vergunning verbonden voorschriften worden de temperatuur, chemische en microbiologische veranderingen in het grondwater gemonitord, zodat naar verwachting geen nadelige gevolgen of schade van onevenredige omvang veroorzaakt worden voor de bij het grondwaterbeheer betrokken belangen. Indien nodig kan het bevoegd gezag de pilot tijdens de periode van uitvoering ervan aanpassen of stopzetten om nadelige gevolgen of schade van onevenredige omvang te voorkomen. Op deze manier kan worden gezorgd dat de kenmerken van het project in de praktijk niet zullen leiden tot significant nadelige effecten voor omgevingsbelangen.

Nu -onder het stellen van voorwaarden- uitgesloten kan worden dat de activiteit belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu kan hebben, is er geen aanleiding om een milieueffectrapport op te stellen.