

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 Heerlen (Mijnwater)

Geachte [REDACTED],

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (hierna: EZK) heeft TNO-AGE op 24 februari 2021 om advies gevraagd over het winningsplan voor aardwarmte Heerlen (Mijnwater). Dit advies dient ter ondersteuning van het te nemen instemmingsbesluit. Het winningsplan is op 12 april 2019 ingediend door Mijnwater B.V. (thans: Mijnwater Energy B.V., hierna: vergunninghouder) en aangevuld op 20 juni 2019 en 23 februari 2021.

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 Heerlen (Mijnwater) op de volgende onderwerpen:

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

Compleetheid winningsplan

Vergunninghouder heeft een eerste versie van het winningsplan [1] op 12 april 2019 ingediend. Op 20 juni 2019 en 23 februari 2021 is dit winningsplan op verzoek van EZK aangevuld. Als onderdeel van de gevraagde aanvullingen, heeft de vergunninghouder de volgende bijlages aan het winningsplan toegevoegd:

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 88 866 42 56

Datum

27 oktober 2021

Onze referentie

AGE 21-10.085

Contactpersoon

[REDACTED]

E-mail

[REDACTED]@tno.nl

Doorkiesnummer

[REDACTED]

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
27 oktober 2021

Onze referentie
AGE 21-10.085

Blad
2/8

1. Werkplan Aardwarmte 2021-2026 Mijnwater B.V. WP Heerlen [2];
2. Organisatiestructuur Mijnwater Energy B.V.;
3. Presentatie beoordelingsgesprek SodM;
4. Details putlocaties WP Heerlen;
5. Notitie productie en debieten HH3a WP Heerlen;
6. Plattegrond Mijngang HH3a WP Heerlen.

Beschrijving winning

Het Heerlen Mijnwaterproject is gelegen binnen de winningsvergunning Heerlen (oppervlakte 40,9 km²), welke grotendeels overeenkomt met het voormalig concessiegebied van de Oranje Nassau mijnen. De ondergelopen mijngangen en ontgonnen zones van de oorspronkelijke steenkoolmijn (gelegen binnen de Caumer Subgroep, onderdeel van de Limburg Groep) fungeren als een reservoir, met een gemiddelde temperatuur van 18,7 °C (minimum van ~12 °C, maximum van ~33 °C – [1]).

Vanaf 2008 is het mijnwatersysteem als geothermische bron in gebruik geweest (hieraan wordt gerefereerd als “Mijnwater 1.0” in [1]). In 2012/2013 is het systeem omgebouwd naar een energie uitwisselingssysteem (Koude Warmte Opslag) met het mijnwaterreservoir als buffer (“Mijnwater 2.0” in [1]). De vergunninghouder benut de aardwarmte via vijf winnings- en injectieputten, waarvan twee diepe putten (~700 m), afgekort met HH1 en HH2 (zie Tabel 1). Deze diepe putten vallen onder de Mijnbouwwet. De overige drie putten (HLN1,2,3) zijn ondiepe putten (<500 m), en vallen onder de Waterwet. Door de vele opbraken, schachten en mijngangen van de oude mijnwerken staan de dieper gelegen delen wel in verbinding met de ondieper gelegen delen. Het mijnwatersysteem vormt als zodanig één geheel. Echter, sinds de ombouw van het systeem in 2012/2013, wordt het gebruikte mijnwater zodanig afgekoeld of opgewarmd dat de retourstroom een temperatuur heeft die min of meer gelijk is aan de natuurlijke mijnwater temperatuur, en wordt deze geïnjecteerd in het warme (diepe) of koude (ondiepe) gedeelte van het mijnwaterreservoir (warm bij warm, koud bij koud). Hierdoor ontstaat een warme (diepe) en koude (ondiepe) waterbel, welke als afzonderlijke buffers fungeren. Op deze manier wordt het mijnwaterreservoir effectief geregenereerd, en wordt uitputting voorkomen. Het onderliggende winningsplan betreft alleen het diepe gedeelte (>500 m). Dit gedeelte fungeert als warm water buffer, waarbij water van ~28 °C kan worden onttrokken (via put HH1) en water van >28 °C kan worden geïnjecteerd (via put HH2). Injectie/productie van het ondiepe gedeelte wordt niet beschreven in het winningsplan, en wordt ook niet meegenomen in de evaluatie van TNO-AGE.

Datum
27 oktober 2021

Onze referentie
AGE 21-10.085

Blad
3/8

Put	Functie	Diepte (m)	Temperatuur (°C)	Capaciteit (m³/h)
HH1	Warme productieput	700	28	120
HH2	Warme injectieput	700	>28	240*
HLN1	Koude productieput	250	16	240
HLN2	Koude injectieput	250	<16	360
HLN3	Injectieput gebruikt mijnwater	350, 450	18, 24	>240

Tabel 1. Overzicht van de huidige 5 putten.

Over de periode 2017-2020 zijn de putten HH1, HH2 en HLN1 omgebouwd van productie- of injectieput, naar bi-directionele putten die geschikt zijn voor zowel productie als injectie. Conform het werkplan [2] is de injectieput HLN2 in de zomer van 2021 eveneens omgebouwd. De injectieput HLN3 wordt alleen nog toegepast als back-up. Alle putten hebben een open annulus in verbinding met de buitenlucht, en worden drukloos bedreven (d.w.z. dat er niet onder druk geïnjecteerd wordt).

De winningsvergunning Heerlen is op 12 oktober 2009 verleend aan de gemeente Heerlen en verloopt op 23 november 2044. Daarmee is de totale duur van de vergunde warmteproductie ruim 35 jaar. De vergunning heeft alleen betrekking op de diepe boringen (>500 m). Voor het ondiepe gedeelte is sinds 20 augustus 2019 een vergunning in het kader van de Waterwet van kracht, uitgegeven door de Provincie Limburg. De vergunninghouder vraagt geen specifieke productieperiode aan in het winningsplan, maar beoogt om het mijnwatersysteem gedurende de hele vergunningstermijn operationeel te laten zijn, en zo mogelijk langer. De gewonnen warmte en koude wordt primair gebruikt voor energievoorziening aan de bebouwde omgeving.

Over de periode 2018-2019 heeft het systeem bestaande uit de diepe putten HH1 en HH2 een gemiddelde warmteopbrengst van ca. 10.700 GJ en koude (injectie van warmte) van 9.200 GJ per jaar gerealiseerd, voor een gebouwequivalent van ca. 200.000 m². Hierbij was jaarlijks ca. 243.000 m³ water geproduceerd (~27,5 °C), en ca. 196.000 m³ water geïnjecteerd (~27,2 °C).

Voor de periode 2021-2026 voorziet de vergunninghouder een uitbreiding van het aantal aansluitingen tot meer dan 1.100.000 m² aan gebouwequivalent. Om hierin te voorzien is de vergunninghouder van plan om de pompcapaciteit van de bestaande diepe putten HH1 en HH2 te verhogen van 120 naar 180 m³/h. Daarnaast wordt een nieuwe diepe put HH3a aangelegd (bi-directioneel), met een pompcapaciteit van 360 m³/h. Volgens het werkplan [2] zal deze nieuwe put in 2022 in bedrijf worden genomen. Het effect van de nieuwe put op het mijnwatersysteem wordt in het winningsplan meegenomen, en is onderdeel van de beoordeling van TNO-AGE.

Vanaf 2026 is de geprognostiseerde jaarlijkse levering ca. 81.000 GJ aan warmte en ca. 57.000 GJ aan koude [1,2] in het diepe gedeelte van het mijnwatersysteem. Hierbij wordt naar verwachting jaarlijks ca. 1.600.000 m³ water geproduceerd (27,5 °C), en ca. 1.100.000 m³ water geïnjecteerd (28,0 °C).

Datum
27 oktober 2021

Onze referentie
AGE 21-10.085

Blad
4/8

Beantwoording adviesvragen

Planmatig gebruik van de ondergrond

Voor zover TNO-AGE kan oordelen, is de winning van warmte en koude (injectie van warmte) in het diepe gedeelte van het mijnwatersysteem Heerlen, zoals voorgesteld in het winningsplan (inclusief de geplande uitbreiding), in overeenstemming met de principes van planmatig gebruik en beheer van de ondergrond in de genoemde geologische setting. Voorwaarde hiervoor is wel dat de putten (inclusief de geplande put HH3a) drukloos bedreven (blijven) worden.

De situatie in het Heerlen Mijnwater project wijkt sterk af van een standaard geothermisch doublet in een poreus reservoir. Het reservoir wordt gevormd door een complex van mijngangen en -galerijen (bepalend voor de doorstroming), ontginningsniveaus, op- en neerbraken en omringend (ondoorlatend) gesteente binnen een groot dieptebereik. Het systeem bestaat uit meerde (diepe en ondiepe) putten, waar seizoensgebonden warmte en koude geproduceerd dan wel geïnjecteerd kunnen worden. Daarnaast vindt er een regionale stijging van het grondwater plaats in het gebied (ca. 2,5 m per jaar), door natuurlijke instroom die op gang is gekomen na het staken van de mijnbouwactiviteiten in de jaren '70. Om de hierboven genoemde redenen is het systeem ongeschikt voor de toepassing van de DoubletCalc software.

De vergunninghouder heeft in dit geval gebruik gemaakt van het opensource software pakket EPANET (ontwikkelaar: United States Environmental Protection Agency) dat geschikt is voor het berekenen van debieten in pijpnetwerken onder druk. De vergunninghouder heeft een 3D model opgesteld waarin het gehele mijnwerkcomplex (reservoir) is weergegeven en gekarakteriseerd (o.a. ligging van mijngangen op basis van bestaande kaarten). TNO-AGE heeft geen toegang tot dit model, maar kan zich vinden in de aannames die de aanvrager hierover doet, te weten:

- Door het grote contrast met afgebouwde panelen en omringend gesteente, kan gesteld worden dat de open mijngangen (waar de filters zijn geplaatst) bepalend zijn voor de doorstroming van het water en het debiet. Hierin is de hydraulische diameter van de gangen de belangrijkste factor voor de doorstroom.
- Het deel dat door de huidige putten wordt aangeboord, kan worden gezien als één groot verbonden volume (i.e. geen blijvende drukopbouw rond bestaande putten).

Variaties en onzekerheden in doorstroming zijn o.a. bepaald door de diameter en ruwheid van de gangen, de mogelijke aanwezigheid van lokale barrières en onregelmatigheden (bijv. schotten of instortingen) en de lokale verbindingen tussen de mijngangen. De vergunninghouder gebruikt het model om bij de toegepaste debieten (productie en injectie) de stroomsnelheden en druk- en temperatuureffecten in de mijngangen te berekenen. Hierbij worden de volgende aspecten meegenomen in het model:

Datum
27 oktober 2021

Onze referentie
AGE 21-10.085

Blad
5/8

- De lokale hydrogeologie;
- De evolutie van het mijnwaterniveau (regionale stijging);
- De aanwezigheid van dammen en ingestorte zones/gangen;
- De impact van breuken op zowel stroming als temperatuur;
- De porositeit en permeabiliteit van het gemijnde gebied en het omliggende gesteente.

Pompproeven (uitgevoerd in 2006 en 2008) en data vanuit de reguliere winning laten zien dat er tijdens injectie een stijging van het waterniveau in de putten plaatsvindt ('stijghoogte'). Er wordt echter geen significant effect op het mijnwaterniveau waargenomen. Voor de diepe putten HH1 en HH2 blijft de stijghoogte in de putten bij de huidige maximale debieten beperkt tot enkele meters. Volgens Tabel 21 in [1] kan de stijghoogte bij de geplande verhoogde debieten (180 m³/h voor HH1 en HH2 en 360 m³/h voor de drie ondiepe putten) oplopen tot enkele tientallen meters. De effecten op reservoir niveau blijven naar verwachting beperkt tot maximaal 5 m, overeenkomstig met een druk verhoging dan wel verlaging van ca. 0,5 bar.

Volgens aanvrager is de stijghoogte in de putten grotendeels het gevolg van weerstand in de putten zelf (i.e. de put met annulus en filter), en in mindere mate door stromingsweerstand in het reservoir (mijngangen). De stijghoogte bij injectie leidt tot een geringe drukopbouw op reservoir niveau (maximaal enkele bar's). Wanneer de putten niet in gebruik zijn is de stand van het mijnwaterniveau gelijk aan de stijghoogte geobserveerd in de (open) schacht II van de ON I mijn. Dit wijst er op dat de mijngangen deel uitmaken van hetzelfde hydraulische systeem en met elkaar in verbinding staan. Volgens [1] wordt er geen gestage drukopbouw of -verlaging waargenomen tijdens langdurige productie of injectie. Onafhankelijk van productie/injectie in het mijnwatersysteem, neemt het waterpeil in de mijngangen door natuurlijke instroming van grondwater jaarlijks met ca. 2,5 m toe (overeenkomstig met een stijging van de reservoir druk van ~0.3 bar/jaar).

Op basis van bovenstaande observaties en de aangeleverde druk gegevens en pompproeven is TNO-AGE het met de vergunninghouder eens dat de drukeffecten op reservoirniveau zowel bij de huidige winning, als bij de geplande opschaling, naar alle waarschijnlijkheid klein zullen zijn (maximaal enkele bar's), zolang de putten drukloos bedreven worden. De drukeffecten op reservoirniveau ten gevolgen van injectie/productie zijn vergelijkbaar in orde van grootte met de drukverandering ten gevolgen van de regionale stijging van het mijnwaterniveau voor de komende jaren. De vergunninghouder stelt hierbij wel [1] dat de lokale effecten op de stijghoogtes ten gevolge van de verhoogde debieten overeenkomstig met de prognose voor de komende 5 jaar (zie [2]), mogelijk aanleiding kunnen zijn om:

- a) De maximale injectieflow te beperken;
- b) Putten aan te passen zodat ze onder druk bedreven kunnen worden;
- c) Bijkomende (productie- en) injectieputten te plaatsen;
- d) De leveringscapaciteit op te voeren door opslag van warmer (>30 °C) en kouder (<15 °C) water.

Datum
27 oktober 2021

Onze referentie
AGE 21-10.085

Blad
6/8

Deze effecten worden in het winningsplan niet verder behandeld. In [2] stelt vergunninghouder dat deze aspecten “voorafgaand aan nieuwe implementaties van putten of veranderingen aan bestaande putten” nader zullen worden onderzocht, “zodra deze actueel worden (naargelang de capaciteitsprognose)”.

TNO-AGE adviseert om als voorwaarde in het besluit op te nemen dat vergunninghouder een geactualiseerd winningsplan voorlegt aan de minister, zodra één van bovenstaande aspecten in de praktijk nodig blijken te zijn. De reden hiervoor is dat met name punt b) een significante invloed kan hebben op de drukopbouw in het reservoir, en dus ook de bijkomende risico's (bodemdaling, bodemtrilling), welke niet kunnen worden beoordeeld op basis van het huidige winningsplan.

Interferentie / overlap met andere winning in het gebied

Het mijnwaterproject Heerlen overlapt vrijwel volledig met het voormalig concessiegebied van de Oranje Nassau (ON) mijnen. De productie van steenkool uit de ON mijnen is sinds 1974 volledig gestopt. Het mijnwaterproject Heerlen overlapt verder niet met andere, actieve mijnbouwoperaties (de winning/opslag van geothermie, olie, gas of zout). De geologische en hydrogeologische basis van het mijnwaterproject Heerlen is in 2019 in opdracht van Mijnwater B.V. geëvalueerd door VITO (zie Bijlage 2 in [1]). De belangrijkste factoren met betrekking tot interferentie zijn de mogelijke interferentie met grondwatervoerende lagen in het dekterrein en mijnwater in de omliggende/aangrenzende (inactieve) kolenmijnen. Hierbij is de regionale stijging van het grondwaterniveau de belangrijkste factor. Op basis van observaties uit de pompproeven en de reguliere winning heeft de productie en injectie van mijnwater in het mijnwatersysteem Heerlen geen significante invloed op het mijnwaterniveau.

Bodemdaling

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

Vergunninghouder stelt in [1] dat er geen bodemdaling verwacht wordt ten gevolge van exploitatie van het mijnwater reservoir. Vergunninghouder baseert zich op het feit dat er min of meer gelijke volumes mijnwater worden geproduceerd en geïnjecteerd, en dat de putten contact maken met een relatief groot watervolume, met een goede hydraulische connectie tussen de putten. Wanneer de putten niet in gebruik zijn is de stand van het mijnwaterniveau gelijk aan de stijghoogte geobserveerd in schacht II van de ON I. Dit wijst er op dat de mijngangen die door de putten worden aangeboord deel uitmaken van hetzelfde hydraulische systeem.

TNO-AGE kan zich vinden in de argumentatie van de vergunninghouder. De bodembeweging die wel in de regio wordt waargenomen (bodemstijging in de orde van cm/jaar als gevolg van de regionale stijging van het mijnwater – zie [3]), is naar alle waarschijnlijkheid vele malen groter dan eventuele bodembeweging ten gevolge van de exploitatie van het mijnwaterreservoir. Wat door aanvrager niet wordt genoemd, is de mogelijkheid op zeer lokale bodemdaling door het instorten van mijngangen (zie [3]), al dan niet beïnvloed door de operaties van het

Datum
27 oktober 2021

Onze referentie
AGE 21-10.085

Blad
7/8

mijnwaterproject. Het risico hierop kan door TNO-AGE op basis van de huidige gegevens niet worden ingeschat.

Bodemtrilling

Vanwege de ligging op de flank van de Roerdalslenk komt TNO-AGE op basis van de SHRA Quickscan uit op een gemiddelde seismische dreiging voor het mijnwatersysteem Heerlen, waarbij een locatie-specifieke evaluatie van de seismische dreiging (SHA) dient te worden uitgevoerd. Dit resultaat wijkt af van de bepaling van de vergunninghouder, die uitkomt op een lage seismische dreiging voor dit systeem.

De vergunninghouder heeft conform de richtlijnen voor de analyse van de kans op bodembeweging gebruik gemaakt van de methodiek van Q-con en IF [4], die momenteel wordt gebruikt als leidraad. De vergunninghouder komt bij het invullen van de Quickscan tabel (Tabel 37 in [1]) uit op scores in het bereik 0,19 tot 0,33 (afhankelijk van of de desbetreffende putten voor injectie of productie gebruikt worden), en dus een laag seismisch potentieel (score < 0,33). De Quickscan tabel dient echter pas ingevuld te worden als het antwoord op een drietal vragen "nee" is. Een van deze drie vragen is of het project in de tektonisch actieve Roerdalslenk ligt. Als antwoord op deze vraag geeft de vergunninghouder aan dat het projectgebied op de zuidwestelijke schouder van de Roerdalslenk ligt, in een seismisch actief gedeelte van deze regio (zie Figuur 37 in [1]).

TNO-AGE concludeert dat het antwoord op deze vraag daarom "ja" is in het geval van het project Heerlen. Conform de leidraad van Q-con en IF [4] dient de vergunninghouder een locatie-specifieke evaluatie van de seismische dreiging (SHA) aan te leveren bij het winningsplan. Dat is tot op heden nog niet gebeurd.

Conclusies en adviezen

- **Op basis van de SHRA Quickscan komt TNO-AGE uit op een gemiddelde seismische dreiging voor het mijnwaterproject Heerlen. TNO-AGE adviseert EZK om de vergunninghouder te verzoeken een locatiespecifieke evaluatie van de seismische dreiging (SHA) aan te leveren en ter beoordeling voor te leggen.**
- **TNO-AGE ziet geen geotechnische belemmeringen betreffende de inschatting van de verwachte bodemdaling.**
 - Aanvrager benoemt de mogelijkheid op zeer lokale bodemdaling door het instorten van mijngangen, al dan niet beïnvloed door de operaties van het mijnwaterproject, niet. Het risico hierop kan door TNO-AGE op basis van de huidige gegevens niet worden ingeschat.
- **TNO-AGE acht de winning van warmte en koude (injectie van warmte) in het diepe gedeelte van het mijnwatersysteem Heerlen, zoals voorgesteld in het winningsplan (inclusief de geplande uitbreiding), in overeenstemming met de principes van planmatig gebruik en beheer van de ondergrond in de genoemde geologische setting, op voorwaarde dat de putten drukloos bedreven (blijven) worden.**

Datum
27 oktober 2021

Onze referentie
AGE 21-10.085

Blad
8/8

Vanwege deze uitkomst adviseert TNO-AGE EZK om in te stemmen met het winningsplan mijnwater Heerlen onder de volgende voorwaarden:

- Dat uit de locatiespecifieke analyse van de seismische dreiging (SHA) alsnog een laag of beheersbaar risico naar voren komt (met eventuele mitigerende maatregelen);
- Dat de vergunninghouder een geactualiseerd winningsplan voorlegt aan de minister, zodra er in de praktijk aanwijzingen zijn om (zoals vergunninghouder in [1] aangeeft):
 - De maximale injectieflow te beperken;
 - Putten aan te passen zodat ze onder druk bedreven kunnen worden;
 - Bijkomende (productie- en) injectieputten te plaatsen (bovenop de geplande put HH3a);
 - De leveringscapaciteit op te voeren door opslag van warmer (>30 °C) en kouder (<15 °C) water.

Ik verwacht u hiermee van dienst te zijn geweest.

Met vriendelijke groet,



Hoofd Adviesgroep Economische Zaken en Klimaat

Referenties

- [1] Mijnwater B.V., 2019. Ontwikkeling Aardwarmte Heerlen (Winningsplan).
- [2] Mijnwater B.V., 30 oktober 2020. Werkplan Aardwarmte 2021-2026.
- [3] Projectgroep GS-ZL, december 2016. Na-ijlende gevolgen steenkoolwinning Zuid-Limburg.
- [4] Qcon GmbH & IF Technology B.V., 5 oktober 2016. Defining the Framework for seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects V0.1.