

Retouradres: Postbus 80015, 3508 TA Utrecht

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Warmte en Ondergrond
t.a.v. [REDACTED]
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG



Onderwerp
Advies instemming winningsplan geothermie Zevenbergen

Geachte [REDACTED],

Naar aanleiding van uw adviesverzoek van 13 mei 2019 (per email) ter ondersteuning van het te nemen instemmingsbesluit betreffende het winningsplan aardwarmte Zevenbergen van 12 april 2019 en aangevuld op 11 februari 2020 en 21 april 2020 door Geobrothers B.V. en Visser & Smit Hanab B.V. (hierna: vergunninghouder), stuur ik u hierbij ons advies.

De vereisten en weigeringsgronden verwoord in de mijnbouwwet (art. 34 t/m 36) zijn leidend bij de evaluatie van de aanvraag.

Adviesverzoek

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat heeft TNO-AGE gevraagd om advies uit te brengen op het ingediende winningsplan Zevenbergen op de volgende onderwerpen:

- a) Planmatig gebruik en beheer van de ondergrond:
 - Wijze van winning, operationeel ontwerp en productiestrategie van het aardwarmtesysteem;
 - Drukbeïnvloeding en ondergrondse interferentie met aanpalende winningsactiviteiten;
 - Duur en hoeveelheden van de winning;
 - Bijvangst van delfstoffen.
- b) Veiligheid van omwonenden, schade aan gebouwen of infrastructurele werken als gevolg van bodembeweging:
 - Bodemtrillingen;
 - Bodemdaling/stijging prognoses;

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 88 866 42 56

Datum
4 juni 2020

Onze referentie
AGE 20-10.053

Contactpersoon
[REDACTED]

E-mail
[REDACTED]@tno.nl

Bijlage(n)
3

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op www.tno.nl.
Op verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

Datum
4 juni 2020

Onze referentie
AGE 20-10.053

Blad
2/10

Compleetheid winningsplan

Op 12 april 2019 is door vergunninghouder het winningsplan Zevenbergen [1] ingediend. De aanvulling van 11 februari 2020 bevat een (pre-drill) uitwerking [6] van de methodiek van Qcon en IF [7]. Daarnaast bevat de aanvulling een onderbouwing [11] voor de maximale injectiedruk. Op 21 april 2020 is een update ontvangen van het winningsplan [2]. Deze versie [2] is beoordeeld en vormt de basis van het advies.

Beschrijving winning

In het gebied dat is gedefinieerd als de winningsvergunning voor aardwarmte Zevenbergen (ca. 3,5 km²) ligt een geothermisch doublet bestaande uit een productieput (ZVB-GT-01-S2) en een injectieput (ZVB-GT-02-S1). Beide putten hebben het reservoir horizontaal aangeboord. Het systeem is sinds december 2019 in productie en is gericht op de watervoerende lagen van het Zand van Brussel Laagpakket, die zich bevindt op een diepte van ruim 700 m. Het in het winningsplan [2] beoogde debiet is 160 m³/uur. De temperatuur van het productiewater is ongeveer 31°C en van het injectiewater gemiddeld 10°C, met een minimum van 8°C. De stroming van warm water naar de productieput en injectie van afgekoeld water vindt plaats door en in de poreuze gesteentematrix van het genoemde laagpakket. De winningsvergunning Zevenbergen is bij beschikking, met kenmerk DGKE-WO/19245874, op 18 december 2019 verleend aan Geobrothers B.V. en Visser & Smit Hanab B.V. en verloopt in januari 2053. Daarmee is de totale duur van de vergunde warmteproductie ruim 33 jaar.

De gewonnen warmte wordt gebruikt door glastuinbouwbedrijven. Uit analyse van de Mijnwettelijk aangeleverde productiedata aan TNO-AGE blijkt dat het systeem tot op heden een maximaal debiet van 160 m³/uur (februari 2020) heeft gerealiseerd. De energie opbrengst in die maand is ca. 0,01 PJ en per jaar verwacht de vergunninghouder ca. 0,08 PJ aan energie te winnen.

De vergunninghouder voorziet in de nabije toekomst geen uitbreiding van de winningsinstallatie in de zin van het boren van extra putten. Ook stimuleringsmaatregelen en extra afkoeling van het water zijn op korte termijn niet voorzien.

Beantwoording adviesvragen

Planmatig gebruik van de ondergrond

TNO-AGE acht de winning van aardwarmte bij Zevenbergen, zoals voorgesteld in het winningsplan, in overeenstemming met de principes van planmatig gebruik van de ondergrond in de genoemde geologische setting.

De Mijnwettelijk aangeleverde productiedata tonen aan dat het beoogde debiet van 160 m³/uur kan worden behaald binnen de door de vergunninghouder bepaalde maximale injectiedruk van 17 bar bij de putmond (17,8 bar op reservoirdiepte). Hierbij wordt uitgegaan van de huidige puteigenschappen en de op dit moment

Datum

4 juni 2020

Onze referentie

AGE 20-10.053

Blad

3/10

bekende reservoirkarakteristieken. TNO-AGE kan zich vinden in deze door de vergunninghouder bepaalde maximale injectiedruk.

Het geproduceerde formatiewater bevat opgelost gas, echter wordt de installatie op een zodanige druk gehouden dat het gas in oplossing blijft en terug in het reservoir wordt geïnjecteerd [2]. Er vindt dus geen bijvangst van gas plaats.

Er zijn momenteel geen mijnbouwactiviteiten in de nabijheid van de geothermische installaties, daarom wordt er nu geen ondergrondse interferentie verwacht.

De modelresultaten, op basis van de gerealiseerde doubletconfiguratie, geven aan dat er aan het einde van de vergunningsduur geen 1°C afkoeling is op de vergunningsgrens of in de productieput (zie Figuur 1 in Bijlage 2).

In de productieperiode van ruim 33 jaar wordt volgens de productieprognose van de vergunninghouder 31,7 miljoen m³ water geproduceerd, en weer geïnjecteerd.

Bodemdaling

TNO-AGE ziet geen geotechnische belemmeringen betreffende de berekening van de verwachte bodemdaling.

TNO-AGE concludeert dat de modelmatig berekende bodemdaling ten gevolge van de winning van aardwarmte ca. 5 mm is na 33 jaar productie. Dit is slechts ca. 1 mm lager dan de uitkomst van de vergunninghouder en komt daar dus goed mee overeen. Het verschil wordt verklaard doordat TNO-AGE een ovale afkoelingsbel modelleert die de horizontale put nabootst, terwijl de vergunninghouder uit is gegaan van een enkele verticale put.

Op basis van de modelresultaten van TNO-AGE wordt geen bodemdaling verwacht bij de dichtstbijzijnde natuur/beschermingsgebieden.

Bodemtrilling

Net als de vergunninghouder concludeert TNO-AGE dat de seismische dreiging voor het geothermisch systeem Zevenbergen laag is.

Na controle van de aangeleverde gegevens concludeert TNO-AGE dat de genormaliseerde seismisch potentieel score van het geothermisch systeem Zevenbergen 0,07 is. Deze seismisch potentieel score resulteert in een lage seismische dreiging voor Zevenbergen, wat overeenkomt met de uitkomst van de vergunninghouder, maar de score wijkt wel af van die van de vergunninghouder (0,32). TNO-AGE geeft een lagere score aan de categorieën “debiet” (3 i.p.v. 10), “afstand tot breuken en kwaliteit van seismiek” (0 i.p.v. 3) en “netto geïnjecteerd volume” (0 i.p.v. 3). TNO-AGE gaat daarnaast uit van de laagste score voor “breukoriëntatie in huidig spanningsveld”: 0.

Aanvullende adviezen

TNO-AGE heeft geen aanvullende adviezen voor het te nemen instemmingsbesluit op het door de vergunninghouder ingediende winningsplan.

Ik verwacht u hiermee van dienst te zijn geweest.

Met vriendelijke groet,



Hoofd Adviesgroep Economische Zaken en Klimaat

Bijlage 1: samenvatting evaluatieresultaten
Bijlage 2: resultaat Petrel/Eclipse modelberekening
Bijlage 3: erratalijst

Datum

4 juni 2020

Onze referentie

AGE 20-10.053

Blad

4/10

Datum
4 juni 2020

Onze referentie
AGE 20-10.053

Blad
5/10

Bijlage 1: geotechnische evaluatie winningsplan geothermie Zevenbergen

Ter ondersteuning van het door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) te nemen instemmingsbesluit betreffende het winningsplan voor het geothermiesysteem Zevenbergen [2], heeft TNO-AGE een geotechnische evaluatie uitgevoerd van het aangeleverde winningsplan [2]. In deze bijlage worden de resultaten en bevindingen van de evaluatie van TNO-AGE samengevat.

Petrel/Eclipse en DoubletCalc2D modellering

Modellering in DoubletCalc2D is niet optimaal gezien het geothermisch systeem uit horizontale putten bestaat en DoubletCalc2D daar niet (goed) mee overweg kan. TNO-AGE heeft om deze reden gekozen om eerst een statisch model van het Zevenbergen winningsgebied in Petrel 2018.2 te construeren en een dynamische modellering in Eclipse 2018.1 uit te voeren. De temperatuurkaart die het resultaat is van de Petrel/Eclipse modellering worden gegeven in Bijlage 2. De resultaten van de modellering kunnen als volgt worden samengevat:

- Vanaf de productiestart tot het einde van de huidige winningsvergunning berekent TNO-AGE, op basis van de productieprognose van de vergunninghouder, dat er een totaal volume van 31,7 miljoen m³ water wordt geproduceerd.
- Aan het einde van de vergunningsduur, na 33 jaar productie, heeft de koudwaterbel zowel de vergunningsgrens als de productieput nog niet bereikt (zie Figuur 1 in Bijlage 2).
- Ten behoeve van de modellering van de bodemdaling is het Petrel/Eclipse model gereproduceerd in DoubletCalc2D. Aan het einde van de vergunningsduur, na 33 jaar productie, is de te verwachten maximale bodemdaling ca. 5 mm. Dit is een verschil van nagenoeg 1 mm in vergelijking met de verwachting van de vergunninghouder (ca. 6 mm). Dit verschil wordt verklaard doordat TNO-AGE uitgaat van een ovale afkoelingsbel die de horizontale put nabootst, terwijl vergunninghouder uit is gegaan van een enkele verticale put.
- TNO-AGE verwacht op basis van de modelresultaten geen bodemdaling bij de dichtstbijzijnde natuur/beschermingsgebieden.
- De injectiedruk die volgt uit de Mijnwettelijk aangeleverde productiedata kan in bovenstaande softwarepakketten niet eenduidig worden gereproduceerd. Om deze reden gebruikt TNO-AGE de historische productiedata voor de controle voor eventuele overschrijding van de maximale opgelegde injectiedruk.
- De maximale injectiedruk aan de putmond is volgens het winningsplan [2] en de onderbouwing [11] 17 bar. De hierbij behorende injectiedruk op reservoirniveau is 17,8 bar. TNO-AGE heeft de onderbouwing [11] van aanvrager geëvalueerd en kan zich vinden in de door de vergunninghouder berekende maximale injectiedruk van 17 bar. Uit de historische productiedata is op te maken dat deze maximale injectiedruk nog niet is overschreden en dat dit, bij de huidige puteigenschappen en momenteel bekende reservoirkarakteristieken ook niet wordt verwacht bij het geplande debiet van 160 m³/uur.
- De dichtstbijzijnde breuk ligt op ca. 15 km en valt buiten de invloedssfeer van het geothermisch doublet Zevenbergen.

Datum
4 juni 2020

Onze referentie
AGE 20-10.053

Blad
6/10

Bijvangst van delfstoffen

- Het geproduceerde formatiewater bevat opgelost gas, echter wordt de installatie op een zodanige druk gehouden dat het gas in oplossing blijft en terug in het reservoir wordt geïnjecteerd [2]. Er vindt dus geen bijvangst van gas plaats.

Interferentie

- Er zijn geen mijnbouwactiviteiten in de nabijheid van de geothermische installatie, daarom wordt ook geen ondergrondse interferentie verwacht. Het dichtstbijzijnde Natura2000 gebied ligt op 6 km afstand en is het Hollands Diep. Op basis van de DoubletCalc2D berekeningen is de verwachting dat op die afstand geen bodemdaling ten gevolge van de winning van aardwarmte bij Zevenbergen optreedt.

Seismisch Risico en Hazard Analyse (SHRA)

- De vergunninghouder heeft een SHRA evaluatie uitgevoerd [6]. Het meest conservatieve scenario resulteerde in een genormaliseerde seismisch potentieel score van 0,32 en daarmee dus een laag potentieel voor het induceren van seismiciteit. Deze evaluatie is echter nog van voor de boorfase van het Zevenbergen doublet en, op basis van de bevindingen van na de realisatie, achterhaald.
- Op basis van de laatste inzichten [2] concludeert TNO-AGE dat de genormaliseerde score 0,07 is (zie Tabel 1).
- Het resultaat van TNO-AGE wijkt af van de uitkomst van de vergunninghouder (0,32) doordat TNO-AGE een lagere score geeft aan de volgende categorieën:
 - Debiet (3 i.p.v. 10): vergunninghouder is voor de score uitgegaan van het pre-drill verwachte debiet van 385 m³/uur. TNO-AGE gaat uit van het debiet van 160 m³/uur zoals beschreven in [2].
 - Afstand tot breuken en kwaliteit van seismiek (0 i.p.v. 3): de dichtstbijzijnde breuk bevindt zich op 15 km afstand. De vergunninghouder geeft toch 3 punten omdat enkel 2D seismiek beschikbaar is over het winningsgebied. TNO-AGE is van mening dat, omdat de spatiëring van de 2D seismiek kleiner is dan 500 meter en de kwaliteit van de seismiek hoog is, een score van 0 kan worden toegekend aan deze categorie.
 - Netto geïnjecteerd volume (0 i.p.v. 3): vergunninghouder heeft pre-drill 3 punten toegekend voor een eventuele zuurbehandeling. TNO-AGE is van mening dat een eventuele zuurbehandeling niet meegenomen hoeft te worden en omdat er sprake is van een zogeheten massabalans een score van 0 kan worden toegekend.
 - Breukoriëntatie in huidig spanningsveld (0 i.p.v. 10): volgens de vergunninghouder is de breukoriëntatie onbekend en neemt daarom elke mogelijke score met een maximum van 10. Volgens TNO-AGE is een score van 0 gerechtvaardigd aangezien de dichtstbijzijnde breuk op een dusdanige afstand is gelegen (15 km) dat deze geen invloed ondervindt van de effecten van exploitatie van het geothermiesysteem.

Datum
4 juni 2020

Onze referentie
AGE 20-10.053

Blad
7/10

Tabel 1: Resultaat Quickscan scoretabel voor het Zevenbergen doublet.

Score	Connectie met basement	Drukcommunicatie tussen productie- en injectieput	Injectiedruk	Debiet	Afstand tot natuurlijke aardbevingen	Afstand tot geïnduceerde aardbevingen	Afstand tot breuken en kwaliteit van seismiek	Breukoriëntatie in huidig spanningsveld	Netto geïnjecteerd volume		
10	Yes	No	>7	>360	<1	<1	<0,1	Favourable	>20		
7	Possible	Unlikely	4-7	180-360	1-5	1-5	0,1-0,5	Shearing possible	5-20		
3	Unlikely	Likely	1-4	50-180	5-10	5-10	0,5-1,5	Shearing unlikely	0,1-5		
0	No	Yes	<1	<50	>10	>10	>1,5	Locked	<0,1		
										Totaal	Genormaliseerde score
Vergunninghouder	0	0	3	10	0	0	3	?/10	3	29	0,32
TNO-AGE	0	0	3	3	0	0	0	0	0	6	0,07

Datum
4 juni 2020

Onze referentie
AGE 20-10.053

Blad
8/10

Referenties

- [1] Geobrothers B.V. & Visser & Smit Hanab B.V., 9 april 2019. Aanvraag Instemming Winningsplan Aardwarmte Zevenbergen II. Versie 1.1.
- [2] Geobrothers B.V. & Visser & Smit Hanab B.V., 7 april 2020. Aanvraag Instemming Winningsplan Aardwarmte Zevenbergen II. Versie 1.2.
- [3] PanTerra Geonconsultants B.V., Februari 2019. Analysis of Welltest ZVB-GT-01.
- [4] PanTerra Geonconsultants B.V., Februari 2019. Analysis of Welltest ZVB-GT-02.
- [5] TNO-AGE, 3 september 2019. Geotechnische evaluatie aanvraag winningsvergunning aardwarmte Zevenbergen. Referentie 19-10.051.
- [6] IF Technology B.V., 22 mei 2017. Quick Scan Induced Seismicity Potential. Geothermal Project Zevenbergen.
- [7] Qcon GmbH & IF Technology B.V., 5 oktober 2016. Defining the Framework for seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects V0.1.
- [8] DAGO, 2018. "SHRA Richtlijn richtinggevende suggesties".
- [9] De Crook, Th., 1996. A seismic zoning map conforming to Eurocode 8, and practical earthquake parameter relations for the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw* 75: 11 – 18.
- [10] Geluk, M.C., Duser, M. & De Vos, W., 2007. Pre-Silesian. *From: Geology of the Netherlands*. Eds. Wong, Th. E., Batjes, D. A. J. & De Jager, J. *Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, 2007: 27-42.*
- [11] Visser & Smit Hanab, 18 november 2019. Injectie-protocol Zevenbergen. Maximale injectiedruk ZVB Geothermie.
- [12] SodM, 2013. Protocol bepaling maximale injectiedrukken bij aardwarmtewinning, Versie 2.
- [13] Mechelse, Eelco, 2017. The in-situ stress field in the Netherlands: Regional trends, local deviations and an analysis of the stress regimes in the northeast of the Netherlands. Msc Thesis TUD. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Ab77fc7ef-c316-424f-928d-877947e9ef03>

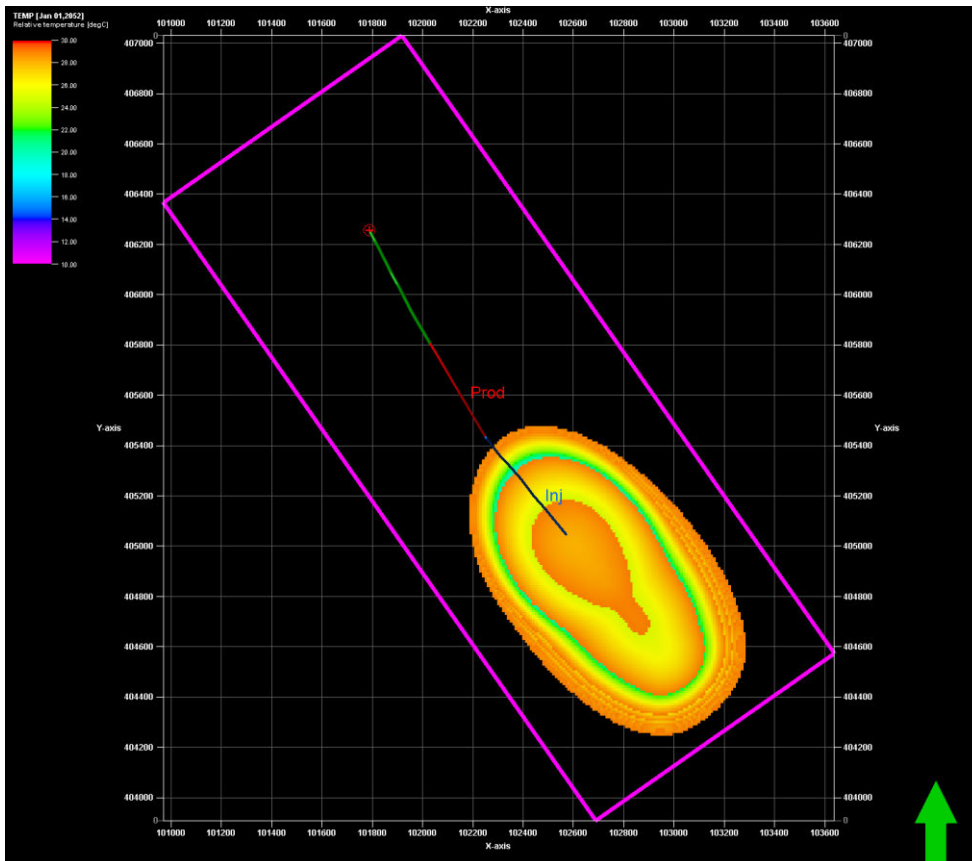
Datum
4 juni 2020

Onze referentie
AGE 20-10.053

Blad
9/10

Bijlage 2: resultaat Petrel/Eclipse modelberekening

In deze bijlage wordt het resultaat van de modelberekening in Petrel/Eclipse, uitgevoerd door TNO-AGE, gepresenteerd.



Figuur 1: Petrel/Eclipse uitvoer van het TNO-AGE scenario. De kaart toont de temperatuur op reservoirdiepte dat ten minste 1 °C koeler is dan de initiële reservoirtemperatuur aan het einde van de huidige winningsvergunningduur in 2053, dus 33 jaar na de start van de productie.

Datum

4 juni 2020

Onze referentie

AGE 20-10.053

Blad

10/10

Bijlage 3: erratalijst

- In het tabel op pagina 15 in [2] wordt gesteld dat de productie casing van ZVB-GT-02-S1 tot een diepte van 1528 meter loopt. Zowel het EOWR als het putschema geeft echter een diepte van 840 meter (welke correct is). TNO-AGE heeft de correcte gegevens overgenomen voor de modelberekeningen.
- In de bijgewerkte versie van het winningsplan [2] wordt door vergunninghouder genoemd dat de bodemdaling minder dan 7 mm is. Dit is een waarde die genoemd is in het oude winningsplan [1] en zou nu "minder dan 6 mm" moeten zijn.
- In het tweede tabel op pagina 24 in [2] zijn de genoemde waarden van "Gemiddelde druk aan de injectieputkant van de injectiepomp (bar)" en "Gemiddelde operationele injectiedruk op reservoir niveau (bar)" niet bijgewerkt naar de recente inzichten.