

Infokaart (externe) veiligheid: Geothermie

Algemene beschrijving

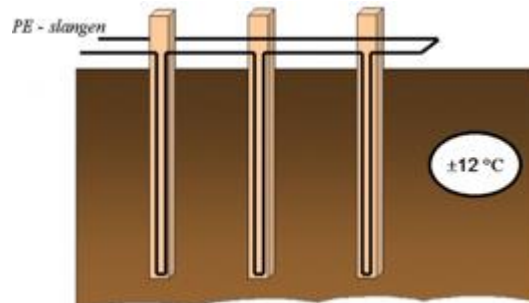
Geothermie is energie afkomstig van het binnenste van de aarde. In Nederland zijn ongeveer twintig geothermische-installaties. Voor een dergelijke installatie is een terrein benodigd van ongeveer een halve hectare. Hierop staat een gebouw van ongeveer 20 bij 20 meter voor de warmtewisselaars en enkele filters en pompen.

Bij geothermie varieert de diepte van de putten tussen 500 en 4.000 meter (40-120°C). Vanaf 500 meter ondergronds zit bruikbare aardwarmte (20-30 °C). Per honderd meter aanvullende diepte, stijgt de temperatuur met 3°C. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een open systeem (afbeelding 1)¹ waarbij twee of meer putten worden geboord. Eén pompt warm water omhoog en één pompt afgekoeld water terug in de grond. Dit systeem levert gemiddeld ongeveer tien MW².

Naast geothermie bestaat bodemenergie (tot 500 meter), waarmee gebouwen kunnen worden gekoeld of verwarmd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een open systeem (afb.1) of een gesloten systeem (afbeelding 2)³. Een open systeem kan op 80-200 meter diepte grondwater onttrekken. Een gesloten systeem maakt gebruik van water met antivries, dat door de buizen wordt gepompt zonder direct contact met het (grond)water, op 20-40 meter diepte, waardoor het water in de buizen opwarmt (warmtewisselaarsysteem)⁴. In de winter kan met een warmtepomp warmte worden onttrokken aan het water en indien nodig de temperatuur verhogen. Het gebruikte en afgekoelde water wordt teruggepompt in de bodem en in de zomer gebruikt voor koeling.



Onttrekken van grondwater (open systeem)



Heipaal fungeert als warmtewisselaar (gesloten systeem)

Tijdens exploitatie van een geothermische-installatie wordt per uur 100-200 m³ formatiewater door het systeem gepompt, met atmosferische drukken groter dan 4 bar. Opgepompt water kan opgelost gas en olie bevatten ('bijvangst'). Naast het gebouw is vaak een ontgassingsinstallatie nodig en soms een noodfakkel, gekoppeld aan de installatie⁵. De olie is niet bruikbaar en wordt afgevoerd als afval.

¹ <https://www.kodi.nl/diensten/warmtepomp-systemen/bronsystemen/geothermische-systemen/>

² <https://geothermie.nl/index.php/nl/geothermie-aardwarmte/geothermie-in-nederland/duurzaamheid-en-omvang/85-aantallen-en-omvang>

³ Rijksdienst voor ondernemend Nederland

⁴ IFV

⁵ Platform Geothermie: <https://www.geothermie.nl/index.php/nl/techniek>

Bij het boren van putten wordt gebruik gemaakt van een boorvloeistof. Dit dient onder andere voor de afvoer van boorgruis bij de boorkop en het geven van tegendruk voor de in de doorboorde formaties heersende drukken (blow-out control). De spoeling van de boorgaten heeft als hoofdbestanddeel een aromaat-arme synthetische olie en kent een toevoeging van bentoniet, biopolymeren, bariet (bij hoge formatiedrukken) en biocides (ter voorkoming van bacteriegroei)⁶. Wanneer kleilagen doorboord worden, wordt het gat afgedicht met zwelklei om 'kortsluitstroming' tussen watervoerende pakketten tijdens de boor- en gebruiksfase te voorkomen.

Met hydraulische fracturing of chemische stimulatie (met zoutzuur (HCl) voor het oplossen van carbonaten en waterstoffluoride (HF) voor het oplossen van silicaten) kan de doorlatendheid worden verbeterd. Dit wordt niet toegepast in Nederland.

Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) heeft eisen opgesteld voor boren naar aardwarmte. Voor gesloten systemen van meer dan 70 kW moet een Omgevingsvergunning Beperkte Milieutoets worden aangevraagd. Open systemen zijn vergunningplichtig op grond van de Waterwet. Het gaat vooral om voorschriften over welke materialen gebruikt moeten worden om verontreiniging van het grondwater tegen te gaan.

Kans van optreden

Serieuze ongelukken met het boren naar aardwarmte hebben zich in Nederland niet voorgedaan. Op basis van offshore gegevens wordt het aantal blow-outs op 1 à 10 per 10.000 boringen geschat, waarbij nog geen blow-out preventor is geïnstalleerd⁷.

In de periode van 2007 tot en met 2012 zijn er in Nederland 150 mijnbouwincidenten met verontreinigende stoffen vermeld. In 30 gevallen was er sprake van bodemverontreiniging buiten de beschermde voorzieningen⁸.

Uit onderzoek van SodM is gebleken dat er regelmatig integriteitsproblemen optreden, inclusief volledig door-corroderen van de verbuizing. Dat kan leiden tot verzilting van het grondwater. SodM heeft in het vierde kwartaal van 2019 twaalf actieve geothermiebedrijven geïnspecteerd op de integriteit van in totaal 38 putten. Uit deze inspecties blijkt dat regelmatig integriteitsproblemen optreden en in enkele gevallen lekken zijn ontstaan bij deze eerste generatie geothermieputten. Ook bleek uit corrosiemetingen dat wanddikteverlies tot 68% op jaarbasis heeft plaatsgevonden.

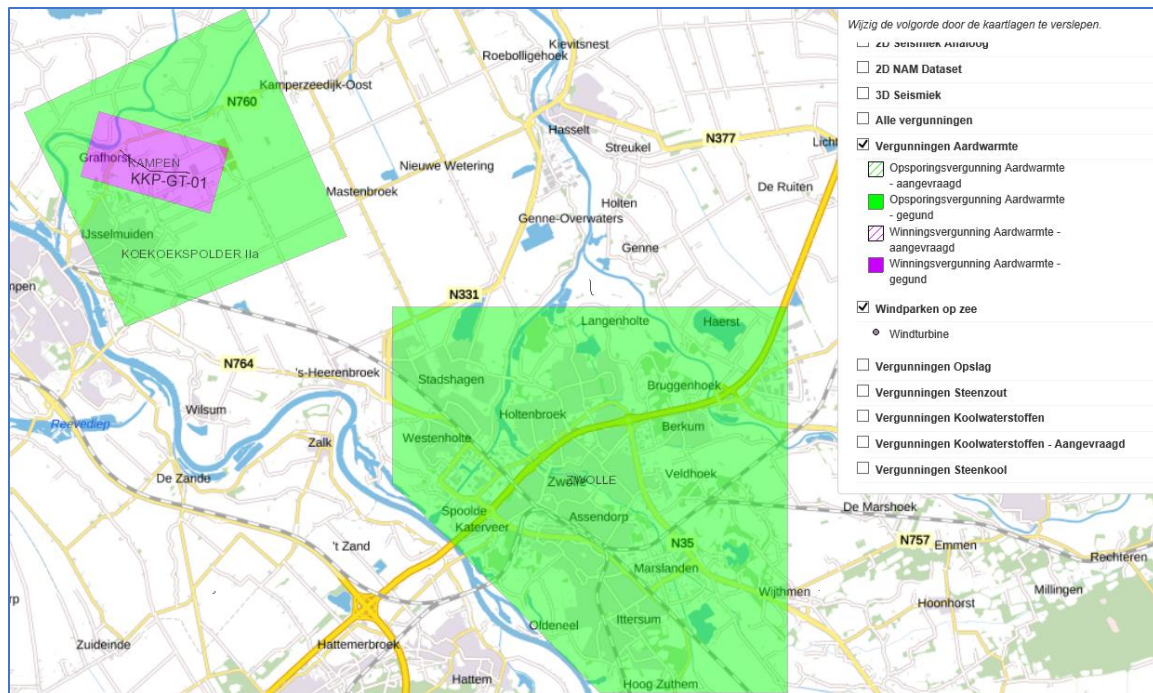
⁶ BTO, Risico's van Geothermie voor Grondwater

⁷

[http://www.vewin.nl/SiteCollectionDocuments/Nieuws%202017/BTO%202016.077%20Risico_s%20van%20Geothermie%20voor%20Grondwater%20\(2\).pdf](http://www.vewin.nl/SiteCollectionDocuments/Nieuws%202017/BTO%202016.077%20Risico_s%20van%20Geothermie%20voor%20Grondwater%20(2).pdf)

⁸ Jaarverslag Staatstoezicht op de Mijnen

Vergunning Aardwarmte in IJsselland (per 5 augustus 2021)



Figuur 1 Aardwarmte in IJsselland⁹

Risico's en effecten

De belangrijkste milieu- en veiligheidsrisico's bij de opsporing en winning van aardwarmte zijn volgens het SodM in willekeurige volgorde:

- Lekkage naar grondwater:** Het formatiewater is zeer warm, zeer zout en kan opgeloste gassen (CO_2), zware metalen en soms licht radioactieve elementen bevatten. Dit en de hoge stroomsnelheid van het water hebben een corroderende werking op de putwand, wat zonder het treffen van maatregelen kan leiden tot lekkage naar het grondwater. Dit risico is het grootst in de eerste 250 m, aangezien tot ongeveer deze diepte de grondwaterlagen zich bevinden. Daarnaast speelt de integriteit van de put een rol: wanneer het afsluiten en vullen van de put niet goed heeft plaatsgevonden, kan mogelijk lekkage optreden. Omdat na het verlaten van de put geen monitoring plaats vindt, is de integriteit van de put onbekend.
- Lekkage aan het oppervlak:** Op de boorlocatie worden boorvloeistoffen, inhibitoren en mogelijk stimulatievloeistoffen gebruikt en komt formatiewater vrij. Al deze vloeistoffen worden op de boorlocatie behandeld, opgeslagen en van en naar de boorlocatie getransporteerd. Ter plaatse kan een lek ontstaan of kan vloeistof gemorst worden.
- Trillingen:** Bij geothermieprojecten worden netto geen stoffen uit de ondergrond onttrokken, omdat het water weer terug in het reservoir wordt gebracht. Het mechanisme dat kan leiden tot trillingen (beving) is daardoor anders dan bij gaswinning. Bij geothermie ontstaat het risico op trillingen door het onttrekken aan en injecteren van vloeistoffen in de ondergrond. De vloeistoffen zijn bijvoorbeeld het afgekoelde productiewater of de stimulatievloeistof.

⁹ <https://www.nlog.nl/kaart-boringen>

4. **Blow-out:** Een blow-out is een ongecontroleerde uitstroom van water aan het oppervlak ('spuiter') wanneer de boorvloeistof onvoldoende tegendruk geeft. De kans op een blow-out hangt samen met de kans op het onverwacht aantreffen van hoge drukken in de ondergrond, waarbij de kans op aanwezige overdrukken toeneemt met de diepte. In Nederland heeft zich eenmaal een blow-out voorgedaan tijdens het boren van een gasput in 1965.
5. **Vrijkomen van gas uit de gasscheider:** In het opgepompte water zit vaak wat methaangas opgelost. Dit gas wordt bovengronds van het water gescheiden in een gasscheider om te voorkomen dat de gasbelletjes de warmteoverdracht verminderen. Het risico bestaat dat dit gas vrijkomt.
6. **Ketelinstallatie:** Het methaangas dat meekomt bij het oppompen van water wordt doorgaans verstookt in een ketelinstallatie. Deze installatie wordt gezien als een gasdrukregelstation - categorie B, omdat het gas onder hogere druk wordt opgeslagen (tot 16 bar). Voor dergelijke installaties gelden aan te houden veiligheidsafstanden die afhankelijk zijn van de werkdruk en van het debiet van het aangeleverde aardgas.
7. **Overlast door licht en geluid:** Het risico op geluid- en lichtoverlast is het hoogst tijdens boringen, groot onderhoud en ontmanteling, omdat deze werkzaamheden 24/7 plaatsvinden. De geluidshinder wordt veroorzaakt door de extra vervoersbewegingen (afvoer van het formatiewater) en door handelingen op en bij de installatie (onder andere dieselgeneratoren, pompen, fakkelen en hijswerkzaamheden). De lichthinder wordt veroorzaakt doordat in de donkere uren meerdere lichtinstallaties branden.

Aandachtspunten met betrekking tot veiligheid

De belangrijkste maatregelen om **lekkage naar het grondwater** te voorkomen of beperken zijn:

- De materiaalkeuze en -sterkte: vertragen of voorkomen van corrosie.
- Corrosie inhibitoren: deze beschermen de putwand tegen corrosie.
- Wanddiktemetingen: signaleren corrosie in vroeg stadium.
- Meerwandige constructies: door het invoeren van een extra barrière wordt de putintegriteit vergroot en is drukmonitoring mogelijk tussen de wanden.
- Grondwatermonitoring: lekkage naar het grondwater kan eerder worden waargenomen.

De belangrijkste maatregelen om **lekkage aan het oppervlak** te voorkomen of beperken zijn:

- Bodembeschermende voorzieningen: vloeistofdichte opvang en goten voorkomen lekkage naar de bodem.
- Sterkte van de opslagtanks: stevige opslagtanks verkleinen de kans op lekkage en morsen.
- Alternatieve boorvloeistoffen: deze verminderen schade aan het milieu door hun andere samenstelling.

De belangrijkste maatregelen om **trillingen** te voorkomen of beperken, zijn:

- Een risicoanalyse: het inschatten van de kans op het veroorzaken van trillingen op lokaal niveau aan de hand van de geologische situatie en operationele factoren (zoals injectiedruk en uitkoeling).
- Een seismische gevarenanalyse: het inschatten van de waarschijnlijkheid dat een aardbeving van een bepaalde magnitude optreedt.
- Een seismisch monitoringssysteem: het monitoren van de seismische activiteit wanneer de waarschijnlijkheid op een aardbeving groot wordt geacht.

- Een 'Traffic Light System': het treffen van maatregelen volgens een daarvoor opgestelde procedure wanneer seismische activiteit van een bepaald niveau wordt waargenomen.

De belangrijkste maatregelen om een **blow-out** te voorkomen zijn of hebben betrekking op:

- Het putontwerp in combinatie met een geologische analyse: dit vermindert de kans op het aanboren van hoge-druklagen.
- Monitoring van de boorvloeistof: een verandering in de hoeveelheid boorvloeistof kan een teken zijn dat een hoge-druklaag wordt aangeboord.
- Een BOP (blow-out preventer): deze voorkomt een blow-out door het mechanische afsluiten van de put.

De belangrijkste maatregelen om de effecten van een ongewenste **gasuitstroom** te beperken zijn:

- De locatie van de gasscheider ten opzichte van de omgeving.
- Het beperken van de inhoud van de gasscheider.
- Het opstellen van een QRA waar de gasscheider deel van uitmaakt.
- Het treffen van voorzieningen waardoor de gasscheider niet toegankelijk is voor onbevoegden.

Incidentbestrijding

Voor incidentbestrijding zijn de voornaamste risico's:

- het ongewenst vrijkomen van olie wat leidt tot milieuvervuiling
- het ongewenst vrijkomen van gas wat leidt tot een ontvlambare wolk die kan ontsteken.

Zowel voor de olie- als voor de gaslekkage geldt dat de reguliere IBGS-procedures van de veiligheidsregio's toereikend zijn om met deze lekkages om te gaan.

Bronnen:

1. BTO, Risico's van Geothermie voor Grondwater, november 2016
2. <https://www.ifv.nl/kennisplein/Paginas/Themapagina-geothermie.aspx>
3. Instituut Fysieke Veiligheid, Infoblad Energietransitie ten bate van veiligheidsregio's, versie 2.0, 23 juli 2019
4. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat & Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Structuurvisie Ondergrond, juni 2018
5. Platform Geothermie, z.d.
6. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, Bodemenergie en aardwarmte – geothermie, z.d.
7. Rijksoverheid
8. RIVM, Analistennetwerk Nationale Veiligheid, Verkenning risico's van de energietransitie voor de nationale veiligheid, 2019
9. Staatstoezicht op de Mijnen, Staat van de Sector Geothermie, 12 juli 2017
10. Staatstoezicht op de Mijnen, Toezichtsignaal integriteit geothermieputten, 25 januari 2020