

Beleidsbijlage. Overzicht en toelichting van beleid voor het omgaan met fysieke risico's en onzekerheden bij geothermie

Bijlage bij brief van de staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat, mede namens de minister voor Klimaat en Energie, aan de Tweede Kamer.

Leeswijzer

Na de inleidende paragrafen 1-2 gaan paragrafen 3-4 in op de operationele risico's bij geothermie die goed bekend zijn vanuit andere vormen van mijnbouw. Paragrafen 5-8 hebben betrekking op mogelijke seismiciteit bij geothermie en daaraan gerelateerde beleidskeuzen. Paragrafen 9-10 hebben een meer algemeen karakter.

Inhoudsopgave:

1. *Bestuurlijke samenvatting*
2. *Context*
3. *Risico's door lekkage*: Maatregelen ter voorkoming van lekkage - Bescherming van zoetwatervoorraden
4. *Andere risico's bekend vanuit verschillende vormen van mijnbouw*: Omgevingsveiligheid – Arbeidsveiligheid – Bodemdaling – Transport en gebruik – Nazorg
5. *Voornaamste inzichten over seismiciteit bij geothermie*: Inschattingen op basis van buitenlandse ervaringen – Mogelijke seismiciteit in Nederland – Voornaamste oorzaak van seismiciteit in vergelijking met gaswinning – Conclusies over seismiciteit door geothermie in Nederland
6. *Veiligheid*: Normering van het veiligheidsrisico – Operationalisering van de veiligheidsnorm
7. *Analyse van mogelijke seismiciteit*
8. *Schade*: Duiding van het begrip onaanvaardbare schade – Omgaan met gebouwschade als die zich toch voordoet
9. *Onzekerheden en voorzorg*: Voorzorg die past bij geothermie – Maatregelen ter beperking en beheersing van seismiciteit bij een geothermieproject – Monitoring van seismiciteit – Wettelijke zorgplicht in verband met seismiciteit – Ontwikkeling, deling en toepassing van kennis
10. *Overige aspecten van het risicobeleid voor geothermie*: Aanvaarden van resterende risico's en onzekerheid – Verantwoord omgaan met onverwachte gebeurtenissen

1. Bestuurlijke samenvatting van het risicobeleid voor geothermie

Geothermie werkt door het oppompen van water uit een watervoerende laag in de (diepe) ondergrond, waarna de warmte via een warmtewisselaar wordt overgebracht op bijvoorbeeld een warmtenet. Het afgekoelde water wordt teruggepompt naar dezelfde ondergrondse watervoerende laag.

De meeste operationele risico's bij geothermie die gevolgen kunnen hebben voor de veiligheid en het milieu zijn bekend vanuit andere vormen van mijnbouw, en voor de beheersing daarvan bestaat uitgebreide regulering en bewezen technologie. Dit betreft bijvoorbeeld de omgevingsveiligheid en arbeidsveiligheid. Waar nodig zijn of worden technieken en voorschriften aangepast aan de specifieke technische aspecten van geothermie. Zo wordt met de benodigde extra zorg bijvoorbeeld de kans op lekkages of aantasting van ondergrondse zoetwatervoorraden geminimaliseerd. Geothermieboringen mogen overigens niet plaatsvinden in waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden of de boringvrijezones daar omheen.

De geothermiemethode die in Nederland veruit het meest wordt gebruikt is de zogenaamde conventionele geothermie, die werkt met meerdere putten in poreus zandsteen, en die bovendien doorgaans plaatsvindt buiten de nabijheid van voorgespannen breuken¹. De best beschikbare kennis en decennialange ervaring in Europese landen met geologische omstandigheden die goed vergelijkbaar zijn met de Nederlandse, maken duidelijk dat de kans op schadeveroorzakende seismische activiteit klein is bij de in ons land gebruikelijke aanpak van geothermie.

¹ Voorgespannen breuken zijn breuken die als onderdeel van een geologisch actief systeem of door ondergrondse activiteiten mogelijk een andere spanning hebben gekregen, waardoor eerder een aardbeving kan plaatsvinden dan in regio's zonder voorgespannen breuken.

Om een vergunning te krijgen moet een initiatiefnemer voldoende aannemelijk maken dat zijn geothermieproject volgens een realistische schatting zal voldoen aan de veiligheidsnorm (overlijdenskans van 1 op de 100.000 per jaar) en aan de andere eisen en voorschriften ter beperking en beheersing van risico's. Op de naleving van de wettelijk en beleidsmatig bepaalde normen en voorschriften wordt toezicht gehouden door het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM).

Bij conventionele geothermie buiten de nabijheid van voorgespannen breuken is de kans op schade door seismiciteit klein volgens deskundige inschattingen, maar dat neemt niet weg dat er onzekerheden zijn. Er is daarom een breed scala aan voorzorgsmaatregelen en ook is alertheid nodig bij het toepassen van nieuwe inzichten.

Bij een project dat voldoet aan alle eisen en ook de benodigde voorzorg in acht neemt zijn de resterende risico's en onzekerheid aanvaardbaar in relatie tot het maatschappelijk belang dat geothermie heeft volgens het Klimaatakkoord. Die onzekerheid zal allengs kleiner worden doordat er veel wordt gedaan om de kennis te vergroten en te delen. Wel kan de mate van onzekerheid verschillen per project. Als de onzekerheid van een bepaald project groter is dan elders, kunnen decentrale overheden de aanvaardbaarheid daarvan meewegen in hun advisering over de vergunningverlening. Een onmisbaar aspect van het risicobeleid is om na onverwachte gebeurtenissen een eventuele interventie te baseren op het feitelijke risico en daarna te analyseren of er aanleiding is om deze structureel of generiek te maken.

De kans op schadeveroorzakende seismiciteit is niet nul, en daarom is bepaald onder welke voorwaarden eventuele schade aanvaardbaar wordt geacht. Bij onverhoopte schade aan woningen en ondernemingen met minder dan 10 werknemers zal de onafhankelijke Commissie Mijnbouwschade beoordelen of de oorzaak ligt bij een geothermieproject en of er een recht op schadevergoeding bestaat. In dat geval zorgt het geothermiebedrijf voor een snelle afhandeling door middel van vergoeding of herstel.

2. Context

De basis voor de randvoorwaarden rond veiligheid van de energietransitie is geformuleerd door eerdere kabinetten². Een eerste kernpunt is dat met alle risico's verantwoord en proportioneel moet worden omgegaan, waarbij voor eenzelfde risico geen strengere eisen worden gesteld aan duurzame energie dan aan fossiele energie. Een tweede kernpunt is dat onzekere risico's tegemoet worden getreden met voorzorgsmaatregelen, die uitgebreid of ingeperkt zullen worden wanneer voortschrijdend inzicht daar aanleiding voor geeft. Als een situatie voldoet aan het vereiste veiligheidsniveau, mogen eventuele eisen tot verdere risicoreductie geen onredelijke wrijving veroorzaken met andere publieke belangen rond de energietransitie.

Vanuit meerdere publieke belangen worden randvoorwaarden en eisen gesteld aan duurzame energie en daarom moet die niet alleen schoon zijn maar ook betrouwbaar, veilig, gezond, ruimtelijk inpasbaar, betaalbaar en met effectieve procedures worden gerealiseerd. Ieder van deze publieke belangen verdient volle aandacht, en waar ze elkaar raken is een goede balans nodig zodat er geen onredelijke aantasting ontstaat van andere randvoorwaarden of van de voortgang van de energietransitie.

Het gaat hier om onbedoelde fysieke risico's voor veiligheid, gezondheid of milieu, waarbij risico de identificeerbare combinatie is van een bepaald ongewenst effect en de kans dat zo'n effect zich voordoet. Het specifieke risicobeleid voor de verschillende onderdelen van de energietransitie (zoals hieronder voor geothermie) duidt onder meer de toelaatbare mate van restrisico aan, de manier van omgaan met onzekerheid, en de balans tussen verdergaande risicoreductie en de belasting die dat kan geven voor de ontplooiing van duurzame energie.

Deze zogenaamde risk/benefit tradeoff wordt gecompleteerd door de risk/risk tradeoff, oftewel de vraag hoe de nieuwe risico's van duurzame energie zich verhouden tot de risico's die gaan verdwijnen door het uitfasen van fossiele energie. Uit vijf studies, uitgevoerd door onder meer het RIVM, blijkt niet alleen hoe de energietransitie bijdraagt aan vermindering van risico's door klimaatverandering, maar ook dat het vervangen van fossiele energie door duurzame energie op systeemniveau een structurele gezondheidswinst zal opleveren ongeveer ter grootte van het aantal verloren levensjaren door doden en

² Zie bijvoorbeeld *Energierapport: transitie naar duurzaam* (Kamerstuk 31 510, nr. 5) en de kabinetsreactie uit 2021 op het RIVM-rapport 'Klimaatakkoord: effecten van nieuwe energiebronnen op gezondheid en veiligheid in Nederland' (Kamerstuk 32 813, nr. 813).

gewonden bij verkeersongevallen³. Deze winst zal ongeveer tweemaal zo groot zijn als ook de ons omringende landen hun klimaatdoelstellingen realiseren.

3. Risico's door lekkage

Maatregelen ter voorkoming van lekkage

In bepaalde situaties zou geothermie kunnen leiden tot lekkage, bijvoorbeeld door ondeugdelijke koppelingen van verbuizingen of beschadiging van de putwanden als gevolg van corrosie. Daarom is geothermie, net als andere mijnbouwactiviteiten, gebonden aan voorschriften voor de putintegriteit om ondergrondse lekkages te voorkomen. Voor zover bekend heeft zich in Nederland nog geen lekkage vanuit de geothermieput voorgedaan. De sector heeft in 2020 een verdergaande industriestandaard voor duurzaam putontwerp gepubliceerd, die ingaat op zaken als materiaalkeuze, dubbele verbuizing en afdichting⁴. De hoofdpunten van deze standaard zijn opgenomen in het voorstel voor wijziging van het Mijnbouwbesluit. Aanvullende mitigerende maatregelen, bijvoorbeeld het inrichten van de boorlocatie met asfalt en goten zodat ook bij eventuele bovengrondse lekkage geen stoffen de grond in kunnen lekken, komen voort uit het Besluit algemene regels milieu mijnbouw en de Wet milieubeheer. Het bedrijf dient eventuele lekkage buiten de put te voorkomen door vroegtijdige signalering. SodM houdt intensief toezicht op de integriteit van geothermieputten.

Zowel de injectiedruk als de temperatuur van het geïnjecteerde afgekoelde water zouden kunnen leiden tot scheurvorming in de afsluitende aardlaag boven het geothermiereservoir. Bij significante scheurvorming zou lekkage naar de bovenliggende lagen kunnen optreden. Om scheurvorming te voorkomen is er een eerste ordebeoordeling van de maximale druk vastgelegd in een injectieprotocol. Deze door TNO en SodM ontwikkelde richtlijn zal worden aangepast om de effecten van het afgekoelde water op de afsluitende lagen kwantitatief te beoordelen. Daarnaast zal ik binnen enkele maanden de condities aangeven waaronder een bepaalde mate waarin scheurvorming in de afsluitende aardlaag toelaatbaar is.

Bescherming van zoetwatervoorraden

De ondergrond is ook van groot belang voor onze drinkwatervoorziening. Voorkomen moet worden dat als gevolg van mijnbouwactiviteiten verontreinigingen ontstaan in onze drinkwaterreserves. Geothermieboringen mogen niet plaatsvinden in waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden of de boringvrijezones daaromheen. Het Rijk zal voor deze activiteiten geen omgevingsvergunning afgeven. Daarnaast zal ik in vergunningen voor het opsporen of winnen van aardwarmte in dergelijke gebieden een voorschrift opnemen dat die gebieden niet mogen worden doorboord. Schuine boringen die van buiten de begrenzing van deze beschermingsgebieden tot onder deze voorraden komen zijn toegestaan, mits er geen risico's zijn voor de kwaliteit van het grondwater en monitoring plaatsvindt. De voorwaarden waaronder dit is toegestaan en regels rond monitoring zullen in de mijnbouwregelgeving worden vastgelegd. De kans op lekkage buiten de geothermieput wordt sterk gereduceerd door de bovengenoemde maatregelen, en die kans wordt nog verder gereduceerd door toepassing van de industriestandaard voor duurzaam putontwerp.

In de Structuurvisie Ondergrond (STRONG) is het gezamenlijke beleid van de minister van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Economische Zaken en Klimaat (EZK) omtrent ruimtelijke afwegingen tussen drinkwaterwinning en mijnbouwactiviteiten vastgelegd. Hierin is opgenomen dat drinkwatervoorzieningen en mijnbouwactiviteiten beide van nationaal belang zijn⁵. Ik maak de afweging tussen deze nationale belangen in mijn hoedanigheid van bevoegd gezag voor de vergunningverlening voor geothermie en houd daarbij rekening met STRONG, de provinciale verordening en de adviezen van decentrale overheden. De minister van Infrastructuur en Waterstaat is systeemverantwoordelijk voor een duurzame veiligstelling van de drinkwatervoorziening als geheel, waarbij beleidsmatige en uitvoerende bevoegdheden voor een belangrijk deel zijn toebedeeld aan provincies en drinkwaterbedrijven.

In STRONG is afgesproken dat provincies Aanvullende Strategische Voorraden (ASV's) aanwijzen om de drinkwatervoorziening ook richting de toekomst veilig te stellen. IenW en EZK voeren gesprekken met

³ Het verschil tussen de veiligheids- en gezondheidsrisico's van fossiele energie en duurzame energie wordt door het RIVM geschat op 52.000-57.000 DALY (disability adjusted life years). De ziektelast door vervoersongevallen bedraagt ongeveer 54.700 DALY (zie <https://www.vzinfo.nl/ranglijsten/aandoeningen-op-basis-van-ziektelast>). Zie verder Kamerstuk 32 813, nr. 813.

⁴ Zie <https://geothermie.nl/index.php/nl/downloads1/algemene-publicaties/857-industriestandaard-duurzaam-putontwerp-voor-aardwarmteputten>.

⁵ Kamerstuk 33 136, C nr. 16.

provincies om te kijken of het aanwijzen van ASV's op een evenwichtige manier is gebeurd. Bij voorkeur moeten de functies van drinkwaterwinning en mijnbouw in ASV's ruimtelijk worden gescheiden. Waar dit niet mogelijk is, moet worden bezien of technische oplossingen functiecombinaties mogelijk maken en als ook dit niet mogelijk is, prevaleert het belang van de drinkwaterwinning. Als de provincie negatief adviseert en ik om andere redenen de aardwarmte winning wenselijk vind, informeer ik de minister van IenW hierover.

Het is in theorie mogelijk dat een geothermieput leidt tot ongewenste bacteriegroei in zoetwatervoorraden, als gevolg van opwarming van de ondiepe ondergrond en watervoerende grondpakketten. Onderzoek⁶ binnen het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw (KEM) en door TNO laat zien dat deze kans klein is, en die kans wordt nog verder verlaagd doordat de standaard voor duurzaam putontwerp de kans op lekkage buiten de geothermieput sterk reduceert.

4. Andere risico's bekend vanuit verschillende vormen van mijnbouw

De voorgenomen wijziging van de mijnbouwregelgeving stelt de aanwezigheid van een beheerssysteem en beheersplan voor de putintegriteit verplicht voor het verkrijgen van een start- of vervolvergunning. De operationele risico's waarmee geothermie in de praktijk vooral te maken zal krijgen zijn goed bekend uit bijvoorbeeld de olie- en gaswinning. Voor de beheersing van die risico's is in de loop van vele decennia uitgebreide regulering en bewezen technologie ontwikkeld. Technieken en voorschriften zijn of worden waar nodig aangepast aan de specifieke technische aspecten van geothermie. Het bekende risico van lekkage is hierboven besproken, en de voornaamste andere worden hieronder beknopt uiteengezet.

Omgevingsveiligheid

Bij het boren van geothermieputten gelden de veiligheidsvoorschriften van het Besluit algemene regels milieu mijnbouw, en daarnaast ook de voorschriften voor omgevingshinder. Tijdens het boren kan onverwacht aardgas worden aangetroffen, en ook kan er in water opgelost aardgas worden meegeproduceerd. Een van de voorwaarden voor een omgevingsvergunning is dat het veiligheidsrisico voldoet aan de norm voor het plaatsgebonden omgevingsrisico. Dit gebeurt door een veiligheidscontour rond de put te bepalen. De rekenmethodiek die wordt genoemd in het Besluit externe veiligheid inrichtingen is echter niet toegesneden op mijnbouwboringen, aangezien de risiconorm voor het plaatsgebonden risico geldt per jaar en het boren slechts enkele maanden duurt, waardoor het risico per jaar in feite lager is. Bovendien kan het op geothermie toepassen van een rekenmethode voor gaswinning onnodig conservatief uitpakken, doordat bij geothermie de kans op aanboren van grote hoeveelheden aardgas veel kleiner is. Daarom zal ik een passende rekenmethodiek aanwijzen en laten vastleggen in het Besluit activiteiten leefomgeving. Tot die tijd worden berekeningen gebaseerd op de meest recente en beste wetenschappelijke inzichten.

Arbeidsveiligheid

Geothermie moet voldoen aan de Arbowetgeving. De meest voorkomende risico's zijn val- en beknellingsgevaar. Een ander aandachtspunt betreft de bescherming tegen vrijkomend heet water en stoom onder hoge druk bij lekkage. Van nature licht radioactief steengruis uit de diepe ondergrond wordt in geothermieputten opgevangen in filters, conform het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming. De Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) heeft daarnaast binnen bepaalde grenzen een algemene ontheffing gegeven voor de opslagplicht van dit soort afval, afkomstig van gastransport, olie- en gaswinning en geothermie.

Bodemdaling

Met geothermie wordt water opgepompt uit de ondergrond en vervolgens weer geïnjecteerd. Aangezien er netto dus geen stoffen worden onttrokken aan de ondergrond ontstaat er geen permanente drukdaling, wat juist wel het geval is bij de winning van gas en olie. Toch laten modelberekeningen zien dat bij geothermie naar verwachting een minieme mate van bodemdaling optreedt als gevolg van de injectie van afgekoeld water. Door die injectie krimpt het gesteente namelijk een klein beetje, wat volgens de huidige modelberekeningen kan leiden tot bodemdaling van doorgaans enkele millimeters. Zulke zeer geringe bodemdaling kan niet eenduidig worden onderscheiden van de veel sterkere andere factoren van

⁶ Zie *Hazard and risk assessment for Ultra Deep Geothermal Energy (UDG) and inventory of preventive and mitigation measures* (KEM-6) en TNO (2021), *Rapportage milieuhygiënische risico's thermische vervuiling nabij geothermieputten*.

bodemdaling, zoals compactie door drukkaling bij gaswinning of door ondiepere natuurlijke oorzaken zoals veenoxidatie en inklinking van klei. Geothermieprojecten in Nederland en Parijs bevestigen dat er tot op heden geen noemenswaardige bodemdaling kan worden toegeschreven aan geothermie.

Transport en gebruik

Nadat aardwarmte is gewonnen, stroomt het hiermee verhitte water in een warmtenet naar woningen en andere gebouwen. Daarbij zijn de veiligheidsrisico's afwezig die verbonden zijn aan het transport en gebruik van aardgas⁷.

Nazorg

De verwachte levensduur van geothermische installaties kan meerdere decennia bestrijken. Daarom is het belangrijk om tijdig aandacht te besteden aan het beheersen en mitigeren van risico's die zich kunnen voordoen bij de verwijdering van een installatie of daarna. Daarom gelden de voorschriften voor ontmantelen ook voor geothermie. Dit aspect wordt betrokken bij de financiële toets, uitgewerkt in het Mijnbouwbesluit, en is ook onderdeel van de industriestandaard voor duurzaam putontwerp.

5. Voornaamste inzichten over seismiteit bij geothermie

De vorm van geothermie die nu en in de nabije toekomst in Nederland verreweg het meeste wordt toegepast en ook wel wordt aangeduid als conventionele geothermie, werkt met een doublet (twee putten) op een diepte tussen 0,5 en ongeveer 4 kilometer in poreuze zandsteenlagen. De nu producerende doubletten in ons land bevinden zich niet in de nabijheid van actieve of anderszins voorgespannen breuken⁸. In ons land is het eerste geothermiedoublet in 2006 gestart. Uit recente cijfers van TNO blijkt dat er momenteel 28 aardwarmtesystemen zijn ontwikkeld, waarvan er 18 in gebruik. Daarnaast zijn er 28 winningsvergunningen en 82 opsporingsvergunningen voor aardwarmte verleend⁹. In Nederland is er in 15 jaar één mogelijk geval geweest van zeer lichte seismiteit bij conventionele geothermie¹⁰. Daarnaast was er een geval van lichte seismiteit in Limburg, maar dat was bij een afwijkend type geothermie met winning uit een breuk. Het laatstgenoemde project is uit voorzorg stilgelegd omdat er op dat moment te grote onzekerheid was over risico's bij geothermie in deze actieve breukzone.

Bij geothermie in Nederland is tot nu toe geen schade of veiligheidsrisico door seismiteit ontstaan, maar om de beschikbare kennis over risico's te actualiseren heeft de toenmalige minister van Economische Zaken en Klimaat aan TNO gevraagd welke mate van seismiteit mogelijk zou kunnen optreden bij geothermie in Nederland¹¹. De voornaamste bevindingen worden hieronder samengevat.

Inschattingen op basis van buitenlandse ervaringen

Geothermie wordt al jarenlang toegepast in een groot aantal landen, dus dat biedt de kans om te analyseren hoe vaak daarbij geïnduceerde seismiteit is opgetreden. Toch zijn niet alle buitenlandse ervaringen representatief, want de omstandigheden bij de meeste geothermie in de wereld wijken af van de conventionele geothermie in Nederland. Mondiaal zijn er 16 geothermische omstandigheden waarbinnen de tektonische setting en geologie grotendeels vergelijkbaar zijn. In negen van die typologieën is er in tegenstelling tot in ons land veel natuurlijke seismiteit door actieve plaattektonische processen, actief magmatisme of vulkanisme. In de 7 andere typologieën is het tektonisch rustig, maar hier wordt in veel landen, anders dan in Nederland, op grote schaal hydraulische reservoirstimulatie toegepast.

De meeste buitenlandse gevallen waar seismiteit bij geothermie is waargenomen, hebben zich voorgedaan in omstandigheden die niet vergelijkbaar zijn met die in Nederland. Het gaat namelijk om projecten in tektonisch actieve gebieden in bijvoorbeeld Italië (Larderello), IJsland (Hellisheiði) en de Verenigde Staten (The Geysers), of om diepe projecten waarbij reservoirstimulatie nodig is om voldoende

⁷ Lekkages van aardgas kunnen leiden tot brand en explosies. Verder overlijden naar schatting van het RIVM jaarlijks 10-50 mensen aan de gevolgen van koolmonoxidevergiftiging door gebruik van aardgasinstallaties in huis (zie RIVM 2021, *Klimaatakkoord: Gevolgen van het uitfaseren van fossiele energie voor veiligheid, gezondheid en stikstofdepositie; een update*).

⁸ Voorgespannen breuken zijn breuken die als onderdeel van een geologisch actief systeem of door ondergrondse activiteiten mogelijk een andere spanning hebben gekregen, waardoor eerder een aardbeving kan plaatsvinden dan in regio's zonder voorgespannen breuken.

⁹ Zie www.nlog.nl. Het vermelde aantal vergunningen geeft de stand weer per 1 januari 2022.

¹⁰ Muntendam et al (2022), *An overview of induced seismicity in the Netherlands* constateert dat bij de zeer lichte seismiteit in het Zuid-Hollandse Kwintseul niet kan worden uitgesloten dat de oorzaak tektonisch is, maar evenmin dat de oorzaak ligt bij de geothermie ter plaatse.

¹¹ TNO (2019), *Risico's van eventuele seismiteit bij geothermie*.

debiet te halen, zoals in Frankrijk (Soultz-sous-Forêts, Rittershofen), Zwitserland (Basel) en Zuid-Korea (Pohang).

Van de 16 typologieën zijn er twee toepasselijk in Nederland. De ene is het geologisch betrekkelijk actieve gebied rond de Roerdalslenk¹² en de andere betreft de rest van Nederland waar het tektonisch rustig is. Een redelijk geschikte analoog voor de Roerdalslenk is het Molasse Bekken aan de noordkant van de Alpen, althans voor zover het de van nature actieve seismiciteit betreft. In het Molasse Bekken is bij 3 van de 27 projecten seismiciteit geregistreerd met een maximale magnitude tussen 2,1 en 3,5. Een andere redelijk geschikte analoog voor de Roerdalslenk is het geothermieproject in de Belgische gemeente Mol, vlakbij de Nederlandse grens. Daar is lichte seismiciteit gemeten tussen magnitude 0,9 en 2,1 op 5-6 kilometer diepte.

Voor een zinvolle vergelijking tussen buitenlandse projecten en geothermie in Nederland buiten de Roerdalslenk zijn volgens TNO alleen projecten geschikt die plaatsvinden in het Noord-Duitse Bekken en het Noors-Deense Bekken. In die gebieden is een laag seismisch potentieel en worden de poreuze zandsteenaquifers niet grootschalig gestimuleerd, in tegenstelling tot veel andere landen. Bij zulke projecten zijn nog nooit aardbevingen waargenomen¹³, zelfs niet in systemen die al ruim 30 jaar produceren.

Mogelijke seismiciteit in Nederland

Een andere vraag is hoe sterk eventuele seismiciteit in theorie zou kunnen worden bij conventionele geothermie in Nederland. Volgens TNO kan, op basis van het maximale breukoppervlak dat zou kunnen schuiven, worden berekend wat in dat geval de maximale magnitude van een aardbeving is. Bij geothermie blijft de schuifbeweging beperkt tot het afgekoelde deel van het breukvlak, en dat begrenst de sterkte van seismiciteit die maximaal kan worden bereikt. In het gebied buiten de Roerdalslenk beoordeelt TNO de kans op seismiciteit rond magnitude 3,5 als heel klein, en die kans kan significant verder verkleind worden als het geothermieproject voldoende afstand houdt tot eventueel aanwezige voorgespannen breuken. Dit kunnen van nature actieve breuken zijn of breuken die voorgespannen zijn als gevolg van bijvoorbeeld gaswinning. Hoe groot die afstand moet zijn hangt samen met de lokale situatie in de ondergrond.

Het risico wordt overigens niet veroorzaakt door seismiciteit op zichzelf, maar door het bovengrondse effect daarvan. Lichte gebouwschade (categorie DS1¹⁴) is volgens TNO mogelijk wanneer een aardbeving op een diepte van een geothermiedoublet overeen zou komen met een magnitude van ongeveer 2,5. TNO gaat ervan uit dat bij magnitudes vanaf 3,5 op een diepte van 3-4 kilometer schade kan ontstaan die sterker is dan de schadecategorie DS1. De feitelijke effecten zullen mede afhangen van locatiespecifieke factoren, zoals opslingerings- of dempingsgedrag van de ondiepe ondergrond en de constructieve sterkte van gebouwen.

Voornaamste oorzaak van seismiciteit in vergelijking met gaswinning

Bij een betrekkelijk nieuwe activiteit die seismiciteit kan veroorzaken is het belangrijk om te begrijpen in hoeverre er een vergelijking gemaakt kan worden met andere activiteiten, en daarom ligt een vergelijking tussen geothermie en gaswinning voor de hand. Gaswinning voldoet aan de vereiste veiligheid maar geothermie is nog veiliger, en dat hangt samen met het verschil in de mechanismen die de seismiciteit veroorzaken.

TNO licht toe dat de voornaamste oorzaak van mogelijke seismiciteit bij conventionele geothermie de afkoeling is die op langere termijn ontstaat in het reservoir¹⁵ en de direct onder- en bovenliggende gesteentelagen, met name als die afkoeling een voorgespannen breuk zou bereiken. Daarentegen wordt seismiciteit bij gaswinning vooral veroorzaakt door de ongelijkmatige samendrukking van zandsteenreservoirs, naarmate de druk in het gasveld daalt door het onttrekken van gas aan de diepe ondergrond. Deze factor speelt geen rol bij geothermie, want daar worden netto geen stoffen aan de

¹² De Roerdalslenk, een verzakkingsgebied tussen twee bundels van parallel verlopende breuken, is een geologische structuur in de ondergrond van het zuidoosten van Nederland, het uiterste noordoosten van België en het westen van de Duitse deelstaat Noordrijn-Westfalen.

¹³ Het seismische netwerk in die regio's kan in ieder geval alle aardbevingen boven magnitude 2,0 registreren.

¹⁴ De Europese Macroseismische Schaal (EMS-98) classificeert vijf gradaties in gebouwschade die kan ontstaan na aardbevingen. Damage State 1 (DS1) is lichte niet-constructieve schade, DS2 is lichte constructieve en matige niet-constructieve schade, DS3 is matige constructieve en zware niet-constructieve schade, DS4 is zware constructieve en zeer zware niet-constructieve schade, en DS5 is zeer zware constructieve schade.

¹⁵ Zie onderzoek door het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw (KEM-15).

ondergrond onttrokken en ontstaat er dus gemiddeld geen drukverschil. Bij geothermie kan wel in water opgelost aardgas mee worden geproduceerd, maar dat heeft geen effect op het watervolume en de gemiddelde druk in het reservoir.

Bij gaswinning kan het bewegende breukvlak veel groter zijn omdat de afmeting van een gasveld veel groter kan zijn dan het afkoelingsgebied van een geothermiesysteem. Zo kunnen er bij het Groningen gasveld, vanwege de zeer grote omvang, in theorie veel sterkere aardbevingen dan magnitude 3,5 plaatsvinden. Mede daardoor wordt bij gaswinning uit het Groningenveld ook de kans op een magnitude 3,5 veel hoger ingeschat dan bij gaswinning uit de kleine gasvelden en bij conventionele geothermie buiten gebieden met voorgespannen breuken.

Conclusies over seismiciteit door geothermie in Nederland

Op basis van beschikbare kennis over de mechanismen die kunnen leiden tot seismiciteit door geothermie, de van nature aanwezige seismische spanning en de vergelijking met relevante buitenlandse ervaringen, kan afgeleid worden dat de kans klein is dat conventionele geothermie in gebieden zonder voorgespannen breuken seismiciteit zal veroorzaken met schade als gevolg. Dat is het geval in verreweg het grootste deel van Nederland.

Bij ondiepe vormen van geothermie en warmte-opslag (tot ongeveer 1500 meter diepte) is er volgens TNO geen kans op het optreden van waarneembare seismiciteit.

Daarentegen is het in gebieden met voorgespannen breuklijnen moeilijk om zonder nader onderzoek in te schatten hoe groot de kans is dat geothermie deze zou kunnen activeren en wat de bovengrondse impact hiervan zou kunnen zijn. Dit is het geval rond de Roerdalslenk, waar van nature actieve breuken voorkomen, en in gebieden waar actieve breuken zijn ontstaan door mijnbouw.

Bij iedere vergunningsprocedure voor een geothermieproject zal secuur worden bezien of er wellicht seismiciteit kan ontstaan die tot schade of een veiligheidsrisico kan leiden. Hoe ik daarmee omga komt ter sprake in het onderstaande.

6. Veiligheid

Normering van het veiligheidsrisico

Zoals gezegd is de algemene inschatting van deskundigen dat seismiciteit met een veiligheidsrisico onwaarschijnlijk is bij conventionele geothermie buiten gebieden met voorgespannen breuken. Desondanks moet de toelaatbaarheid van dat risico nader worden bepaald. Want in de toekomst kan er behoefte zijn aan geothermie op grotere diepte of in gebieden waar wel voorgespannen breuken kunnen voorkomen. Daarom is in de Mijnbouwwet bepaald dat geothermie niet mag leiden tot een onaanvaardbaar veiligheidsrisico. Om in een norm vast te leggen wat voldoende veilig is, heeft de toenmalige minister voor Economische Zaken en Klimaat aan een panel van hoogleraren van de Radboud Universiteit Nijmegen, Rijksuniversiteit Groningen, TU Delft en Universiteit Gent¹⁶ gevraagd om dat begrip, evenals de aanvaardbaarheid van schade als gevolg van seismiciteit door geothermie, te duiden en zo mogelijk te normeren.

Met veiligheid bedoel ik de fysieke risico's voor mensen¹⁷. Veilig wil zeggen dat een situatie ten minste voldoet aan het vereiste veiligheidsniveau of aan de vereiste mate van voorzorg¹⁸. Een veiligheidsnorm wordt doorgaans uitgedrukt in een overlijdenskans, waaraan de toelaatbaarheid van het veiligheidsrisico kan worden afgemeten. Het hooglerarenpanel adviseert om een individueel risico van meer dan 1 op de 100.000 (ook wel aangeduid als 10^{-5}) per jaar als gevolg van seismiciteit door geothermie of een andere mijnbouwactiviteit te beschouwen als een onaanvaardbaar veiligheidsrisico. Het veiligheidsniveau van 1 op

¹⁶ Het hooglerarenpanel werd geleid door prof. dr. I. Helsloot en had verder als leden prof. dr. E. Cator, prof. dr. L. Evers, prof. dr. R. Herber, prof. dr. ir. J. Rots en prof. dr. ir. R. Steenberg. De verzamelde deskundigheid binnen het panel betrof besturen van veiligheid, seismologie, constructiemechanica, structural reliability, statistiek en geo-energie.

¹⁷ In navolging van de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (*Risico's gewaardeerd*, 2014) gebruik ik de term 'veiligheid' niet voor andere soorten risico's, zoals voor het milieu, zodat er geen verwarring kan ontstaan over wat we bedoelen met veiligheid.

¹⁸ Die vereisten reflecteren een politiek gedragen oordeel dat het resterende niveau van risico of onzekerheid beschouwd wordt als aanvaardbaar ten opzichte van het maatschappelijke belang van een duurzame energievoorziening (Kamerstuk 32 813, nr. 813).

de 100.000 per jaar is in ons land de meest gebruikte veiligheidsnorm voor onvrijwillige risico's. Zo stelt het waterveiligheidsbeleid in Nederland als doel om iedereen achter de dijken en duinen vóór 2050 tenminste een basisbeschermingsniveau te bieden waardoor kans op overlijden door overstroming niet groter is dan 1 op de 100.000 per jaar. Voor constructieve veiligheid is dezelfde normhoogte opgenomen in het Bouwbesluit, een norm die daarmee ook geldt voor het risico dat een bouwconstructie bezwijkt als gevolg van door gaswinning geïnduceerde seismiciteit¹⁹. Bij deze normhoogte wordt voor hetzelfde risico geen strengere eis gesteld aan geothermie dan aan de winning van fossiele energie.

Deze veiligheidsnorm voor alle vormen van geothermie dieper dan 500 meter is nu opgenomen in het voorstel tot wijziging van het Mijnbouwbesluit, als uitwerking van onaanvaardbare risico's zoals genoemd in het wetsvoorstel. Andere aspecten van de veiligheid bij geothermie, zoals omgevingsveiligheid en arbeidsveiligheid, zijn toegelicht in paragraaf 4.

Operationalisering van de veiligheidsnorm

In zijn algemeenheid krijgt een initiatiefnemer pas een vergunning als hij voldoende aannemelijk heeft gemaakt dat het veiligheidsrisico beneden de norm blijft. In principe gebeurt dat bij voorkeur door een berekening van de kansen en mogelijke effecten, op basis van realistische aannames. Bij geothermie is zo'n berekening echter nog niet mogelijk door gebrek aan feitelijke gegevens over de relatie tussen seismiciteit en geothermie. Ervaringsgegevens zijn in ons land zoals gezegd zeer schaars, en in andere landen met vergelijkbare omstandigheden als conventionele geothermie in ons land is zelfs geen enkele seismiciteit gemeten. Rekenen met te weinig gegevens geeft alleen schijnnaauwkeurigheid, en zodoende heeft een rekenkundige bepaling van het veiligheidsrisico van geothermieprojecten voorlopig nog geen zin.

Er is dus een andere methodiek nodig om de veiligheid objectief en verifieerbaar te kunnen inschatten. Het hooglerarenpanel adviseert om de onzekerheid transparant te maken door een theoretisch zwaarste aardbeving te benoemen. Hier wordt geen overschrijdingskans aan verbonden, aangezien er te weinig bekend is over de kans van optreden van zo'n zeldzame beving. Het werken met een maximaal te verwachten magnitude is een zogenaamde deterministische benadering. Ik volg de aanbeveling van het hooglerarenpanel om er op basis van onze huidige kennis, zoals geanalyseerd door TNO, van uit te gaan dat conventionele geothermie buiten het beïnvloedingsgebied van voorgespannen breuken maximaal tot een magnitude van waarschijnlijk 3,5 kan leiden. Het hooglerarenpanel beschouwt dit als een conservatief gekozen waarde, aangezien relevante vergelijking met buitenlandse geothermie en de ervaringen in Nederland laten zien dat de kans op zulke seismiciteit heel klein is en bij deze omvang bovendien geen veiligheidsrisico veroorzaakt. Bevingen van magnitude 3,5 kunnen zeker schade veroorzaken, maar serieuze veiligheidsrisico's die mogelijk de norm van 10^{-5} overschrijden ontstaan pas bij veel zwaardere schade²⁰ door seismiciteit ruim boven deze magnitude. Voor andere vormen en locaties van geothermie ontbreken vooralsnog gegevens om een theoretisch zwaarste aardbeving te kunnen bepalen.

Als een operator kan laten zien dat de bestaande en redelijkerwijs te verzamelen kennis erop wijst dat eventuele seismiciteit beneden de magnitude 3,5 zal blijven, is daarmee voldoende aannemelijk dat in elk geval het veiligheidsrisico ruimschoots aan de norm voldoet. Het hooglerarenpanel verwacht dat dit bij conventionele geothermie buiten de Roerdalslenk over het algemeen het geval zal zijn. Naarmate er bij geothermie op andere locaties of met andere technieken meer onzekerheden zijn (over bijvoorbeeld voorgespannen breuken in de ondergrond), zal meer informatie nodig zijn om aannemelijk te maken dat deze op een voldoende veilige manier kan plaatsvinden. Het analyseren van seismiciteit is dus geen doel op zich, maar een middel dat bijdraagt aan inzicht in het bovengrondse risico. Analyses van de mate waarin een project een veiligheidsrisico heeft worden gebaseerd op realistische schattingen, zonder opeenstapeling van conservatieve aannames, en met een duidelijke relatie tot de veiligheidsnorm.

7. Analyse van mogelijke seismiciteit

In alle gevallen wordt een screening en eventuele nadere seismische analyse toegepast, naast de in paragraaf 9 genoemde voorzorgsmaatregelen.

¹⁹ Zie Integrale nota van toelichting bij het Bouwbesluit 2021, art. 2.5.

²⁰ Dit gaat dan waarschijnlijk om zware schade in de categorie DS4 of DS5, die in Nederland nooit is voorgekomen en zeker niet wordt verwacht bij geothermie.

Momenteel ontwikkelen TNO en Energiebeheer Nederland (EBN) in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat een aangepaste methode voor seismische risicoanalyse op basis van de jongste kennis die beschikbaar is in Nederland en het buitenland. Deze methode is een aanpassing van de bestaande methodiek (van IF/Q-con) waarmee geothermieprojecten tot nu toe zijn beoordeeld. Hierin wordt onder andere rekening gehouden met eventuele voorgespannen breuken, nabijheid van andere mijnbouwprojecten (zoals de winning van olie, gas of zout), de beschikbaarheid en kwaliteit van data, de productieparameters zoals injectiedruk en de afkoeling door waterinjectie. Als na de screening blijkt dat het geothermiedoublet een kans op seismiciteit heeft, moet een locatiespecifieke inschatting worden gemaakt van de mogelijke seismiciteit. Mede op basis van die inschatting zal ik dan beslissen over de vergunningaanvraag voor het geothermieproject.

8. Schade

Duiding van het begrip onaanvaardbare schade

De Mijnbouwwet stelt dat geothermie niet mag leiden tot onaanvaardbare schade. De Nederlandse beleidspraktijk voor activiteiten die schade kunnen veroorzaken kent geen kwantitatieve norm die een bepaalde kans op schade vooraf kwalificeert als (on)aanvaardbaar. Om toch een duiding van het begrip onaanvaardbare schade te geven en om te bepalen onder welke voorwaarden schade aanvaardbaar is volg ik de tweeledige redenering van het hooglerarenpanel. Ten eerste is schade onaanvaardbaar als die de veiligheidsnorm zou overschrijden. Ten tweede kan de kans op eventuele schade aan objecten die ontstaat ondanks dat de operator heeft voldaan aan alle wet- en regelgeving - inclusief voldoende voorzorg om de kans op geïnduceerde seismiciteit te minimaliseren en schade te voorkomen - als aanvaardbaar worden beschouwd mits het zeker is dat deze schade wordt vergoed.

De vergunninghouder is verplicht op grond van de Mijnbouwwet (artikel 33) om alles te doen wat redelijkerwijs mogelijk is om schade aan gebouwen of infrastructuur door bodembeweging te voorkomen. Het hooglerarenpanel constateert dat dit een niet-genormeerde inspanningsverplichting is, die aansluit bij wat gebruikelijk is voor andere activiteiten die bodemtrillingen veroorzaken, zoals wegenbouw, het gebruik van railinfrastructuur of heiwerkzaamheden. Het panel ziet geen mogelijkheden om een objectieve en werkbare norm te bepalen voor de kans dat schade optreedt aan een object als gevolg van geothermie, en adviseert om geen schadenorm te introduceren. Ik neem dat advies over.

Een kans dat geothermie ondanks goede voorzorg toch tot schade leidt is op zichzelf dus geen grond om de aanvraag voor een vergunning te weigeren. Mocht er toch schade veroorzaakt worden, dan moet die vergoed worden. Daarom wordt bij de aanvraag van een vergunning voor geothermie onder meer getoetst of de aanvrager genoeg voorzieningen heeft getroffen heeft om eventuele schade te kunnen vergoeden. De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) adviseert mij hierover. In de mijnbouwregelgeving wordt deze financiële toets verder uitgewerkt. Als zich, ondanks de toets, situaties voordoen waarbij zaakschade die natuurlijke personen hebben geleden niet meer door de mijnbouwonderneming kan worden vergoed, bijvoorbeeld doordat de (laatste) vergunninghouder failliet is gegaan of niet meer bestaat en geen rechtsopvolger heeft, is er het Waarborgfonds mijnbouwschade.

Omgaan met gebouwschade als die zich toch voordoet

Uit de genoemde analyse door TNO blijkt dat de kans klein is dat conventionele geothermie buiten gebieden met voorgespannen breuken leidt tot seismiciteit met negatieve gevolgen aan het oppervlak. Als er al schade ontstaat, zal die vooral licht zijn. Het hooglerarenpanel beschrijft dat het correct bepalen van de oorzaak van lichte schade, zoals scheurvorming in stucwerk, een aantal complicaties met zich meebrengt. De eerste complicatie is dat lichte schade een veelvoud aan oorzaken kan hebben: autonome oorzaken (veroudering, doorgaande zetting), normale omgevingsfactoren (verkeer, bouwwerkzaamheden, klimaat effecten) en mijnbouwgerelateerde omgevingsfactoren (seismiciteit).²¹ Een andere complicatie is dat er geen methode bestaat waarmee lichte schade met zekerheid kan worden toegeschreven aan één oorzaak. Als er na seismiciteit schade optreedt in de buurt van een geothermieproject, kan er dus in redelijkheid twijfel zijn over de oorzaak van zulke schade.

²¹ Het hooglerarenpanel licht toe dat huizen met oudere funderingen vaak last hebben van zettingsscheuren, en dat nieuwere huizen op betonnen strokenfunderingen scheuren kennen in binnenwanden van kalkzandsteen vanwege belemmerde krimp. Scheuren kunnen ook ontstaan als een lage grondwaterstand leidt tot bodemdaling.

Om voor de toerekenbaarheid van lichte schade toch een bruikbaar handvat te hebben adviseert het hooglerarenpanel om aan te sluiten bij de reguliere Nederlandse benadering van werkzaamheden die trillingsschade kunnen veroorzaken zoals heien. In de praktijk is de onzekerheid waardoor de schade veroorzaakt wordt vooral hoog bij heel lichte schade aan bijvoorbeeld stucwerk, maar bij eventuele zwaardere schades is de toerekenbaarheid aan een activiteit in de omgeving duidelijk.

Het panel stelt ook voor om na het constateren van een geïnduceerde beving en melding van schade de SBR-richtlijn²² toe te passen bij het toerekenen van schade. Dit betekent dat de schade voor vergoeding in aanmerking kan komen zodra de piekgrondsnelheid, gemeten op bodemoppervlak dan wel niveau van begane grond van een bouwwerk, groter is dan de SBR-grenswaarde voor het type bouwwerk.

Met de geothermiesector ben ik in gesprek om de buitengerechtelijke afhandeling van mogelijke schade door bodembeweging als gevolg van geothermie onder te brengen bij de onafhankelijke Commissie Mijnbouwschade. Deze commissie kan woningeigenaren en micro-ondernemingen²³ met mogelijke schade ontzorgen door onderzoek te doen naar de oorzaak en omvang van de schade, waardoor de bewijslast in feite wordt overgenomen van de schademelders. De commissie heeft aangegeven zich te kunnen vinden in de aanbevelingen van het hooglerarenpanel over het omgaan met eventuele schade bij geothermie. Ik neem die aanbevelingen als uitgangspunt mee voor het convenant met de geothermiesector over de aanpak van deze schadeafhandeling.

9. Onzekerheden en voorzorg

Voorzorg die past bij geothermie

Het innovatieve karakter van geothermie brengt, meer dan bij de tot nu toe gangbare activiteiten in de ondergrond, een aantal onbekendheden en onzekerheden met zich mee. Een algemene remedie voor onzekere risico's is om vormen van voorzorg toe te passen. De uitdaging bij voorzorg is om een aantoonbare en substantiële verlaging van de risicofactoren te bereiken, met oog voor de proportionaliteit van de maatregelen en zonder onbedoelde bijwerkingen zoals het aanwakkeren van ongerustheid over kleine of niet-aantoonbare risico's. Het Nederlandse voorzorgbeleid heeft niet de bedoeling om een activiteit te blokkeren vanwege onzekerheid, want zelfs bij vanouds bekende technieken in industrie en mijnbouw is het onmogelijk om alle risico's en onzekerheden te elimineren. Een belangrijk aspect van het voorzorgsbeginsel is om voortschrijdende inzichten alert toe te passen, en voorzorgsmaatregelen op basis daarvan uit te breiden of af te schalen.²⁴

Hieronder komen eerst de vormen van voorzorg ter sprake die worden verwacht van operators, zoals maatregelen ter beperking en beheersing van seismiciteit, en de wettelijke zorgplicht. Daarna volgen de monitoring van seismiciteit en de vermindering van onzekerheid door ontwikkeling, deling en toepassing van kennis komt ter sprake, inclusief de inbreng vanuit het Rijk.

Maatregelen ter beperking en beheersing van seismiciteit bij een geothermieproject

In sommige situaties kan in de beginfase van een geothermieproject onverwacht seismiciteit optreden, bijvoorbeeld wanneer een breuk zou worden doorboord of wanneer er grote spoelingsverliezen zouden optreden. Dat deze kans bestaat is bekend bij meerdere vormen van mijnbouw. Daarom wordt de kans op seismiciteit verkleind door afstand te houden tot voorgespannen breuken en breuken die in het recente verleden seismiciteit hebben veroorzaakt. Technische maatregelen tijdens het boren van de putten beperken deze kans nog verder.

De voornaamste factor die bij geothermie tot seismiciteit kan leiden is de afkoeling die op den duur optreedt in het reservoir of door drukverandering rond de injector. De kans daarop wordt beperkt door voorschriften voor injectietemperatuur, debiet en injectiedruk, en door toepassing van inzichten uit onderzoek naar de langeretermijneffecten door afkoeling op een breuk. Het wijzigingsvoorstel van de

²² De toenmalige Stichting Bouwresearch heeft meet- en beoordelingsrichtlijnen uitgegeven voor het objectief kunnen beoordelen van schade door trillingen van bijvoorbeeld wegverkeer, bouwactiviteiten of zware machines. Deze SBR-serie is uitgegroeid tot een standaardwerk voor iedereen die beroepshalve te maken heeft met het meten en beoordelen van trillingen, en dit is door rechterlijke uitspraken bevestigd. De *SBR Trillingsrichtlijn A: Schade aan gebouwen* is in 2017 opnieuw geactualiseerd.

²³ De EU-definitie van een micro-onderneming is een onderneming waar minder dan 10 personen werkzaam zijn en waarvan de jaaromzet of het jaarlijkse balanstotaal 2 miljoen euro niet overschrijdt.

²⁴ Zie Kamerstuk 28 663, nr. 71 en <https://magazines.rijksoverheid.nl/ienw/veiligheid-en-risicos/2017/03/voorzorg>.

mijnbouwregelgeving stelt een seismische risicoanalyse verplicht. Als die daartoe aanleiding geeft kan aan de vergunning een voorschrift worden verbonden met betrekking tot een seismisch responsprotocol.

Daarnaast worden modellen ontwikkeld waarop een operator het seismisch risicobeheerssysteem kan baseren waarmee hij inzicht opbouwt in natuurlijke bodembeweging, omgevingstrillingen en de mogelijke bodembeweging bij een geothermieproject. Relevante informatie moet worden gedeeld met toezichthouders en de omgeving. In het beheerssysteem is het belangrijk dat drempelwaarden voor bodembeweging en eventuele interventies goed overeenstemmen met de feitelijke omvang van het risico in termen van de veiligheidsnorm en de kans op schade.

Dit beheerssysteem maakt het voor geothermiebedrijven mogelijk om op uniforme en adequate wijze te reageren op mogelijke seismiciteit, zeker wanneer die sterker zou zijn dan volgens eerdere analyses werd verwacht. Zo'n reactie kan inhouden dat er nader onderzoek wordt gedaan of dat er mogelijk aanvullende maatregelen worden getroffen om het seismisch risico te beheersen of te mitigeren bovenop de andere voorzorgsmaatregelen. Andere maatregelen kunnen uiteenlopen van monitoring tot tijdelijke technische ingrepen zoals aanpassing van de druk of tijdelijk stilleggen.

Monitoring van seismiciteit

Een goede monitoring van seismiciteit is belangrijk om twee redenen. Ten eerste is monitoring noodzakelijk om de aansprakelijkheid bij eventuele schade te helpen vaststellen. Ten tweede helpt monitoring bij de opbouw van een dataset. Die vergroot het inzicht in de mogelijke seismiciteit bij geothermieprojecten, en bovendien is een kwantitatieve risicoanalyse in de toekomst pas mogelijk wanneer er een voldoende uitgebreide dataset is opgebouwd waarin aardbevingen zijn gemeten en gekarakteriseerd.

Het KNMI beschikt over een landelijk netwerk waarmee bewegingen in de ondergrond worden gemeten, geanalyseerd en geregistreerd en publiceert hierover op zijn website. Het KNMI heeft alle benodigde kennis, ervaring en processen voor het opzetten en opereren van meetstations en voor het analyseren en rapporteren of aanleveren van bodembewegingsdata. De onafhankelijkheid van het KNMI is belangrijk voor de acceptatie van de meetdata. Mijn ministerie is op het ogenblik in gesprek over de wijze waarop het bestaande netwerk verdicht kan worden en over de financiering daarvan.

Daarnaast blijft het mogelijk dat initiatiefnemers in bepaalde gevallen moeten zorgen voor lokale aanvullingen op het landelijke meetnetwerk. Monitoring van lokale seismiciteit per project is in ieder geval in het belang van de risicoaansprakelijkheid van de operator. Zoals gesteld in de Nota van Toelichting bij het voorstel voor wijziging van het Mijnbouwbesluit, kan de seismische analyse aanleiding geven om voorschriften in de vergunning op te nemen over het plaatsen van een additioneel meetnetwerk door de vergunninghouder om eventuele seismiciteit goed te kunnen registreren.

Wettelijke zorgplicht in verband met seismiciteit

De zorgplicht in artikel 33 van de Mijnbouwwet is, zoals het hooglerarenpanel constateert, een inspanningsverplichting die betekent dat de activiteit met de redelijkerwijs best beschikbare technologie wordt uitgevoerd. De eisen die kunnen worden gesteld aan de vergunningaanvrager om de risico's verbonden aan geothermie te beperken en te beheersen zijn opgenomen in de voorstellen tot wijziging van de Mijnbouwwet- en regelgeving. Uit een locatiespecifieke risicoanalyse kunnen suggesties naar voren komen voor verdere voorzorgsmaatregelen. Conform de algemene beginselen van goed beleid²⁵ is het de bedoeling dat zulke maatregelen niet alleen effectief zijn, maar ook proportioneel in relatie tot de veiligheidsnorm of de mogelijke schade.

Als de eisen van een geothermievergunning worden nageleefd, dan past daarbij volgens het hooglerarenpanel een terughoudend gebruik van de wettelijke mogelijkheden om naderhand aanvullende eisen te stellen. Ik vind het belangrijk dat de overheid niet alleen duidelijke kaders stelt bij vergunningverlening voor verantwoorde geothermie, maar ook daarna betrouwbaar en transparant is. Op een verleende vergunning waarvan de voorwaarden goed worden nageleefd, wordt daarom redelijkerwijs

²⁵ Zie Integraal afwegingskader voor beleid en regelgeving (www.kcbr.nl/beleid-en-regelgeving-ontwikkelen/integraal-afwegingskader-voor-beleid-en-regelgeving).

alleen teruggekomen bij nieuwe inzichten met verstrekkende gevolgen. Tegelijkertijd wordt van de vergunninghouder verwacht dat die bereid is om nieuwe inzichten te verwerken in zijn werkproces.

Ontwikkeling, deling en toepassing van kennis

Kennisontwikkeling is onmisbaar om onzekerheden rond geothermie te verminderen. Daar zijn al verschillende EU-onderzoeksprojecten voor uitgevoerd, zoals GEISER en DESTRESS. Voor geïnduceerde seismiciteit is ook volop aandacht in Deep-NL, een programma voor onderzoek aan de Nederlandse universiteiten gefinancierd door de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO), en daarnaast in het onderzoeksprogramma WarmingUp en in onderzoek 15 van het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw. Kennisinstituten en onderzoeksinstituten doen dus al geruime tijd onderzoek naar allerlei aspecten van geothermie, vaak op verzoek van het ministerie van EZK. Voor nadere verdieping van kennis worden ook binnen het door EZK ingestelde Kennisprogramma Effecten Mijnbouw (KEM) onderzoeken uitgevoerd naar risico's door seismiciteit bij geothermie. Eén van de onderzoeken gaat bijvoorbeeld over het effect van de afkoeling van het gesteente door het injecteren van koud water in een relatief warme ondergrond. In alle Nederlandse onderzoeken worden relevante buitenlandse ervaringen meegenomen.

Daarnaast heeft de toenmalige minister van EZK het project Seismische Campagne Aardwarmte Nederland (SCAN) geïnitieerd en gefinancierd. Binnen SCAN worden data verzameld zodat vastgesteld kan worden waar de Nederlandse ondergrond, in de gebieden waarover nog weinig informatie bestaat, geschikt zou kunnen zijn voor geothermie. Dit gebeurt door het herbewerken van al beschikbare seismische data met nieuwe technieken, het genereren van nieuwe data door in een aantal gebieden seismisch onderzoek te doen en door wetenschappelijke boringen. De resultaten van SCAN worden gepubliceerd via de NLOG-website die beheerd wordt door TNO in opdracht van het ministerie van EZK²⁶. Met deze resultaten kunnen zowel publieke als private partijen verder onderzoek doen naar de mogelijkheden voor geothermie op specifieke locaties. De eerste set data vanuit SCAN is inmiddels gepubliceerd. De planning is dat het seismische programma in 2023 wordt afgerond. Het verrichten van de wetenschappelijke boringen zal nog enkele jaren doorlopen.

De regionale breuken, en met name die van de Roerdalslenk, worden nader in kaart gebracht in het kader van de seismische hazard screening door TNO en EBN. Om beter inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor geothermie in de provincie Groningen, wordt het beïnvloedingsgebied van het Groningenveld bepaald door onderzoek naar de langeretermijn effecten in onder andere aquifers naast het Groningen gasveld (KEM-19)²⁷. Deze onderzoeken passen bij het uitgangspunt om vanwege het belang van de energietransitie geen gebieden op voorhand geheel uit te sluiten van geothermie, maar om bepaalde gebieden wel met bijzondere aandacht te bekijken²⁸.

Met het oog op het delen en borgen van kennis is in het wetsvoorstel tot aanpassing van de Mijnbouwwet voor geothermie bepaald dat EBN deelneemt in alle nieuwe geothermieprojecten. EBN wordt geacht vanuit de positie van deskundige en financieel belanghebbende mee te kunnen sturen en kan de ervaringen aggregeren ten gunste van onder meer kennisdeling, ontwikkeling en innovatie van de sector en de openbaar toegankelijke kennis van de ondergrond²⁹.

10. Overige aspecten van het risicobeleid voor geothermie

Aanvaarden van resterende risico's en onzekerheid

Als een initiatiefnemer voldoende aannemelijk heeft gemaakt dat zijn geothermieproject voldoet aan de veiligheidsnorm en zich ook houdt aan de andere eisen en voorzorgsbepalingen ter beperking en beheersing van risico's, dan is het inherent aan de norm dat de resterende risico's en onzekerheid aanvaardbaar zijn in relatie tot het maatschappelijk belang. Het maatschappelijk belang van geothermie blijkt onder meer uit het Klimaatakkoord. Die onzekerheid zal allengs kleiner worden, want zoals gezegd wordt er veel gedaan om de kennis te vergroten en te delen.

²⁶ Zie www.nlog.nl/scan.

²⁷ Zie KEMprogramma.nl.

²⁸ Kamerstuk 31 239, nr. 282.

²⁹ Zie Kamerstuk 35 531 Nota van Wijziging, Kamerstuk 31 239, nrs. 298, 320 en 687.

Wel kan de mate van onzekerheid verschillen tussen het ene project en het andere, afhankelijk van onder meer de locatie. Als de onzekerheid van een bepaald project groter is dan elders, kunnen decentrale overheden de aanvaardbaarheid daarvan meewegen in hun advisering over de vergunningverlening. Dit past bij de uitgangspunten van de Omgevingswet en de Nationale omgevingsvisie NOVI.

Verantwoord omgaan met onverwachte gebeurtenissen

Behalve het leren van wetenschappelijk onderzoek is het ook van belang om te leren van ongewenste en onverwachte effecten, die in de praktijk kunnen optreden, zelfs als alle voorschriften goed zijn nageleefd. Van de operator wordt in zo'n geval onderzoek verwacht naar wat er precies is gebeurd en hoe dit in de toekomst kan worden vermeden of nog beter beheerst. De feitelijke omstandigheden (urgentie, aard en omvang van het risico, al dan niet overschrijding van de normen) bepalen of een interventie op korte termijn nodig is. Als normen zijn overschreden, moet het bedrijf zodanige maatregelen nemen dat de situatie zo snel als redelijkerwijs mogelijk is weer voldoet aan de normen. Bij eventuele interventies moet rekening worden gehouden met de consequenties voor de gebruikers van de aardwarmte.

Generaliseren op basis van één geval is geen goede stelregel, maar toch kunnen incidenten aanleiding zijn voor aanpassing van de voorschriften. Een uitdaging bij het leren van onverwachte gebeurtenissen is dat snelle interventies, zeker na een ernstig incident of ongeval, niet altijd proportioneel en effectief zijn. Eerdere kabinetten hebben hierop al gewezen, ook op de mogelijkheid dat voortijdige structurele beleidswijzigingen vanuit de overheid onnodige belemmeringen veroorzaken voor het tijdig realiseren van de energietransitie³⁰. Om daar beter op te kunnen anticiperen heeft de toenmalige staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat aan de Raad voor het Openbaar Bestuur om advies gevraagd over hoe een lerende overheid het beste te werk kan gaan na incidenten met duurzame energie. Dit advies wordt in het komende najaar verwacht.

Een onmisbaar aspect van het risicobeleid is om een na onverwachte gebeurtenissen een eventuele interventie te baseren op het feitelijke risico, en daarna te analyseren of er aanleiding is om deze structureel of generiek te maken.

³⁰ Brief minister van BZK over bestuurlijk balanceren met risico's en verantwoordelijkheden (Kamerstuk 34 300-VII, nr. 15); *Energierapport: transitie naar duurzaam* (Kamerstuk 31 510, nr. 50).