

Postbus 80015, 3508 TA Utrecht

Ministerie van Klimaat en Groene Groei
Directie Transitie Diepe Ondergrond
T.a.v. [REDACTED]
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG

Onderwerp Advies aanvraag vervolvergunning aardwarmte
Oostvoorne

Geachte [REDACTED],

Hierbij sturen wij u ons advies betreffende de aanvraag vervolvergunning aardwarmte Oostvoorne. Deze aanvraag is op 13 januari 2024 ingediend door Duurzaam Voorne Holding B.V. en Aardyn B.V. (hierna: aanvrager).

Adviesverzoek

Het Ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) heeft TNO-AGE op 24 januari 2024¹ gevraagd om advies uit te brengen en daarin de volgende vragen te beantwoorden:

1. Leidt de situatie zoals die beschreven is voor de langere termijn in de aanvraag vervolvergunning, ten opzichte van de huidige vergunde situatie in de startvergunning, tot:
 - › Een nadeliger gevolg voor het milieu als gevolg van de wijze van winning;
 - › Een nadeliger effect van de bodembeweging ten gevolge van de winning;
 - › Een groter risico voor omwonenden of grotere schade aan gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan;
2. Of, in het kader van nadelige gevolgen voor het milieu, de integriteit van de afsluitende laag voldoende geborgd is op de lange termijn?;
3. Kan de in de aanvraag beschreven winning, voor de langere termijn, onaanvaardbare schade veroorzaken aan gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan?;
4. In hoeverre wordt voldaan aan de norm voor het lokaal persoonlijk risico van maximaal 1 op de 100.000 per jaar dat een individu mag lopen in of nabij de verschillende bouwwerken waar dat individu verblijft, als gevolg van bodemtrilling door de winning van aardwarmte?;
5. Sluit de invloedssfeer aan bij de door de aanvrager aangegeven aardlaag en de begrenzing ervan?

¹ Uw e-mail met onderwerp: IV-60321 - Formeel adviesverzoek TNO betreffende aanvraag VV Oostvoorne

De vereisten en weigeringsgronden verwoord in de mijnbouwwet (art. 24ag t/m 24aj) en het onderliggende mijnbouwbesluit (art. 29s en 29t) zijn leidend bij de evaluatie van de aanvraag.

Opeenvolging van gebeurtenissen

Op 2 december 2020 is de winningsvergunning Oostvoorne bij beschikking, met kenmerk DGKE-WO / V-76, verleend aan Hydreco GeoMEC B.V. (thans Aardyn B.V.) en Duurzaam Voorne Holding B.V met een looptijd van twee jaar op basis van het Tijdelijk Beleidskader. Op 22 oktober 2021 heeft de toenmalige minister van Economische Zaken en Klimaat (nu KGG) een instemmingsbesluit op het winningsplan Oostvoorne afgegeven (kenmerk: DGKE-WO / V-3201) aan Hydreco Geomec B.V. De winningsvergunning is op 22 september 2022 verlengd met een looptijd van één jaar (kenmerk PDGGO-TDO / V-32192). Op 1 juli 2023 zijn bij de inwerkingtreding van de nieuwe mijnbouwwet, de winningsvergunning en het instemming winningsplan omgezet naar een startvergunning. Op 13 januari 2024 is een aanvraag vervolgvvergunning ingediend.

Benadering adviesverzoek door TNO-AGE

Met ingang van de nieuwe mijnbouwwet per 1 juli 2023 zijn de eisen die gesteld worden aan vergunningen veranderd. Daarmee zijn ook de adviesvragen anders geworden dan die voor de beoordeling van de voormalige winningsplannen. TNO-AGE benadert deze nieuwe adviesvragen vanuit een geowetenschappelijke kijk op de diepe ondergrond (>500 m). Vanuit dat perspectief zijn de gestelde adviesvragen gedeeltelijk overlappend. TNO-AGE kijkt voor de eerste sub-vraag van adviesvraag 1 naar de integriteit van de afsluitende lagen.

De overige twee sub-vragen van adviesvraag 1 worden gezamenlijk beantwoord, omdat deze beide gaan over bodemtrillingen. Het risico en dreiging van bodemtrillingen wordt hiervoor getoetst naar de vastgestelde normering. Bij de adviesvragen 2 tot en met 4 kijkt TNO-AGE naar dezelfde risico's en daarom is de beantwoording hiervan samengevoegd. Voor adviesvraag 5 heeft TNO-AGE een reservoirmodel gemaakt om de druk- en temperatuurveranderingen te berekenen rondom het aardwarmtesysteem. Daarnaast heeft TNO-AGE een geomechanisch model opgesteld om de integriteit van de afsluitende lagen beoordelen.

In het hoofdstuk "Evaluatie van de aanvraag" worden alle bevindingen over de bovengenoemde onderwerpen beschreven en in het hoofdstuk "Conclusies en adviezen" worden deze bevindingen vertaald naar een direct antwoord op de gestelde adviesvragen.

Compleetheid aanvraag vervolgvvergunning aardwarmte

TNO-AGE heeft de aangeleverde documenten op volledigheid gecontroleerd. Na de evaluatie van de stukken die door de aanvrager d.d. 13 januari 2024 zijn aangeleverd, heeft TNO-AGE haar voorlopige conclusies gedeeld met KGG en vragen gesteld. Naar aanleiding daarvan heeft KGG de aanvrager gevraagd om aanvullende gegevens aan te leveren. De aanvrager heeft d.d. 31 oktober 2024 een vernieuwde aanvraag ingediend [1]. In de stukken die zijn aangeleverd bij deze vernieuwde aanvraag gaat de aanvrager in op de vragen die door TNO-AGE gesteld zijn. TNO-AGE beschouwt deze stukken als

leidend voor het advies. Naast de aanvraag vervolvergunning [1] zijn meerdere bijlages aangeleverd. De bijlages die relevant zijn voor de beoordeling van vervolvergunning door TNO-AGE zijn:

- › Memo over de breukinterpretatie nabij TNT-GT-02 [2];
- › Een presentatie met de aannames en resultaten van de DoubletCalc2D berekening door de aanvrager [3];
- › Puttest analyses (productie test en circulatie test) van TNT-GT-01 en TNT-GT-02 [4];
- › Een rapport over de geomechanische inputparameters voor de SDRA geschreven door Kaerpf B.V. [5];
- › Een overzicht van de door de aanvrager toegepaste SRIMA input parameters met onderbouwing [6];
- › Een rapportage met de bevindingen van de aanvrager met betrekking tot de SDRA methodiek [7]. En een rapportage over het corresponderende Seismiciteit Respons Protocol [8].
- › Een addendum over de aangevraagde injectiedruk [9].

TNO-AGE heeft de aangeleverde documenten op volledigheid gecontroleerd en de daarin opgenomen informatie als voldoende compleet bevonden.

Evaluatie van de aanvraag

Omschrijving van de aanvraag

Aangevraagd gebied

Het gebied van de aangevraagde vervolvergunning Oostvoorne ligt binnen de startvergunning Oostvoorne, die ook is vergund aan aanvrager. In Tabel 1 staan de coördinaten van het aangevraagde gebied en de kaart in Bijlage A laat de ligging zien ten opzichte van de vigerende startvergunning. De oppervlakte van de aangevraagde vervolvergunning is 3,91 km².

Tabel 1 Coördinaten van het aangevraagde gebied.

Punt	X	Y
1	67777,086	436633,954
2	69158,954	437061,914
3	69850,425	434829,175
4	68394,257*	433955,990*

*Ten opzichte van de aanvraag [1] bijgesteld door TNO-AGE zodat deze precies op de grenslijn met de naburige vergunning ligt.

Dieptebereik

Aanvrager wint warmte uit de watervoerende lagen van de Hoofd Bontzandsteen Subgroep vanaf een diepte van circa 2250 meter. Geothermisch water stroomt van de injectieput door de poreuze gesteentematrix van het reservoir naar de productieput. In de aanvraag is het dieptebereik niet gespecificeerd.

Aanvrager

De vervolvergunning aardwarmte Oostvoorne is aangevraagd door Duurzaam Voorne Holding B.V. en Aardyn B.V. (aanvrager). Duurzaam Voorne Holding B.V. heeft drie aandeelhouders: [REDACTED]

[REDACTED] EBN Aardwarmte B.V. is een 100% dochteronderneming van Energie Beheer Nederland B.V. (EBN) die 100% in eigendom is van de Nederlandse Staat. Van oudsher is EBN actief in de olie- en gassector, maar met het ingaan van de nieuwe Mijnbouwwet op 1 juli 2023 speelt EBN ook een grote rol in de aardwarmtesector. Aanvrager heeft Aardyn B.V. aangewezen als uitvoerder in dit project. Aardyn B.V. heeft verscheidene Toewijzing Zoekgebieden en is uitvoerder en vergunninghouder bij drie operationele aardwarmte-installaties (Vierpolders, Delft I en Den Haag). Hiervan ligt het systeem van Vierpolders in de nabijheid van het de aardwarmtesysteem van Oostvoorne en gebruikt hetzelfde doelreservoir.

Beschrijving systeem en doel van de warmtelevering

Het aardwarmtesysteem Oostvoorne bestaat uit een productieput (TNT-GT-01-S1) en een injectieput (TNT-GT-02) en is sinds januari 2023 aan het produceren. De gewonnen warmte wordt en zal worden gebruikt door glastuinbouwbedrijven. Later zal de warmte mogelijk ook gebruikt worden voor de verwarming van woningen.

Omvang van het aangevraagde gebied in relatie tot de invloedssfeer

In deze paragraaf wordt antwoord gegeven op adviesvraag 5.

Operationele instellingen tijdens de winningsfase

In Tabel 2 staat een overzicht van de productieparameters die zijn aangevraagd [1]. De aangevraagde maximale injectiedruk en maximaal debiet zijn hoger dan de maximale begrenzing die vastgesteld is bij de toekenning van de startvergunning [10]. Het aangevraagde maximale debiet (en gemiddelde debiet) is namelijk 360 m³/uur in plaats van 300 m³/uur en de aangevraagde maximale injectieverschildruk op mid-reservoirdiepte is 75,5 bar [9] in plaats van 70 bar. De minimale injectietemperatuur is wel gelijk gebleven. De aanvrager vraagt een vergunningsduur aan van 10 jaar, gerekend vanaf begin 2024 tot en met eind 2033. Binnen deze periode valt dus ook een gedeelte van het tijdsinterval waarin al is geproduceerd.

Tabel 2: Aangevraagde productieparameters Vervolgvergunning Oostvoorne

Parameter	Waarde
Gemiddelde injectietemperatuur *	30 °C
Minimale injectietemperatuur	30 °C
Gemiddeld debiet**	360 m ³ /uur
Maximaal debiet	360 m ³ /uur
Maximale injectieverschildruk op top-reservoirdiepte	75,5 bar

*de aanvrager maakt geen onderscheid tussen gemiddelde en minimale injectietemperatuur.

**tegen 8200 vollasturen

Verwachte winning van aardwarmte

Volgens de berekeningen van TNO-AGE resulteren de aangevraagde productieparameters in een totale productie van 27,8 miljoen m³ water tijdens de vervolgvergunning (vanaf begin 2024 tot eind 2033). Vanaf 2025 produceert het systeem volgens dezelfde berekeningen 0,63 PJ per jaar.

Mogelijke interferentie met mijnbouwactiviteiten

Ten zuiden van het aardwarmtesysteem van Oostvoorne (op ca. 3 km afstand) ligt het aardwarmtesysteem Vierpolders. Het systeem Vierpolders is in productie sinds januari 2016 en produceert uit hetzelfde reservoir en hetzelfde breukblok als het systeem van Oostvoorne.

De aanvrager concludeert in [1] dat druk- en temperatuurinterferentie tussen het aardwarmtesysteem Oostvoorne en het naburige aardwarmtesysteem Vierpolders niet betekenisvol is binnen de voorgestelde vergunningsduur. Daarnaast stelt de aanvrager dat er tot en met het eind van de aangevraagde vergunningsduur (eind 2033) geen afkoeling plaatsvindt buiten de voorgestelde vergunningsgrens van Oostvoorne.

Modelresultaten van TNO-AGE laten een drukbeïnvloeding zien van het aardwarmtesysteem Oostvoorne op de putten van het naburige aardwarmtesysteem Vierpolders. De beïnvloeding bedraagt een verhoogde druk van ongeveer 2 bar in beide putten. Deze mate van drukinterferentie is gering en gegeven dat de aanvrager ook de uitvoerder van het naburige aardwarmtesysteem is, ziet TNO-AGE daarom geen reden om voorwaarden of maatregelen te adviseren. Hetzelfde model laat zien dat de vergunningsgrens aan de zijde van het systeem Vierpolders met iets minder dan 1°C is afgekoeld aan het einde van 2033. TNO-AGE hanteert bij de beoordeling een maximale afkoeling van de vergunningsgrens van 1°C als criterium, zoals afgestemd met KGG (destijds het Ministerie van

Economische Zaken) en beschreven in [11]. Op basis daarvan concludeert TNO-AGE dat geen grensoverschrijding van de koudwaterbel wordt verwacht binnen de aangevraagde vergunningsduur.

Overlap met beschermde gebieden

Het aangevraagde gebied overlapt niet met waterwingebieden, grondwaterbeschermingszones, boringvrije zones, gebieden die formeel zijn aangewezen als Aanvullende Strategische Drinkwatervoorraad en Natura2000-gebieden.

Evaluatie van de aangevraagde gebiedsgrootte

Volgens TNO-AGE sluit invloedssfeer van de beoogde aardwarmtewinning aan bij de laterale omvang van het aangevraagde gebied. De aanvrager geeft in [1] alleen geen verticale begrenzing aan. Deze begrenzing is ook niet vastgelegd voor de geldende startvergunning. Dit is het gevolg van het feit dat de huidige startvergunning een omzetting was de voormalige winningsvergunning en het tijdelijk winningsplan waarin niet per definitie een verticale begrenzing werd opgenomen. TNO-AGE adviseert in de vervolgvrgunning een verticale begrenzing op te nemen die het watervoerende reservoir en de afsluitende lagen omvat. Dit zijn de basis van de Onder-Germaanse Trias Groep tot en met de top van de Schieland Groep.

Mogelijke gevolgen van de voorgenomen winning

In deze paragraaf wordt antwoord gegeven op adviesvraag 1 tot en met 4.

Om de gevolgen van de winning te beoordelen heeft de aanvrager meerdere modelberekeningen uitgevoerd. Deze berekeningen en de bijbehorende aannames en invoerparameters zijn voldoende beschreven in de aangeleverde rapportages [1] & [6].

TNO-AGE heeft de modelberekeningen beoordeeld en, ter controle en naar eigen inzicht, opnieuw uitgevoerd. De software DoubletCalc2D is gebruikt om temperatuur- en drukveranderingen in het reservoir te berekenen die het gevolg zijn van de voorgenomen en eventueel historische aardwarmteproductie. Veranderingen in ondergrondse spanningen zijn berekend met het programma SRIMA om iets te kunnen zeggen over de risico's van seismiteit en integriteit van de afsluitende lagen.

In de paragrafen hieronder wordt, per onderwerp, een korte beschrijving gegeven van de conclusies van de aanvrager, gevolgd door de beoordeling door TNO-AGE. Om antwoord te kunnen geven op adviesvraag 1 worden de uitkomsten vergeleken met de beoordeling van de startvergunning. Deze startvergunning is het resultaat van een omzetting van de voormalige winningsvergunning en de instemming met het winningsplan n.a.v. de Mijnbouwwet wijziging op 1 juli 2023. Deze omzetting heeft plaatsgevonden zonder nieuwe toetsing door adviseurs. Het laatste advies dat is opgesteld door TNO-AGE voor het aardwarmtesysteem Oostvoorne [2] is daarom deels gebaseerd op oudere methodieken en wettelijke vereisten waar rekening mee moet worden gehouden in de vergelijking van de uitkomsten.

Berekening van de verwachte mate van bodemdaling

De in DoubletCalc2D berekende verwachte mate van bodemdaling door aardwarmtewinning bedraagt volgens de aanvrager maximaal ca. 2 tot 5 mm [1] aan het einde van de winningsperiode van 11 jaar. De aanvrager stelt dat per jaar naar verwachting 0,4 tot 0,5 mm bodemdaling door inklinking plaats zal vinden in het vergunningsgebied [1]. Dit is bepaald op basis van een landelijke bodemdalingskaart [12] en is de mate van bodemdaling die niet gerelateerd is aan aardwarmtewinning.

De verwachte mate van bodemdaling volgens het model van TNO-AGE bedraagt ongeveer 1 mm aan het einde van 2033. Dit is significant minder dan de uitkomst van de aanvrager en heeft waarschijnlijk te maken met verschillen in de aangenomen reservoir eigenschappen.

De dichtstbijzijnde natuur/ beschermingsgebieden liggen op een afstand van ca. 3 km van de oppervlaktelocatie van het aardwarmtesysteem (het Natura2000 gebied De Voornes Duin). De modelmatige absolute bodemdaling door aardwarmtewinning is in die gebieden nihil.

TNO-AGE ziet geen reden om aanvullende maatregelen te adviseren, aangezien de verwachte mate van bodemdaling als gevolg van de aardwarmtewinning niet meetbaar zal zijn. Hierin is de situatie niet veranderd ten opzichte van de startvergunning.

Integriteit van de afsluitende lagen

Conform de Mijnbouwregelgeving moet de integriteit van de afsluitende lagen boven en onder een reservoir gewaarborgd te blijven. De integriteit van de afsluitende lagen werd bij het laatste advies voor het aardwarmtesysteem Oostvoorne [2] getoetst aan het protocol voor de maximale injectiedruk bij aardwarmtewinning opgesteld door SodM en TNO-AGE [13] & [14]. In het kader van de nieuwe mijnbouwwet is de TAS-procedure (Tensile Failure Assessment of the Seal) opgesteld [15] om dit te toetsen. Een eventueel berekend scheurhoogtepotentieel wordt getoetst aan de norm die is beschreven in de beleidsbrief van 18 september 2023 [16]. De technische achtergrond en toetsingscriteria van het injectiedruk protocol en de TAS methodiek zijn verschillend waardoor de uiteindelijke beoordeling kan verschillen.

De aanvrager volgt in [1] niet strikt de TAS-procedure. De aanvrager heeft wel een berekening uitgevoerd met SRIMA en in [6] geeft de aanvrager aan hoe de invoerparameters zijn afgeleid. De maximale injectieverschilddruk die volgt uit deze berekening is volgens de aanvrager 126 bar op mid-reservoirniveau. In een addendum op de aanvraag [9] stelt de aanvrager dat de maximale injectieverschilddruk echter beperkt wordt door de installatie en daarmee op 75,5 bar op top-reservoir niveau komt. De aanvrager komt tot de conclusie dat de voorgenomen productieparameters niet zullen leiden tot een overschrijding van de norm.

TNO-AGE volgt bij de beoordeling van de integriteit van de afsluitende lagen de TAS-procedure. In de toelichting op de TAS-procedure staat dat de geologische eigenschappen van het reservoir en de afsluitende lagen goed moeten worden beschreven. Een belangrijk onderdeel hiervan is het aantonen dat de afsluitende lagen continu aanwezig zijn in het beïnvloedingsgebied. Deze beschrijving mist in de aanvraag [1] & [6]. Op basis van de putten in de regio en de aanwezige seismiek, concludeert TNO-AGE evenwel dat de afsluitende lagen voldoen aan dit criterium.

TNO-AGE heeft een SRIMA berekening uitgevoerd waarbij de invoerparameterwaardes naar eigen inzicht zijn vastgesteld, wat heeft geleid tot verschillend inzicht voor enkele waarden. Uit de berekening volgt een maximale injectieverschilddruk op top-reservoirniveau van 117 bar (omgezet van mid-reservoirniveau uit SRIMA). Zo lang de aanvrager deze maximale injectieverschilddruk niet overschrijdt

gedurende de voorgestelde vergunningsduur is de integriteit van de afsluitende lagen volgens de normering [16] gewaarborgd. Deze druk is hoger dan de aangevraagde maximale injectieverschuldruk op top-reservoirniveau van 75,5 bar. TNO-AGE adviseert de aangevraagde maximale injectieverschuldruk op top-reservoir van 75,5 bar op te nemen in de vergunning. Deze injectieverschuldruk volgt uit de systeemlimitaties en de wens van de aanvrager om het debiet te verhogen van 300 m³/uur naar 360 m³/uur [1] & [9]. Deze maximale verschuldruk op top-reservoirdiepte is hoger dan vastgesteld voor de huidige startvergunning (70 bar).

Overigens verwacht TNO-AGE op basis van een DoubletCalc2D berekening dat een injectieverschuldruk van 59 bar op top-reservoirniveau nodig is om het beoogde debiet te kunnen injecteren. TNO-AGE verwacht daarom dat de voorgestelde begrenzing van de maximale verschuldruk de voorgenomen productie niet zal beperken.

Het is TNO-AGE opgevallen dat de aanvrager de verwachte injectieverschuldruk uitrekent aan de hand van een DoubletCalc1D berekening (op basis van de voorgenomen productieparameters). Deze injectiedruk vergelijkt de aanvrager vervolgens met de maximale injectieverschuldruk op reservoirniveau die SRIMA uitrekent. TNO-AGE merkt op dat DoubletCalc1D uitgaat van een niet veranderlijke situatie (steady state), ruimtelijk constante reservoirparameters en geen rekening houdt met de mogelijke invloed van naburige doubletten en breuken. In dit geval kan een programma als DoubletCalc2D en betere inschatting opleveren.

De aanvrager geeft in [1] het voornemen aan om voor de periode na 2033 een wijziging van de vervolgv vergunning aan te vragen met een looptijd tot 2057. TNO-AGE wil erop wijzen dat de door SRIMA berekende maximale verschuldruk op reservoirniveau op dat moment anders zal uitvallen, mede doordat de afkoeling van het afdichtende laagpakket dan verder toeneemt.

Seismische dreiging en risico

De inschatting van het risico en de dreiging van eventuele bodemtrillingen werd voorheen gemaakt aan de hand van de methodiek van Qcon en IF [17]. Voor Oostvoorne is op basis hiervan voor het tijdelijk winningsplan de SDRA Quickscan uitgevoerd [18]. Uit de quickscan volgde dat de seismische dreiging van het aardwarmtesysteem laag was. Voor de nieuwe advisering hanteert TNO-AGE de SDRA-methodiek [19]. Hierbij worden andere berekeningsmethoden en beoordelingscriteria gebruikt. De classificatie van lage seismische dreiging van de oude methodiek is in de huidige SDRA-methodiek equivalent aan het dreigingsdomein “Verwaarloosbare dreiging”.

Volgens de huidige mijnbouwregelgeving moet voor ieder aardwarmteproject bij het aanvragen van een vervolgv vergunning aangetoond worden dat het voldoet aan de gestelde veiligheidseisen. Ook moeten de effecten van een mogelijke beving worden beschreven. Hiervoor is door TNO-AGE en EBN de SDRA methodiek voor geothermie ontwikkeld [19].

De aanvrager heeft in [7] de SDRA-methodiek toegepast en de uitkomsten beschreven. Bij de aanvraag voor aanvullende gegevens, heeft TNO-AGE de aanvrager gewezen op de aanwezigheid van een breuk nabij de injectieput, TNT-GT-02. De aanvrager beargumenteert in [2] dat de betreffende breuk mogelijk niet door het reservoir loopt. In dat geval zou de breuk niet meegenomen hoeven worden in de SDRA methodiek. De aanvrager heeft, met het oog op veiligheid, de breuk desondanks toch meegenomen. Om die reden heeft de aanvrager bij de Seismische Dreiging Screening (SDS) vastgesteld dat er een niet verwaarloosbare dreiging of risico verbonden is aan het Oostvoorne project.

Zoals de SDRA-methodiek voorschrijft, heeft de aanvrager daarop ook een Standaard Uitgebreide SDRA uitgevoerd met behulp van de SRIMA-tool. De aanvrager heeft een dip van 86° geïnterpreteerd voor de bovengenoemde breuk. Volgens de documentatie van SRIMA moeten hoeken groter dan 70° worden getrunkeerd, omdat SRIMA daarboven de breukinstabiliteit mogelijk verkeerd inschat. Met behulp van de software PANTHER (versie niet benoemd) beargumenteerd de aanvrager in [5] dat, in dit specifieke geval, een hoek van 83° (in plaats van 86°) kan worden ingevuld in SRIMA. Hierdoor kan SRIMA de potentiële breukinstabiliteit alsnog voldoende benaderen. Dit resulteert in een aanzienlijke vermindering van de potentiële breukinstabiliteit ten opzichte van een getrunkeerde invoer van 70° .

De maximale groundbeweging aan het maaiveld van de grootste (theoretisch) geloofwaardige aardbeving ($PGV_{LCE(\text{mean})}$) is volgens de aanvrager 6,11 mm/s. Deze waarde ligt binnen het domein van acceptabele dreiging en risico (tussen 3 mm/s en 33 mm/s). Het schadebedrag dat de aanvrager hierbij heeft berekend bedraagt € [REDACTED]

Voor de beoordeling van de seismische dreiging en het risico gebruikt TNO-AGE ook de SDRA-methodiek. TNO-AGE heeft hierbij naar eigen inzicht de benodigde invoerparameters bepaald. Voor dit advies heeft TNO-AGE een nieuwe seismische interpretatie uitgevoerd op herbewerkte seismiek. Op deze herbewerkte seismiek is relatief dicht bij de injectieput (op ongeveer 150 meter afstand) een breuk te zien die tijdens eerdere seismische interpretaties nog niet geïdentificeerd was.

Deze breuk loopt volgens TNO-AGE, vanuit de dieper gelegen Carboon lagen, door het Trias reservoir en is ook zichtbaar boven het reservoir in de afsluitende laag (zie uitleg van TNO-AGE in [20]). De breuk wordt gekenmerkt door weinig verzet, staat subverticaal (dip van ca. 85° ten opzichte van de horizontaal volgens TNO-AGE) en staat haaks op de noordnoordwestelijk georiënteerde randbreuken.

TNO-AGE volgt de werkwijze van de aanvrager door op basis van berekeningen met PANTHER (v0.7, april 2024) een breukdip van 82° in plaats van 85° in SRIMA te hanteren. TNO-AGE heeft deze methodiek zelf nagerekend en beoordeeld en is tot de conclusie gekomen dat dit in dit geval geoorloofd is. De $PGV_{LCE(\text{mean})}$ -waarde van TNO-AGE valt, net als bij de aanvrager binnen het domein van acceptabele dreiging en risico. In tegenstelling tot de bevinding van de aanvrager, is de verwachte groundbeweging desondanks zo klein dat kans op schade nihil is (voor panden gebouwd voor en na 1940). Dat betekent dat er volgens de resultaten van TNO-AGE geen schadevoorziening bepaald hoeft te worden.

De SDRA is zo opgesteld dat wanneer een geothermie systeem in de categorie “acceptabele dreiging en risico” valt er voldaan wordt aan de veiligheidsnorm. De veiligheidsnorm, gedefinieerd in de Mijnbouwregeling, is het individueel aardbevingsrisico van maximaal 1 op de 100.000 per jaar dat een individu mag lopen in of nabij de verschillende bouwwerken waar dat individu verblijft. De beoogde winning van aardwarmte bij Oostvoorne valt in de categorie “Acceptabele dreiging en risico” en voldoet daarmee aan de veiligheidsnorm.

Ten opzichte van de huidige startvergunning is het dreigingsdomein veranderd van “verwaarloosbare seismische dreiging” naar “Acceptabele dreiging en risico”. Strikt genomen is het risicoprofiel daarmee verslechterd. Hierbij moet worden opgemerkt dat is gebaseerd op een vertaling van de beoordeling die eerder is gemaakt op basis van een verschillende toetsing. Aan de veiligheidsnorm wordt nog wel steeds voldaan. TNO-AGE verwacht geen onaanvaardbare schade aan gebouwen of infrastructurele werken als gevolg van eventuele seismiciteit door de beoogde geothermiewinning. De oorzaak voor de

verschillende resultaten van de aanvrager en TNO-AGE zijn toe te wijzen aan de verschillen in de geomechanische invoerparameters.

Seismische monitoring en maatregelen

De aanvrager heeft een Seismiciteit Respons Protocol uitgewerkt met een TLS en een respons en communicatieplan [8]. De aanvrager geeft aan de eventuele seismiciteit te monitoren met het KNMI netwerk. Op de locatie van het geplande doublet heeft dit netwerk een magnitude van compleetheid (MoC) rond 1,2. Dit betekent dat direct onder het systeem van Oostvoorne aardbevingen met een magnitude van 1,2 en hoger kunnen worden waargenomen. Gezien de uitkomst van de SDRA-methodiek acht TNO-AGE dit afdoende.

Conclusies en adviezen

Gevolgen voor milieu

TNO-AGE heeft vanuit haar expertise gekeken naar de mechanismen die een mogelijke invloed hebben op het milieu. Deze mechanismen zijn bodemdaling als gevolg van de voorgenomen productie en eventueel integriteitsverlies van de afsluitende lagen van het reservoir.

Bodemdaling

De modelmatig bepaalde absolute bodemdaling door aardwarmtewinning volgens de voorgenomen productieparameters is nihil binnen het vergunningsgebied en ook in de nabijgelegen beschermingsgebieden. TNO-AGE ziet geen reden om aanvullende maatregelen te adviseren, aangezien de verwachte mate van bodemdaling als gevolg van de aardwarmtewinning niet meetbaar zal zijn. Ten opzichte van de huidige vergunde situatie is deze uitkomst niet anders.

Integriteit van de afsluitende lagen

De norm voor integriteit van de afsluitende lagen wordt niet overschreden bij de aangevraagde operationele condities. TNO-AGE verwacht niet dat eventuele scheurvorming zal doorgroeien naar ondieper gelegen watervoerende lagen. TNO-AGE verwacht dan ook geen nadelige gevolgen voor het milieu. Dit komt overeen met de beoordeling van de huidige vergunde situatie.

TNO-AGE adviseert om de volgende operationele restricties op te nemen in de vergunning. Deze zijn als volgt:

- › Maximaal te produceren volume water van 27,8 miljoen m³ water vanaf begin 2024 tot eind 2033 (conform aanvraag) en;
- › Minimale injectietemperatuur van 30 °C (conform aanvraag) en;
- › Maximaal debiet van 360 m³/uur (conform aanvraag) en;
- › Maximale injectieverschilddruk op top-reservoirniveau van 75,5 bar.

Bodemtrilling en risico voor omwonenden, gebouwen of infrastructurele werken

Bij de beoordeling van het pre-drill winningsplan [22] is bepaald dat de beoogde geothermische winning in het dreigingsdomein “verwaarloosbare seismische dreiging” valt. Dat betekent dat de kans op het optreden van seismiciteit verwaarloosbaar werd geacht. Uit de beoordeling van de vervolgv vergunning aanvraag volgt dat deze kans niet meer verwaarloosbaar wordt geacht. Het risicoprofiel voor omwonenden, gebouwen of infrastructurele werken is daarmee anders dan bij de huidige vergunde situatie in de startvergunning. De reden hiervoor is de aanwezigheid van een breuk nabij de injectieput die eerder niet is opgemerkt.

Desondanks kan TNO-AGE zich vinden in de conclusie van de aanvrager dat wordt voldaan aan de veiligheidsnorm. De beoogde winning van aardwarmte bij Oostvoorne valt in de categorie “Acceptabele dreiging en risico” en voldoet daarmee aan de veiligheidsnorm van 1 op 100.000, zoals gedefinieerd in de Mijnbouwregeling. TNO-AGE verwacht geen onaanvaardbare schade aan gebouwen of infrastructurele werken ten gevolge van eventuele seismiciteit door de beoogde geothermiewinning. In

) Datum

11 februari 2025
Onze referentie
AGE 25-10.008
Uw referentie
IV-60321

tegenstelling tot de aanvrager, volgt uit de berekeningen van TNO-AGE dat er geen schadevoorziening bepaald hoeft te worden.

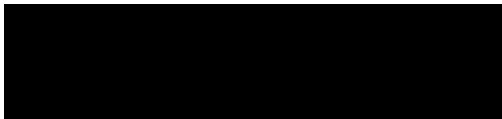
Invloedsfeer van het systeem

Volgens de berekeningen van TNO-AGE heeft de koudwaterbel van het systeem de begrenzing van de vergunning aan het einde van de aangevraagde productieperiode (eind 2033) bereikt, maar overschrijdt deze niet. Op basis daarvan kan worden geconcludeerd dat de aangevraagde vergunningsbegrenzing aansluit bij de invloedsfeer van het geothermisch systeem.

De aanvrager heeft geen verticale begrenzing aangeven in de aanvraag. TNO-AGE adviseert een verticale begrenzing toe te kennen die het watervoerende reservoir en de afsluitende lagen omvat. Deze begrenzing loopt van de van basis van de Onder-Germaanse Trias Groep tot en met de top van de Schieland Groep.

Ik verwacht u hiermee van dienst te zijn geweest.

Met vriendelijke groet,



Plaatsvervangend Hoofd TNO Adviesgroep Economische Zaken en Klimaat

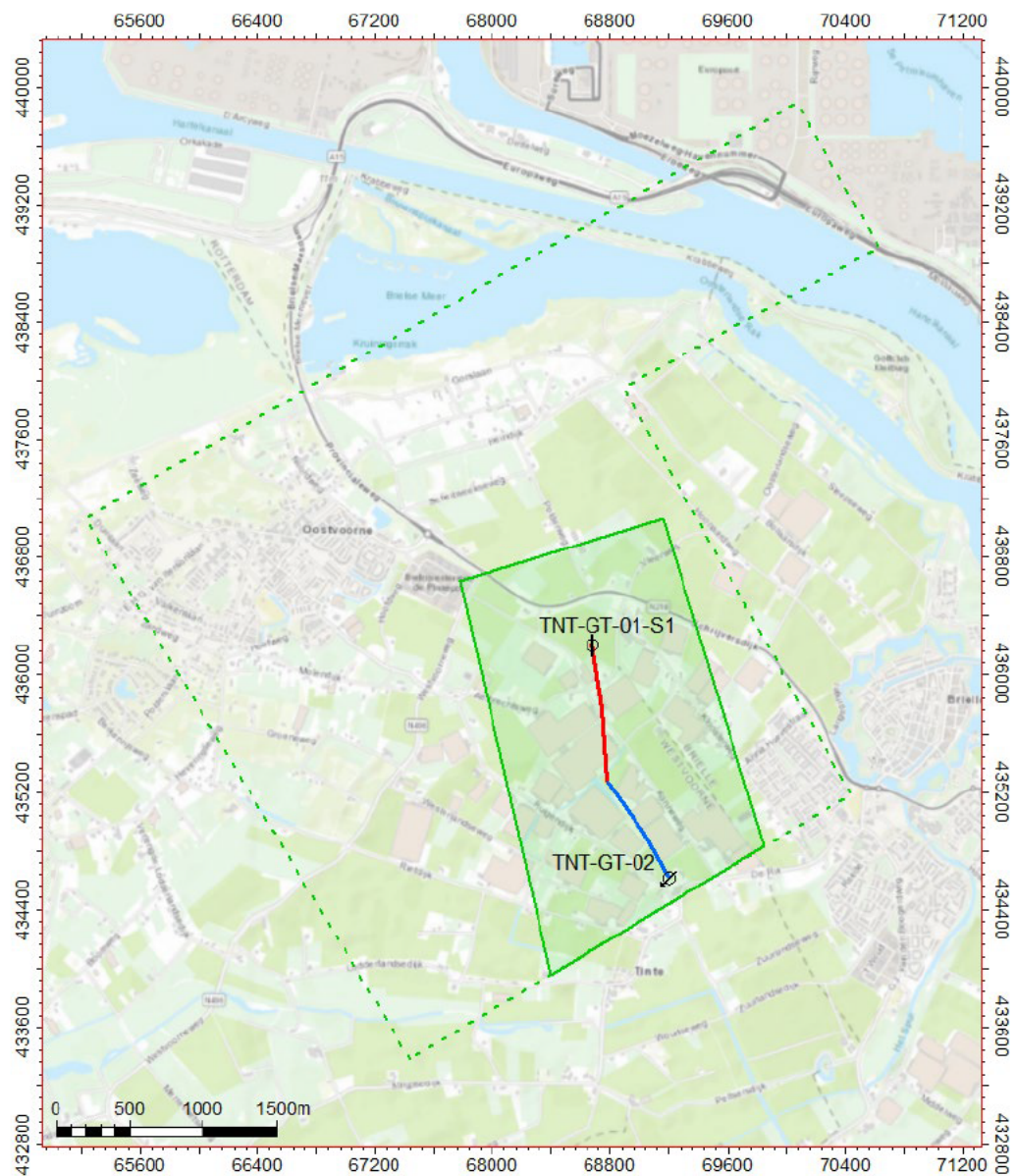
Referenties

- [1] Aardyn B.V. & Duurzaam Voorne Holding B.V., "Aanvraag Vervolgvergunning Aardwarmte voor het gebied Oostvoorne," 2024, 28 oktober.
- [2] Aardyn B.V., "Memo bij Vervolgvergunning Oostvoorne Breukinterpretatie en geomechanische impact," 2024, 14 oktober.
- [3] Aardyn B.V., "DC2D runs voor aanvraag Vervolgvergunning Oostvoorne," 2024, september.
- [4] Hydreco Geomec, "Well Test Analysis Production test & Circulation test TNT-GT-01P & TNT-GT-02I," 2021, 7 januari.
- [5] Kaerpf, "Geomechanische input parameters voor seismische dreigings- en risicoanalyse- Oostvoorne," 2024, 10 oktober.
- [6] Aardyn B.V., "Vervolgvergunning SRIMA input parameters substantiation.xls," 2024.
- [7] Duurzaam Voorne Holding B.V., "Seismische Dreigings- en Risicoanalyse Vervolgvergunningaanvraag – Aardwarmte Concessie Oostvoorne," 2024.
- [8] Duurzaam Oostvoorne Holding B.V., "Seismiciteit Respons Protocol," 2024.
- [9] Aardyn B.V., "Addendum Aanvraag Vervolgvergunning Oostvoorne," 2025 15 januari.
- [10] Ministerie van Economische zaken, "Instemmingsbesluit gewijzigd winningsplan Oostvoorne," 2023.
- [11] TNO-AGE, "Bepaling begrenzing winningsvergunning aardwarmte," 2014.
- [12] partners van het Bodemdalingskaart.nl project, "Bodemdalingskaart.nl," 2020. [Online].
- [13] SodM, "Protocol maximale injectiedrukken bij aardwarmtewinning, Versie 2," 2013.
- [14] SodM, "Toezichtsignaal Integriteit van het geothermisch reservoir en de afsluitende lagen," 2020.
- [15] TNO, "Bepaling integriteit afdichtende gesteentepakketten voor geothermieprojecten in Nederland," 2023.
- [16] Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, "Publicatie normstelling voor seal integriteit bij geothermie, kermerk: PDGGO," 2023.
- [17] Qcon GmbH & IF Technology B.V., "Defining the Framework for seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects V0.1," 2016, 5 oktober.
- [18] TNO-AGE, "Advies tweede wijziging winningsplan aardwarmte Oostvoorne," 2022.

- [19] TNO-AGE, "Seismische Dreigings- en Risicoanalyse voor aardwarmteprojecten in Nederland," 2023, 16 november.
- [20] TNO-AGE, "MEMO Vervolgvergunning Oostvoorne," 2024, 19 augustus.
- [21] Duurzaam Voorne Holding B.V. & Hydreco Geomec B.V., "Wijziging instemming Winningsplan, versie: Wijziging winningsplan Oostvoorne Side track, 220222 KHu -v1," 2022, 22 februari.

Bijlage A

Ligging van het aangevraagde gebied



Kaart van de regio rondom het aangevraagde gebied (groen omlijnd) met de omtrek van de vigerende startvergunning (omlijnd door de groene stippellijn). Ook zijn de geprojecteerde ondergrondse puttrajecten afgebeeld van de injectie- en productieput van het Oostvoornse systeem.