

Aardwarmte en seismiciteit

Waarom gebruiken we aardwarmte?

aardwarmte maakt gebruik van het in de diepe ondergrond aanwezige warme water. Meer en meer gebruiken we deze (duurzame) warmte in Nederland voor de verwarming van kassen, gebouwen en huizen. Aardwarmte (of 'geothermie') is hiermee net als bijvoorbeeld biomassa, opslag van warmte en zonneboilers één van de manieren om de warmtevoorziening in Nederland te verduurzamen.

Rol van breuken bij aardbevingen

Aardbevingen vinden plaats op breuken in de ondergrond. Er zijn aardbevingen die van nature ontstaan of door menselijk handelen. Door menselijke ondergrondse activiteiten kan een breuk 'kritisch gespannen' raken. Wanneer er een verschuiving plaatsvindt kan dit tot een aardbeving leiden. Dit wordt geïnduceerde seismiciteit genoemd.

Kan aardwarmte tot aardbevingen leiden?

Bij gaswinning kunnen bevingen ontstaan doordat na jaren productie een grote druksdaling optreedt in het reservoir. Als gevolg hiervan drukt het bovenliggende gesteente het reservoir samen en kunnen spanningen op breuken in de ondergrond ontstaan. Wanneer die spanning vrijkomt, kan dit een aardbeving veroorzaken.

Bij aardwarmte wordt water opgepompt uit een reservoir. Een belangrijk verschil: nadat het water door een warmtewisselaar is gegaan wordt het opgepompte water meteen weer geïnjecteerd in dezelfde aardlaag. Hierdoor blijven de volumeverschillen in het reservoir over het algemeen klein en wordt het reservoir minder samengedrukt. Bij aardwarmte kan afkoeling van het gesteente de spanning op een breukvlak doen toenemen. Belangrijk is dus om te onderzoeken waar breuken zitten.

Nederlandse systemen zijn vergelijkbaar met buitenlandse systemen zonder aardbevingen

In een studie van TNO¹ zijn wereldwijd meer dan veertig aardwarmteprojecten bestudeerd. Er is onderzocht of er typische kenmerken zijn in de geologie of bedrijfsvoering in de projecten waar bevingen plaatsvonden en wat dat betekent voor aardwarmteprojecten in Nederland.

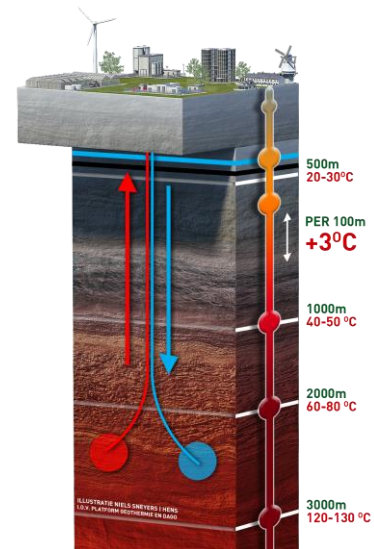
De studie komt tot drie type geothermische systemen. In Nederland produceren aardwarmteprojecten momenteel alleen uit goed doorlatende lagen op 1 tot circa 3 km

¹

Buijze, L., van Bijsterveldt, L., Cremer, H., Paap, B., Veldkamp, H., Wassing, B., van Wees, J.-D., ter Heege, J.H. (2019) Review of worldwide geothermal projects: mechanisms and occurrence of induced seismicity. Report TNO 2019R100043, 257 pp.

HOE WERKT GEOTHERMIE?

In onze ondergrond neemt de temperatuur per kilometer diepte met ruim 30°C toe. Zo is het op één kilometer diepte ongeveer 40°C en op twee kilometer diepte ongeveer 70°C.



Het warme water in de ondergrond komt met hulp van pompen via een *productieput* naar boven en gaat door een warmtewisselaar, die het koude water uit de bovengrondse verwarmingsbuizen op temperatuur brengt. Het afgekoelde grondwater gaat via een *injectieput* weer terug in de aardlaag (reservoir) waar het vandaan kwam. Beide putten samen heten een *doublet*.

diepte. In Noord-Duitsland en Denemarken bestaan zeer vergelijkbare projecten. Hier vindt al tientallen jaren warmtewinning plaats en tot op heden zijn hier geen aardbevingen waargenomen. De meeste projecten in Nederland lijken hierop qua geologie en type bedrijfsvoering. De verwachting is dat het seismisch risico laag is voor Nederlandse projecten die produceren uit goed doorlatende lagen en waarbij weggebleven wordt van actieve breukzones.

In een aantal gebieden in Nederland zijn wél actieve breukzones. Voor deze gebieden is meer onderzoek nodig om veilige projecten mogelijk te maken.

Wat beïnvloedt de kans op aardbevingen?

Een aantal factoren beïnvloedt de kans op aardbevingen. Zo is de kans op bevingen hoger:

- In diepere lagen die door breuken verbonden zijn met het basement en ongeveer op 5 km diepte liggen²;
- In gebieden met natuurlijke aardbevingen;
- In de buurt van andere mijnbouwactiviteiten.

Het beperken van de uitkoeling en van de injectiedruk verlaagt het risico verder. In vergelijking met veel internationale projecten zijn de Nederlandse systemen relatief laag in injectiedruk en uitkoeling.

Aandacht voor ultradiepe geothermie (UDG)

Er wordt onderzoek gedaan naar aardwarmteprojecten dieper dan 4000 meter in Nederland. Dit wordt 'ultradiep' genoemd. De Green Deal UDG³ richt zich op kennisdeling en ontwikkeling. Er zijn momenteel geen aardwarmteprojecten dieper dan 4000 meter. Ultradiepe geothermie biedt mogelijkheden. Op 4000 meter diepte is het gesteente warmer, waardoor deze warmte gebruikt kan worden door bijvoorbeeld de lichte industrie. In de studie van TNO⁴ is gekeken naar Zuid-Duitsland, een gebied met een vergelijkbare ondergrond met Nederland voor UDG. Zo kan er een inschatting gemaakt worden van de gevolgen en risico's van UDG voor Nederland. Er is bij 3 van de 27 projecten in Zuid-Duitsland seismiciteit waargenomen. De Green Deal UDG kijkt hier in meer detail naar.

Locatiespecifieke risicoanalyse voorafgaand aan de boring

De vergunninghouder (het aardwarmtebedrijf) is verplicht een uitgebreid geologisch onderzoek te doen voordat een boring van start mag gaan. Een belangrijk onderdeel in dit onderzoek is de zogeheten "dreigings- en risicoanalyse op geïnduceerde seismiciteit^{5,6}". Deze risicoanalyse berekent op lokaal niveau de kans op bevingen, aan de hand van de geologische situatie en operationele factoren (zoals injectiedruk en uitkoeling). Op basis hiervan maakt het bedrijf plannen voor de locatie, het ontwerp van de put en het monitoren van de ondergrond tijdens de productiefase, met als doel de kans op bevingen te minimaliseren. Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) controleert deze plannen en de onderliggende analyses en moet haar goedkeuring verlenen voordat de realisatie kan starten.

² Een basement is een onderlaag. In Nederland gaan we er vanuit dat de basement op ongeveer 5 km diepte ligt.

³ <https://www.greendeals.nl/green-deals/ultradiepe-geothermie>

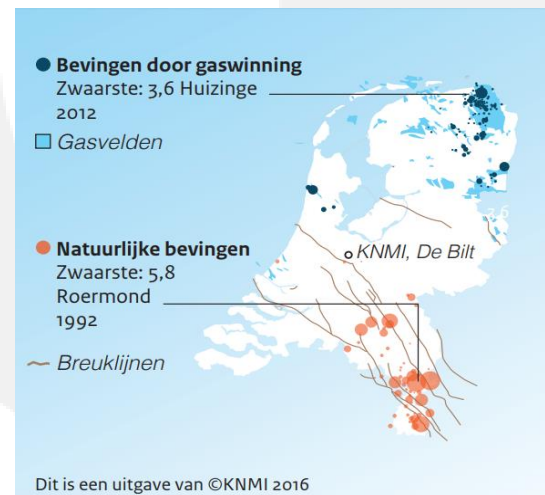
⁴ Buijze, L., van Bijsterveldt, L., Cremer, H., Paap, B., Veldkamp, H., Wassing, B., van Wees, J.-D., ter Heege, J.H. (2019) Review of worldwide geothermal projects: mechanisms and occurrence of induced seismicity. Report TNO 2019R100043

⁵ https://www.kasalsenergiebron.nl/content/user_upload/Kennisagenda_-_Defining_framework_for_Seismic_Hazard_Assessment_in_Geothermal_Projects_-_Technical_Report_-_161005.pdf

⁶ https://www.kasalsenergiebron.nl/content/user_upload/Kennisagenda_-_Defining_framework_for_Seismic_Hazard_Assessment_in_Geothermal_Projects_-_NL_Samenvatting_-_161006.pdf

Aanvullende maatregelen in aardbevingsgevoelige gebieden

Door de continue metingen van het KNMI⁷ en de geologische modelleringen van TNO is bekend welke gebieden in Nederland van nature aardbevingsgevoelig zijn. In Noord-Brabant en Limburg komen natuurlijke bevingen voor en in Groningen zijn er bevingen als gevolg van de gaswinning (zie figuur 1). Uit voorzorg neemt een aardwarmtebedrijf bij geothermische activiteiten in dergelijke gebieden extra maatregelen, zoals intensieve monitoring van de activiteiten in de boor- en productiefase. Bij bevingen wordt de productie stilgelegd totdat helderheid is verkregen over de oorzaak (natuurlijke beving of veroorzaakt door de winning). Vervolgens worden passende maatregelen genomen, en volgt indien nodig stillegging. Dit gaat in overleg met SodM, het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en betrokken partijen als provincies en gemeenten.



Figuur 1 Seismische activiteit in Nederland, bron: KNMI

Stichting Platform Geothermie – juli 2019

⁷ Zie de website van het KNMI voor een live overzicht van bevingen in Nederland: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/aardbevingen>