

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

Energy & Materials Transition
Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
+31 88 866 42 56

www.tno.nl
Mijnbouwvergunningen@tno.nl

Datum
25 augustus 2025
Onze referentie
AGE 25-10.049
Uw referentie
IV-79309
Projectnummer
060.63501/01.03.06

Onderwerp Advies aanvraag vervolvergunning aardwarmte Luttelgeest II

Bijlage 2

Geachte [REDACTED]

Hierbij stuur ik u ons advies over de aanvraag vervolvergunning aardwarmte Luttelgeest II. Deze aanvraag is op 18 oktober 2024 ingediend door Aardwarmte Combinatie Luttelgeest B.V. (hierna: aanvrager).

Adviesverzoek

Het Ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) heeft TNO-AGE op 25 oktober 2024¹ gevraagd om advies te geven en 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. Kan de in de aanvraag beschreven winning, voor de langere termijn, onaanvaardbare schade veroorzaken aan gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan;
3. Sluit de invloedssfeer aan bij de door de aanvrager aangegeven aardlaag en de begrenzing ervan?

De vereisten en weigeringsgronden die in de mijnbouwwet (art. 24ae t/m 24aq) en het onderliggende mijnbouwbesluit (art. 29r t/m 29w) staan, zijn leidend voor het advies over de aanvraag.

¹ Uw e-mail met onderwerp: IV-79309 - Adviesverzoek aan TNO betreffende aanvraag VV Luttelgeest II (ACL)

Opeenvolging van gebeurtenissen

Op 2 december 2020 is de winningsvergunning Luttelgeest II bij beschikking, met kenmerk DGKE-WO / V-71, verleend aan de aanvrager met een looptijd tot en met 22 oktober 2024.

Op 9 september 2020 heeft de toenmalige minister van Economische Zaken en Klimaat een instemmingsbesluit op het winningsplan Luttelgeest II afgegeven (kenmerk: DGKE-WO / V-71) aan de aanvrager. Het winningsplan is op 1 september 2022 verlengd tot 14 januari 2024 (instemmingsbesluit met kenmerk PDGGO-DTD / 22280483).

Op 1 juli 2023 zijn, bij de inwerkingtreding van de nieuwe mijnbouwwet, de winningsvergunning met het instemmingsbesluit winningsplan omgezet naar een startvergunning.

Benadering adviesverzoek door TNO-AGE

Vanaf 1 juli 2023 zijn de regels voor vergunningen voor aardwarmte veranderd door de nieuwe mijnbouwwet. Daardoor zijn de adviesvragen die KKG voorheen aan TNO-AGE stelde ook veranderd. 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 en eventuele bodemdaling veroorzaakt door de winning van aardwarmte. Hiervoor heeft TNO-AGE een geomechanisch model gemaakt. De overige twee sub-vragen worden gezamenlijk beantwoord, omdat deze beide gaan over bodemtrillingen. Het risico en de dreiging van bodemtrillingen worden hiervoor getoetst aan de vastgestelde veiligheidsnorm.

Bij adviesvraag 2 kijkt TNO-AGE naar eventuele bodemtrillingen en -daling en daarom is de beantwoording hiervan samengevoegd met die van vraag 1.

Voor adviesvraag 3 heeft TNO-AGE een model van het reservoir gemaakt om de druk- en temperatuurveranderingen rondom het aardwarmtesysteem te berekenen.

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 vervolgvergunning aardwarmte

TNO-AGE heeft gecontroleerd of de aangeleverde documenten volledig zijn. Na een evaluatie van de stukken die door de aanvrager op 18 oktober 2024 zijn aangeleverd, heeft TNO-AGE voorlopige conclusies gedeeld met KGG. Naar aanleiding daarvan heeft KGG de aanvrager gevraagd om aanvullende gegevens aan te leveren.

De aanvrager heeft op 10 februari 2025 een vernieuwde aanvraag ingediend [1]. In de stukken die aangeleverd zijn bij deze vernieuwde aanvraag gaat de aanvrager in op de vragen die door TNO-AGE gesteld zijn. TNO-AGE beschouwt deze laatste stukken als leidend voor het advies.

Naast de aanvraag vervolvergunning [1] zijn meerdere bijlages aangeleverd. De bijlages die relevant zijn voor de beoordeling van de vervolvergunning zijn:

- › *SDRA ACL v3* [2];
- › *Rapportage reservoirmodel* [3];
- › *Afstemming onderlinge beïnvloeding* [4];
- › *Seismisch Risico beheersplan* [5].

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

Beschrijving van de aanvraag

Aangevraagd gebied

Het gebied van de aangevraagde vervolvergunning Luttelgeest II komt exact overeen met de vigerende startvergunning Luttelgeest II, die is vergund aan aanvrager. In Tabel 1 staan de coördinaten van het aangevraagde gebied en de kaart in Bijlage A laat de ligging zien.

De oppervlakte van de aangevraagde vervolvergunning is 24,52 km².

Tabel 1 Coördinaten van het aangevraagde gebied. De coördinaten zijn vermeld volgens het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting (RD).

Punt	X	Y
1	186000,000	533000,000
2	187903,872	531368,110
3	185055,000	526595,000
4	183251,997	527503,993
5	181398,517	528372,523
6	184743,442	533981,291

Dieptebereik

Aanvrager wint warmte uit de watervoerende lagen van de Formatie van Slochteren, vanaf een diepte van circa 1.800 meter. Geothermisch water stroomt van de injectieput door de poreuze gesteentematrix van de formatie naar de productieput. Boven en onder de watervoerende laag bevinden zich de afsluitende lagen. Gezamenlijk bepalen deze lagen het dieptebereik van de vergunning.

In de aanvraag [1] is het dieptebereik door de aanvrager gespecificeerd. Als bovengrens wordt de basis van de Krijtkalk Groep opgegeven en als ondergrens de basis van de Formatie van Ruurlo.

Duur van de aangevraagde vergunning

De aanvrager vraagt een vergunningsduur aan van 30 jaar, gerekend vanaf 31 december 2024 tot 31 december 2054.

Omschrijving aanvrager

De vervolvergunning aardwarmte Luttelgeest II is aangevraagd door Aardwarmte Combinatie Luttelgeest B.V. (de aanvrager). Aardwarmte Combinatie Luttelgeest B.V. is eigenaar van de aardwarmte-installatie en is ook de warmteleverancier. Daarnaast is Aardwarmte Combinatie Luttelgeest B.V. uitvoerder en de enige vergunninghouder van het Luttelgeest II project.

Figuur 2 in [1] geeft een overzicht van de aandeelhouders van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest B.V.

Beschrijving systeem en doel van de warmtelevering

Het aardwarmtesysteem Luttelgeest II bestaat uit een productieput (LTG-GT-04) en twee injectieputten (LTG-GT-05 en -06), die allemaal in 2020 zijn geboord. De productie van aardwarmte is gestart in januari 2022. De gewonnen warmte wordt gebruikt voor de verwarming van nabijgelegen glastuinbouwbedrijven.

De aanvrager is van plan de winningsinstallatie uit te breiden met een injectieput met de voorlopige naam LTG-GT-12. Deze put is meegenomen in de productieprognose en de modelberekeningen die in de vergunningsaanvraag [1] zijn gepresenteerd. TNO-AGE gaat er in dit advies vanuit dat de te boren put LTG-GT-12 per 2026 injecteert volgens de productieparameters die gegeven zijn in [1] en [2].

Evaluatie van de aanvraag

Omvang van het aangevraagde gebied in relatie tot de invloedssfeer

Deze paragrafen geven antwoord op adviesvraag 3.

Operationele instellingen tijdens de winningsfase

In Tabel 2 staat een overzicht van de productieparameters die zijn aangevraagd [1]. In de modelering die gepresenteerd wordt in [3] gebruikt de aanvrager een iets hoger gemiddeld systeemdebiet dan aangevraagd in [1], namelijk 300 m³/uur in plaats van 296 m³/uur. TNO-AGE ziet het systeemdebiet zoals beschreven in de aanvraag als leidend. De aangevraagde minimale injectietemperatuur is onveranderd ten opzichte van voorgenoemde wijziging van de startvergunning. De aanvrager heeft in [1] de productieparameters niet per put gespecificeerd.

De aangevraagde maximale injectiedruk op (top)reservoirdiepte is hoger dan toegekend in het besluit op de wijziging startvergunning Luttelgeest II [6] (zie tabel 3).

Tabel 2: Aangevraagde productieparameters Vervolgvergunning Luttelgeest II.

Parameter	Waarde
Gemiddelde injectietemperatuur	27,6 °C
Minimale injectietemperatuur	20,0 °C
Gemiddeld debiet ¹ (totale injectie en productie)	296 m ³ /uur
Maximaal debiet (totale injectie en productie)	350 m ³ /uur
Maximale injectieverschildruk op (top)reservoirdiepte	79 bar

¹Op basis van 8760 draaiuren.

Tabel 3 Maximale injectiedruk op (top) reservoirdiepte zoals toegekend in het besluit op de wijziging startvergunning Luttelgeest II [5].

Injectieput	Afkoeling ≤ 40 °C	Afkoeling = $(40 + x)$ °C
LTG-GT-05	52,6 [bar]	52,6 - x [bar]
LTG-GT-06	53,7 [bar]	53,7 - x [bar]
LTG-GT-12	52,7 [bar]	52,7 - x [bar]

Verwachte winning van aardwarmte

Analyse aanvrager

Volgens de cijfers die de aanvrager in [1] opvoert, wordt een totale productie van 75,4 miljoen m³ water verwacht tijdens de duur van de aangevraagde vervolvergunning. Volgens dezelfde cijfers produceert het systeem 0,20 PJ per jaar tussen 2025 en 2027 en 0,39 PJ per jaar tussen 2028 en 2054.

Analyse TNO-AGE

De hoeveelheid energie kan niet door TNO-AGE worden geverifieerd. Op basis van de aangevraagde jaargemiddelden komt TNO-AGE op een hogere energieopbrengst, maar dit heeft mogelijk te maken met de fluctuaties van de maandelijkse injectietemperatuur en het debiet. TNO-AGE neemt de cijfers van de aanvrager over.

Mogelijke interferentie met mijnbouwactiviteiten

Analyse aanvrager

Om eventuele druk- en temperatuurinterferentie met omliggende mijnbouwactiviteiten te beoordelen, heeft de aanvrager meerdere modelberekeningen uitgevoerd. Deze berekeningen en de bijbehorende aannames en invoerparameters zijn beperkt beschreven in de aangeleverde rapportage [2].

Aan de zuidoostgrens van het aangevraagde gebied liggen de vergunningen Luttelgeest III (startvergunning) en Luttelgeest I (vervolgvergunning), met daarin het aardwarmtesysteem van Hoogweg Aardwarmte B.V. De aanvrager concludeert in [2] dat binnen de voorgestelde vergunningsduur drukinterferentie plaatsvindt. Daarnaast laten de berekeningen zien dat het koudefront (gedefinieerd als de grens van meer dan 1 °C afkoeling) vanuit de injectieputten LTG-GT-05 en LTG-GT-12 de vergunningsgrens van de aangevraagde vervolvergunning Luttelgeest II overschrijden en in de startvergunning Luttelgeest III en vervolvergunning Luttelgeest I terecht komen. De aanvrager stelt in [1] dat hierover afspraken zijn gemaakt. De aanvrager heeft een overeenkomst met Hoogweg Aardwarmte B.V. over de onderlinge beïnvloeding toegevoegd aan de aanvraag [4].

De aanvrager verwacht geen druk- of temperatuurinterferentie met andere bestaande aardwarmtesystemen of producerende koolwaterstofvelden.

Analyse TNO-AGE

TNO-AGE heeft een reservoirmodel gemaakt aan de hand van een eigen seismische interpretatie, petrofysische analyse van de putten en analyse van de puttesten en dit doorerekend met DoubletCalc2D. Hierbij is een gemiddeld debiet van 296 m³/uur aangenomen voor het hele systeem.

Het gemiddelde systeemdebiet dat de aanvrager aanvoert in [3] is iets hoger, namelijk 300 m³/uur. TNO-AGE heeft de put-specifieke debieten bepaald door de cijfers in [3] te schalen naar 296 m³/uur.

Normaal gesproken maken beschikbare productiecijfers van het aardwarmtesysteem het mogelijk om de gemodelleerde drukken in de putmonden tot op zekere hoogte te verifiëren. De productiecijfers die aan TNO-AGE zijn aangeleverd, bevatten drukgegevens die niet herleidbaar en vaak inconsistent zijn. De resultaten van de modellering kunnen hierdoor niet goed worden gekalibreerd. De aanvrager presenteert in [3] andere drukgegevens voor de putten van Luttelgeest II dan bekend bij TNO-AGE, maar zegt daarbij ook dat deze niet gebruikt kunnen worden voor de kalibratie van hun reservoirmodel.

Modelresultaten van TNO-AGE laten een drukinterferentie zien op het naburige aardwarmtesysteem van Hoogweg Aardwarmte dat overeenkomt met de resultaten van de aanvrager. De resultaten laten daarnaast zien dat het koudefront vanuit de injectieput LTG-GT-05 de oostelijke vergunningsgrens met de vervolvergunning aardwarmte Luttelgeest I na 22 jaar passeert. Het koudefront vanuit LTG-GT-12 blijft volgens de berekeningen van TNO-AGE na 30 jaar wel binnen de vergunningsgrens. Daarnaast modelleert TNO-AGE dat het koudefront van de put LTG-GT-10 (van het systeem Hoogweg) na 21 jaar de vergunningsgrens met Luttelgeest II overschrijdt.

De verschillen tussen de resultaten van TNO-AGE en de aanvrager zijn toe te schrijven aan verschillen in de aangenomen reservoirdikte en -permeabiliteit. Daarnaast is de aanvrager in [2] uitgegaan van de aangevraagde maximale debieten, waar TNO-AGE gemiddelde debieten heeft gebruikt. De reservoir eigenschappen zijn, ondanks de vele putten, nog steeds onzeker, vooral rondom de locatie van de geplande put LTG-GT-12. Daarnaast zijn ook de posities, lengte en doorlatendheid van de aanwezige breuken onzeker. TNO-AGE onderschrijft daarom het voornemen van de aanvrager om periodiek nieuwe modelleringen uit te voeren [1].

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 de invloedssfeer van de beoogde aardwarmtewinning niet aan bij de laterale omvang van het aangevraagde gebied. De modelberekeningen laten een overschrijding van de vergunningsgrens zien door het koudefront binnen de duur van de aangevraagde vervolvergunning.

In beginsel dient grensoverschrijding van de koudwaterbel zoveel mogelijk voorkomen te worden. Als dit toch optreedt, zoals in dit geval tussen twee aangrenzende vergunningsgebieden, is het noodzakelijk om over deze overschrijding en interferentie afspraken vast te leggen in een overeenkomst waarmee door beide partijen wordt ingestemd. Aangezien de partijen ACL (aanvrager) en Hoogweg een overeenkomst hebben gesloten [4] waarin ze afspraken gemaakt hebben over de winning van aardwarmte binnen hun vergunningsgebieden, ziet TNO-AGE geen bezwaar in de gemodelleerde grensoverschrijding.

Beide partijen zijn akkoord met de conclusie van de aanvrager dat de onderlinge beïnvloeding vooralsnog beperkt is. In diezelfde overeenkomst staat: indien partijen een groter volume water gaan

injecteren dan onderling afgesproken, ze met elkaar in contact zullen treden. Deze overeenkomst is opgesteld om een regeling te creëren tussen de betrokken vergunninghouders met als doel een efficiënte uitvoering van de winning.

Het aangevraagde gebied van de vervolvergunning komt exact overeen met de vigerende startvergunning Luttelgeest II. TNO-AGE stelt verkleining van de vervolvergunning voor, waarvan het vergunningsareaal is gebaseerd op de "Franse Methode". Per productie- & injectieput combinatie is het vergunningsareaal bepaald, de combinaties zijn: LTG-GT-04 en -05, LTG-GT-04 en -06 en LTG-GT-04 en -12. Vervolgens zijn die uitkomsten samengevoegd tot één vergunningsareaal.

De coördinaten van het door TNO-AGE voorgestelde vervolvergunningsgebied zijn gedefinieerd door de punten 1 t/m 6 in onderstaande tabel (Tabel 4) en de rechte lijnen daartussen. De kaart in Bijlage B laat de ligging zien. De vervolvergunning heeft een oppervlakte van 5,60 km².

Tabel 4 Coördinaten van de door TNO-AGE voorgestelde gebiedsbegrenzing. De coördinaten zijn vermeld volgens het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting (RD).

Punt	X	Y
1	184.135,500	528.439,200
2	183.820,500	529.826,600
3	185.808,100	530.382,800
4	186.792,900	530.566,000
5	187.140,781	530.089,598
6	186.636,389	529.244,521
7	185.767,218	527.788,277

De aanvrager vraagt in [1] een verticale begrenzing aan. Als bovengrens wordt de basis van de Krijtkalk Groep opgegeven en als ondergrens de basis van de Formatie van Ruurlo.

Mogelijke gevolgen van de voorgenomen winning

In de paragrafen hieronder wordt antwoord gegeven op adviesvraag 1 en 2. Per onderwerp wordt een korte beschrijving gegeven van de conclusies van de aanvrager, gevolgd door de beoordeling van TNO-AGE. Om antwoord te kunnen geven op adviesvragen 1 en 2 worden de uitkomsten vergeleken met de beoordeling van de startvergunning. Deze startvergunning is het resultaat van een omzetting van de oude winningsvergunning en het winningsplan door de wijziging van de Mijnbouwwet op 1 juli 2023. Deze omzetting gebeurde zonder nieuwe toetsing door TNO-AGE. Het laatste advies van TNO-AGE over het aardwarmtesysteem Luttelgeest II [7] is daarom deels gebaseerd op oudere methoden en wettelijke eisen wat belangrijk is bij het vergelijken van de uitkomsten.

Berekening van de verwachte mate van bodemdaling

Analyse aanvrager

De aanvrager verwacht dat er 0,05 tot 0,15 cm bodemdaling per jaar plaats zal vinden in het vergunningsgebied [1]. Dit gaat over de autonome bodemdaling die niet gerelateerd is aan aardwarmtewinning van het geothermisch systeem Luttelgeest II.

Om de extra bodemdaling door aardwarmtewinning te berekenen, heeft de aanvrager in [2] een eigen rekenmethode gebruikt. De aanvrager geeft in [1] een maximale bodemdaling aan van 0,35 cm binnen het aangevraagde gebied aan het einde van de winningsperiode. Hierbij is alleen de productie van het eigen systeem meegenomen. Als ook de productie van het naburige systeem van Hoogweg Aardwarmte B.V. wordt meegenomen, is de maximale bodemdaling ongeveer 1,45 cm aan het einde van de winningsperiode [2].

Analyse TNO-AGE

Volgens het DC2D-model van TNO-AGE is de verwachte bodemdaling door aardwarmtewinning binnen het aangevraagde gebied ongeveer 0,7 cm aan het einde van de winningsperiode van 30 jaar. Hierbij neemt TNO-AGE de productie van het naburige systeem van Hoogweg Aardwarmte B.V. mee. De lagere uitkomst van TNO-AGE komt waarschijnlijk door verschillen in de rekenmethode. TNO-AGE kan de rekenmethode van de aanvrager niet goed beoordelen op basis van de aangeleverde stukken.

Het dichtstbijzijnde Natura2000 gebied ligt ten noordoosten van het aangevraagde vergunningsgebied. Dit is het natuurgebied De Weerribben dat ongeveer 5 kilometer verderop ligt. Volgens TNO-AGE is de bodemdaling door de voorgenomen aardwarmtewinning in dat gebied nihil.

TNO-AGE ziet geen reden om aanvullende maatregelen te adviseren. De verwachte bodemdaling door aardwarmtewinning is zeer beperkt. Er is geen noemenswaardige verandering ten opzichte van de huidige vergunde situatie.

Integriteit van de afsluitende lagen

Volgens de Mijnbouwregelgeving moet de integriteit van de afsluitende lagen boven en onder een reservoir gewaarborgd blijven. Bij het laatste advies voor het aardwarmtesysteem Luttelgeest II [7] beoordeelde TNO-AGE de integriteit van deze lagen met een vroege versie van het programma SRIMA. In het kader van de nieuwe Mijnbouwwet is de TAS-procedure (Tensile Failure Assessment of the Seal) opgesteld [8] om de integriteit van de afsluitende lagen te toetsen. Volgens deze procedure kan met behulp van het programma SRIMA het scheurhoogtepotentieel worden berekend. Dat scheurhoogtepotentieel wordt getoetst aan de norm uit de beleidsbrief van 18 september 2023 [9]. Deze norm stelt dat de afsluitende lagen met zekerheid van 95% onaangetast moeten blijven voor ten minste 50% met een minimale dikte van 30 meter.

Analyse aanvrager

In [2] staan de berekeningen en onderbouwing van de aanvrager. De aanvrager volgt hierin de TAS-procedure en heeft een berekening uitgevoerd met SRIMA. Daarnaast geeft de aanvrager in [2] aan hoe de invoerparameters zijn afgeleid. De maximale injectieverschildruk is volgens de berekening van de aanvrager 91, 93 en 85 bar op top-reservoirniveau voor respectievelijk de putten LGT-GT-05, -06 en -12.

Een belangrijk onderdeel van de TAS-procedure is dat de continue aanwezigheid en kwaliteit van de afsluitende lagen in het beïnvloedingsgebied moet worden aangetoond. De aanvrager heeft dit gedaan in [2] en komt aan de hand van de genoemde berekeningen tot de conclusie dat de voorgenomen productieparameters niet zullen leiden tot een overschrijding van de norm.

Analyse TNO-AGE

TNO-AGE volgt bij de beoordeling van de integriteit van de afsluitende lagen ook de TAS-procedure. Volgens de screening voldoet een generieke evaluatie met SRIMA. TNO-AGE heeft met behulp van SRIMA controleberekeningen uitgevoerd waarbij de invoerparameterwaarden naar eigen inzicht zijn bepaald. TNO-AGE heeft ook gekeken naar de continuïteit en kwaliteit van de afsluitende lagen in het beïnvloedingsgebied. Volgens de interpretatie van TNO-AGE bestaat de bovenliggende afsluitende laag uit mergel- en klei-afzettingen van de Formatie van Holland. Deze laag heeft binnen het vergunningsgebied een dikte variërend tussen ongeveer 70 tot 100 meter.

De maximale injectieverschildrukken op top-reservoirniveau die TNO-AGE berekent zijn lager dan die van de aanvrager, namelijk 76, 72, en 66 bar voor respectievelijk de putten LGT-GT-05, -06 en -12 (bij een vergunningsduur tot en met 31 december 2054). De belangrijkste oorzaak voor het verschil is het feit dat de aanvrager een waarde van 3 MPa aanneemt voor de parameter "Fracture Overpressure". De aanvrager baseert dit op metingen van de cohesiesterkte van kernmateriaal van de Formatie van Slochteren uit de put AMS-01. Effectief wordt hiermee een barrière opgelegd waardoor scheurvorming in het reservoir en de afsluitende lagen minder snel optreedt.

TNO-AGE merkt hierbij op dat de put AMS-01 ver weg ligt van de doellocatie en dat deze metingen gedaan zijn op intact kernmateriaal. Op de schaal van het volume dat beïnvloed wordt door afkoeling (als gevolg van injectie) is de kans groot dat het aanwezige gesteente op de putlocaties van Luttelgeest II niet intact is. Kleinschalige breuken of andere verstoringen kunnen altijd aanwezig zijn. TNO-AGE geeft om deze reden de voorkeur aan een waarde van 0 MPa voor de parameter "Fracture Overpressure".

TNO-AGE merkt ook op dat de aanvrager de reservoirdruk waarschijnlijk overschat. De aanvrager gebruikt in [2] drukmetingen uit de SLB-putten en concludeert dat er een overdruk van ongeveer 12 bar heerst in het reservoir. Deze putten liggen ongeveer 7 kilometer noordelijk van de vergunning. Uit de puttesten van LTG-GT-04 en -05 volgt een redelijk betrouwbare reservoirdruk, waaruit volgt dat overdruk in die putten niet evident is. TNO-AGE geeft de voorkeur aan het gebruik van deze metingen, omdat de metingen uit de SLB-putten niet op de locatie liggen, gedaan zijn in een gasvoerend reservoir en omdat de bovenliggende formaties bij die putten anders zijn.

Als de berekeningen worden uitgevoerd voor de voorgenomen debieten en injectietemperatuur, wordt de norm (zie [9]) volgens TNO-AGE voor geen van de putten overschreden. De aangevraagde maximale injectieverschildrukken op top-reservoir voor alle putten zijn volgens de berekeningen van TNO-AGE wel te hoog en zouden leiden tot de overschrijding van de norm.

Voor de berekening voor put LTG-GT-06 heeft TNO-AGE de invoerlimieten van het programma SRIMA moeten aanpassen. De minimale reservoirdikte is in de 1.0.3 versie van SRIMA is 30 meter, maar de reservoirdikte is 17,5 meter bij LTG-GT-06. Dit geeft een realistischere uitkomst, maar hierdoor zijn de resultaten minder goed te vergelijken met die van de aanvrager.

TNO-AGE stelt dat de integriteit van de afsluitende lagen gewaarborgd is zolang de maximale injectiedruk op top-reservoirniveau niet hoger is dan bepaald door TNO-AGE. Omdat de beschikbare drukgegevens niet herleidbaar en vaak inconsistent zijn, is het volgens TNO-AGE niet zeker dat deze injectiedruk goed gemonitord kan worden. Om die reden adviseert TNO-AGE ook maximale debieten per put op te nemen als operationele restricties in de vergunning. Dit komt neer op een maximaal debiet

van 140 m³/uur voor put LTG-GT-05, 60 m³/uur voor put LTG-GT-06 en 180 m³/uur voor put LTG-GT-12 en een maximale injectieverschilddruk op top-reservoirdiepte van 76, 72, en 66 bar voor respectievelijk de putten LGT-GT-05, -06 en -12. Deze maximale putdebieten zijn door de aanvrager opgegeven in de SRIMA scenario's [2].

Seismische dreiging en risico

Volgens de mijnbouwregelgeving moet voor ieder aardwarmteproject bij het aanvragen van een vervolgvergunning aangetoond worden dat het voldoet aan de gestelde veiligheidsnorm. Ook moeten de effecten van een eventuele aardbeving worden beschreven. Hiervoor is door TNO-AGE en EBN de SDRA methodiek voor geothermie ontwikkeld [10].

De inschatting van het risico en de dreiging van eventuele bodemtrillingen werd voorheen gemaakt aan de hand van de methodiek van Q-con en IF Technology [11]. Voor Luttelgeest II is op basis hiervan voor het pre-drill winningsplan de SDRA Quickscan uitgevoerd [7]. Uit de quickscan volgde dat de seismische dreiging van het aardwarmtesysteem "gemiddeld" was.

Voor de huidige advisering van de aangevraagde vervolgvergunning Luttelgeest II hanteert TNO-AGE de SDRA-methodiek [10]. Hierbij worden andere berekeningsmethoden en beoordelingscriteria gebruikt dan bij de voormalige Q-con & IF methodiek. De classificatie van "gemiddelde" seismische dreiging van de oude methodiek is in de huidige SDRA-methodiek equivalent aan het dreigingsdomein "acceptabele dreiging".

Analyse aanvrager

De aanvrager heeft in [1] en [2] de SDRA-methodiek toegepast en de uitkomsten beschreven. De aanvrager heeft bij de Seismische Dreiging Screening (SDS) vastgesteld dat er een niet verwaarloosbare dreiging of risico verbonden is aan het project. De reden hiervoor is de aanwezigheid van meerdere breuken in het beïnvloedingsgebied van de injectieputten LTG-GT-05, -06 en -12. Zoals de SDRA-methodiek voorschrijft, heeft de aanvrager daarop ook een Standaard Uitgebreide SDRA uitgevoerd met behulp van de SRIMA-tool.

Na uitvoering van de Standaard Uitgebreide SDRA procedure komt de aanvrager uit op een acceptabele seismische dreiging en risico voor het systeem. Aanvrager heeft vervolgens bepaald wat de mate van schade is die zou kunnen ontstaan bij de berekende "*largest credible earthquake*". Aanvrager komt uit op een potentieel schadebedrag van € [REDACTED] die gerelateerd is aan de injectie in de put LGT-GT-05.

Analyse TNO-AGE

TNO-AGE heeft ter controle ook de SDRA-methodiek toegepast en concludeert, net als de aanvrager, dat het systeem in de categorie "acceptabele dreiging en risico" valt bij een vergunningsduur tot en met 31 december 2054.

TNO-AGE heeft het schadebedrag nagerekend. Volgens de berekeningen van TNO-AGE wordt geen potentiële schade rondom LTG-GT-05 verwacht. Dit komt waarschijnlijk doordat TNO-AGE de gemiddelde injectietemperatuur en het gemiddelde debiet toepast, waar de aanvrager uitgaat van de maximale waarden. Het gebruik van gemiddelde waardes geeft volgens TNO-AGE realistischere uitkomst.

Daarnaast gebruikt TNO-AGE een verschillende breukinterpretatie. Mede om die reden verwacht TNO-AGE wel potentiële schade rondom LTG-GT-12.

Ondanks het feit dat TNO-AGE alleen potentiële schade berekent die gerelateerd is aan de injectie van put LTG-GT-12 en niet LTG-GT-05, is het schadebedrag van gelijke orde van grote als bepaald door de aanvrager. Dit komt doordat de straal van de cirkels met potentiële schade van de aanvrager en TNO-AGE grotendeels overlappen en er lokaal relatief weinig bebouwing is.

De SDRA is zo opgesteld dat, wanneer een geothermiesysteem 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 Luttelgeest II voldoet volgens de berekeningen aan de veiligheidsnorm.

Ten opzichte van de huidige startvergunning is het dreigingsdomein niet veranderd. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit is gebaseerd op een vertaling van de beoordeling die eerder is gemaakt op basis van een verschillende toetsing.

Ook moet worden opgemerkt dat dit gebied gekenmerkt wordt door een aantal specifieke onzekerheden. De relatief slechte seismische dekking (alleen 2D seismiek is beschikbaar) zorgt ervoor dat de richting, dip en lengte van de aanwezige breuken erg onzeker is. Deze onzekerheid is meegenomen in de analyse. De mogelijke aanwezigheid van breuken binnen het beïnvloedingsgebied van de putten die niet gekarteerd zijn en de mogelijke onderlinge beïnvloeding van de putten kunnen op dit moment niet worden meegenomen in de berekeningen. Om die reden gaat TNO-AGE uit van de eerder genoemde conclusies ten aanzien van dreiging en risico.

Seismische monitoring en maatregelen

Analyse aanvrager

De aanvrager heeft een Seismisch risico beheersplan [5] uitgewerkt met een Traffic Light System (TLS). De aanvrager monitort eventuele seismiciteit met het KNMI-netwerk. Op de locatie van het systeem van de aanvrager heeft dit netwerk een magnitude-detectiegrens tussen 1,0 en 1,5. Direct onder het systeem van Luttelgeest II betekent dit dat aardbevingen met een magnitude van minimaal 1,0 en hoger kunnen worden waargenomen.

Het TLS, dat beschreven is in het Seismiciteit Respons Protocol, gebruikt maximale groundbeweging (PGV) als grenswaarden. In het geval van een beving boven de detectiegrens moet de aanvrager een geregistreerde magnitude door het KNMI-netwerk eerst omzetten naar een PGV-waarde. Deze omzetting heeft een relatief grote onzekerheidsbandbreedte. Een accelerometer nabij de productielocatie zal deze onzekerheid verminderen. Daarnaast kan met de gegevens van het KNMI-netwerk en de accelerometer een locatie-specifieke GMPE opgesteld worden.

Bevindingen TNO-AGE

Gezien de uitkomst van de SDRA-methode acht TNO-AGE het Seismisch risico beheersplan zoals beschreven in [5] afdoende om op adequate wijze te kunnen reageren op een eventuele seismiciteit en potentiële schade te voorkomen. Het aangeleverde TLS komt overeen met het template dat gepubliceerd is op NLOG [12]. De toevoeging van een accelerometer nabij de productielocatie wordt echter wel aanbevolen.

Conclusies en adviezen

Op basis van de beoordeelde onderwerpen ziet TNO-AGE geen belemmeringen om de aanvraag vervolgv vergunning voor aardwarmte Luttelgeest II te verlenen aan Aardwarmte Combinatie Luttelgeest B.V.

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 berekende bodemdaling door aardwarmtewinning is dermate klein dat er geen effect is op de nabijgelegen beschermingsgebieden en dat TNO-AGE geen reden ziet om aanvullende maatregelen te adviseren. Deze uitkomst wijkt niet af van de huidige vergunde situatie.

Integriteit van de afsluitende lagen

De norm voor integriteit van de afsluitende lagen wordt mogelijk overschreden bij de aangevraagde operationele condities. De aangevraagde injectieverschildruk op top-reservoirniveau is volgens TNO-AGE te hoog. Zolang de injectieverschildruk onder de maximale waarde blijft, die berekent is door TNO-AGE, wordt wel voldaan aan de gestelde norm en verwacht TNO-AGE dan ook geen nadelige gevolgen voor het milieu. Deze situatie komt overeen met de beoordeling van de huidige vergunde situatie.

TNO-AGE adviseert om de volgende operationele restricties op te nemen in de vergunning:

- › Maximaal te produceren volume water van 75,4 miljoen m³ water gerekend vanaf 31 december 2024 tot en met 31 december 2054) en;
- › Maximaal totaal debiet voor het gehele systeem van: 350 m³/uur (conform aanvraag);
- › Minimale injectietemperatuur van 20 °C en een gemiddelde injectietemperatuur die niet lager is dan 27,6 °C (conform aanvraag) en;
- › Maximaal debiet en maximale injectieverschildruk op top reservoirdiepte per injectieput volgens onderstaande tabel:

Injectieput	Maximaal debiet [m ³ /uur]	Maximale injectieverschildruk op top reservoirdiepte [bar]
LTG-GT-05	140	76
LTG-GT-06	60	72
LTG-GT-12	180	66

Bodemtrilling en risico voor omwonenden, gebouwen of infrastructurele werken

Uit de SDRA van de vergunninghouder en de toetsing daarvan door TNO-AGE volgt een acceptabele seismische dreiging en risico. De door aanvrager berekende mate van schade ten gevolge van het zeer onwaarschijnlijke optreden van een “*largest credible earthquake*” bedraagt € [REDACTED]. Dit komt overeen met het resultaat van TNO-AGE.

)

Datum

25 augustus 2025
Onze referentie
AGE 25-10.049
Uw referentie
IV-79309
Projectnummer
060.63501/01.03.06

Ten opzichte van de huidige vergunde situatie van de startvergunning is het dreigingsdomein niet veranderd. Onaanvaardbare schade aan gebouwen of infrastructurele werken is onwaarschijnlijk. Op basis van de SDRA voldoet de voorgenomen winning van het aardwarmtesysteem Luttelgeest II aan de veiligheidsnorm.

TNO-AGE benadrukt wel het grote belang van seismische monitoring voor dit project. De combinatie van relatief slechte seismische dekking (alleen 2D seismiek is beschikbaar) en de slechte voorspelbare richting, dip en lengte van de aanwezige breuken bemoeilijken een juiste inschatting van de risico's. TNO-AGE adviseert daarom monitoring met behulp van accelerometer(s), naast het reguliere KNMI-seismische netwerk, om een directe link te hebben met het seismisch respons systeem inclusief het TLS en om sneller te kunnen handelen.

Invloedsfeer van het systeem

Volgens de berekeningen van TNO-AGE blijft het koudefront van het systeem niet binnen de begrenzing van de vergunning gedurende de aangevraagde vergunningsperiode en wordt overschrijding verwacht met de grens met de vervolvergunning aardwarmte Luttelgeest, van Hoogweg Aardwarmte B.V. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze resultaten zijn gebaseerd op een sterk versimpeld ondergrondmodel en dat de daadwerkelijke verplaatsing van het koudefront kan afwijken.

In beginsel dient grensoverschrijding van de koudwaterbel zoveel mogelijk voorkomen te worden. Beide partijen hebben echter een overeenkomst gesloten over de verwachte vergunningsgrensoverschrijding van het koudefront. Deze overeenkomst regelt de samenwerking tussen vergunninghouders voor een efficiënte winning. Doordat deze overeenkomst is opgesteld ziet TNO-AGE geen bezwaar in de gemodelleerde grensoverschrijding.

TNO-AGE stelt een vergunningsgebied voor waarvan het areaal in beginsel gebaseerd is op de "Franse Methode". Dit voorgestelde gebied is kleiner dan het aangevraagde vergunningsgebied.

TNO-AGE adviseert een verticale begrenzing toe te kennen die het watervoerende reservoir en de afsluitende lagen omvat. De bovengrens wordt in dat geval gedefinieerd als de basis van de Krijtkalk Groep en de ondergrens als de basis van de Formatie van Ruurlo.

Ik verwacht u hiermee van dienst te zijn geweest.

Met vriendelijke groet,





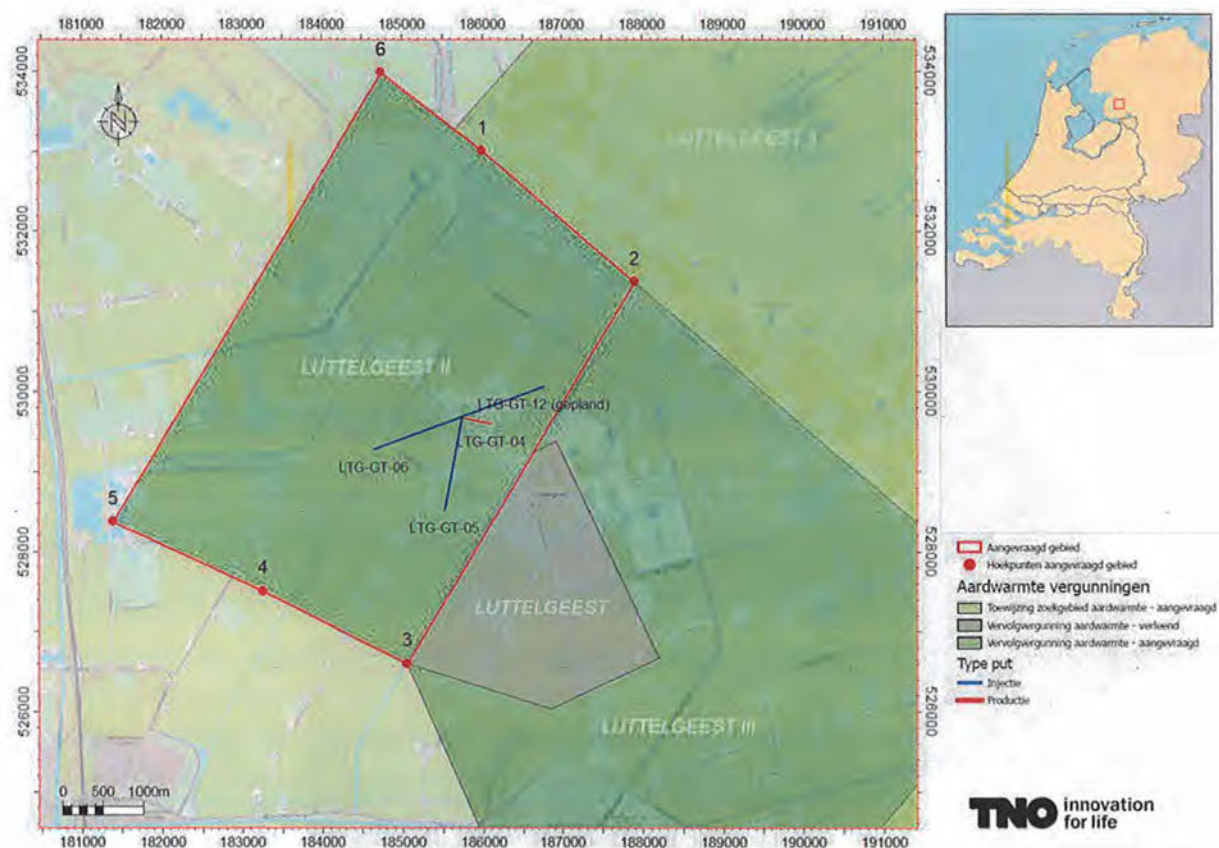
Hoofd TNO Adviesgroep Economische Zaken en Klimaat

Referenties

- [1] A. C. L. B.V., "Aanvraag vervolvergunning - herziene versie - Volvergunning Luttelgeest II," 2025, januari.
- [2] IF Technology, "Aardwarmte Combinatie Luttelgeest SDRA," 2025, januari.
- [3] IF Technology, "Reservoirberekeningen Luttelgeest - Gecombineerd reservoirmodel geothermieprojecten Hoogweg en ACL," 2024, juli.
- [4] Aardwarmte Combinatie Luttelgeest B.V., "Afstemming onderlinge beïnvloeding," 2024, april.
- [5] Aardwarmte Combinatie Luttelgeest B.V., "Seismisch Risico Beheersplan Aardwarmtecombinatie Luttelgeest," 2024, september.
- [6] Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, "Besluit wijziging startvergunning Luttelgeest II," 2023, december.
- [7] TNO-AGE, "Advies wijziging pre-drill winningsplan aardwarmte Luttelgeest II," 2022, oktober.
- [8] TNO, "Bepaling integriteit afdichtende gesteentepakketten voor geothermieprojecten in Nederland," 2023.
- [9] Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, "Publicatie normstelling voor seal integriteit bij geothermie, kermerk: PDGGO," 2023.
- [10] TNO-AGE, "Seismische Dreigings- en Risicoanalyse voor aardwarmteprojecten in Nederland," 2023, 16 november.
- [11] Qcon GmbH & IF Technology B.V., "Defining the Framework for seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects V0.1," 2016, 5 oktober.
- [12] Ministerie van economische zaken en klimaat, "Seismisch respons en beheerssysteem voor geothermie," [Online]. Available: https://www.nlog.nl/sites/default/files/2025-06/beleidskader_geothermie_v1306_0.pdf.

Bijlage A

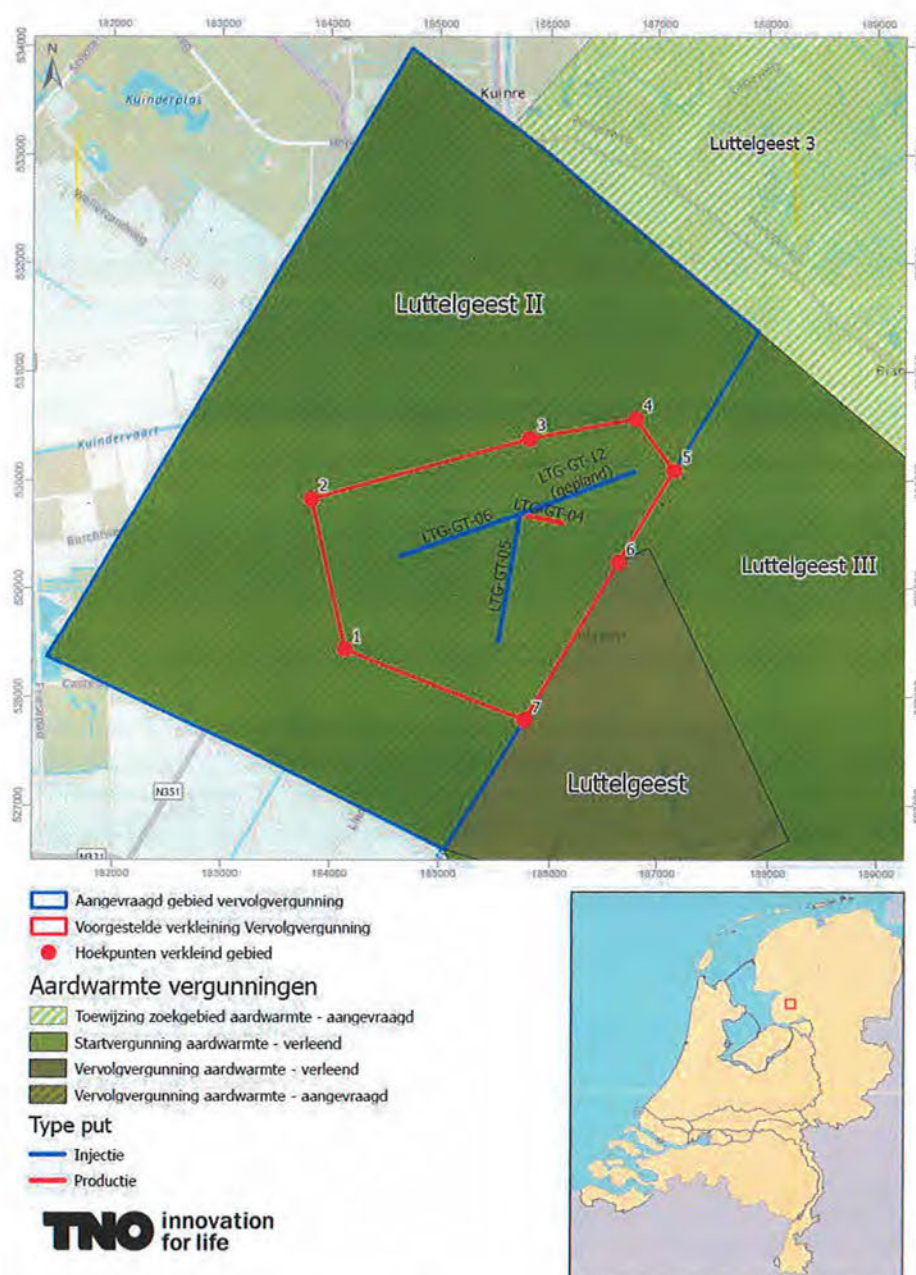
Ligging aangevraagde gebied



Kaart van het aangevraagde gebied (rood omlijnd). Ook zijn de geprojecteerde ondergrondse puttrajecten afgebeeld van de productieput en injectieputten van het Luttelgeest II systeem.

Bijlage B

Ligging van de door TNO-AGE voorgestelde gebiedsbegrenzing



Kaart van het door TNO-AGE voorgestelde gebied (rood omlijnd). Ook zijn de geprojecteerde ondergrondse puttrajecten afgebeeld van de productieput en injectieputten van het Luttelgeest II systeem.

Klik of tik om tekst in te voeren.