

› **INFORMATIEBLADEN**
AARDWARMTE

› INFORMATIEBLADEN AARDWARMTE

Voorwoord, disclaimer

1. Beschrijving
 - a. Algemeen
 - b. Winning met aardwarmte-dubbelten
2. Potentieel in Nederland
 - a. Vergunningen
 - b. Geotechnische randvoorwaarden voor aardwarmte-winning
 - c. Kans op geothermisch vermogen
3. Proces
 - a. Fasering en vergunningen
 - b. Keten aardwarmte-winning
4. Ruimtegebruik en infrastructuur
 - a. Boringen
 - b. Warmtewisselaar verwarming huizen/kassen
5. Effecten
 - a. Bodemdaling
 - b. Bodemtrillingen
 - c. Milieu
6. Andere activiteiten
 - a. Overzicht competitie en synergie
 - b. Herbenutting

› VOORWOORD, DISCLAIMER

De informatiebladen geven een algemeen overzicht van de activiteiten die in de diepe ondergrond mogelijk zijn en van de infrastructuur en mogelijke effecten die samenhangen met het gebruik van de diepe ondergrond. Specifieke technologische details omtrent de installaties, gebruikte technieken en stoffen, etc. zullen uit andere, daar toe geëigende bronnen moeten worden gehaald. TNO is niet aansprakelijk voor eventuele fouten en onvolkomenheden in dit overzicht.

De documenten omvatten algemene kentallen en beschrijvingen die van de werkelijke situatie kunnen afwijken. TNO is niet aansprakelijk waar het deze afwijkingen betreft.

De meeste figuren zijn louter ter illustratie weergegeven en afkomstig van diverse bronnen. M.n. bij schematische overzichten wordt vaak een verkeerde indruk van de schaal/omvang gegeven, bijvoorbeeld betreft de diepte waarop activiteiten plaatsvinden.

› BESCHRIJVING

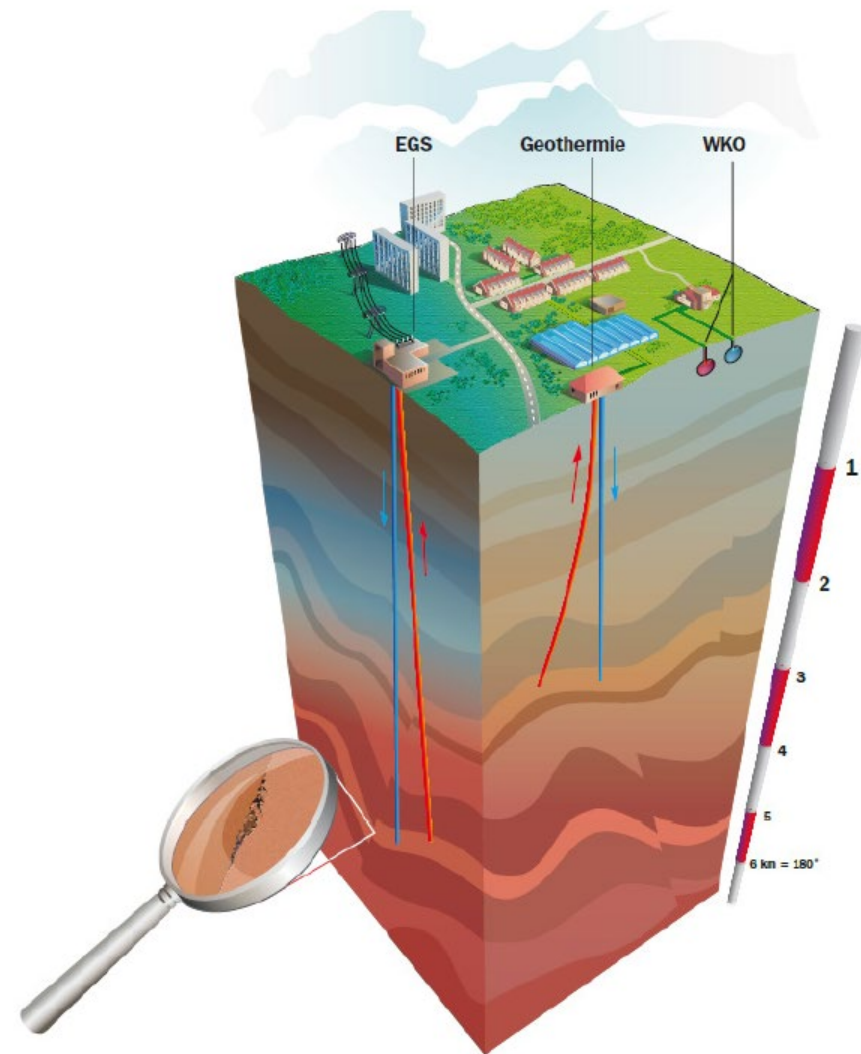
1a) Algemeen

Algemeen

Grondwater op grotere diepte is een bron van energie in Nederland. Vooral nog toegepast voor het direct gebruik van aardwarmte voor verwarming en mogelijk op termijn voor de opwekking van elektriciteit.

Aardwarmte is een vorm van duurzame energie, die in Nederland goed kan worden geproduceerd door warm water van 45 – 120 °C op te pompen uit watervoerende aardlagen op 1,5 tot 4 km diepte. Gebaseerd op temperatuurgegevens van de ondergrond zijn verschillende evaluatieprojecten uitgevoerd in de tachtiger jaren, die uiteindelijk hebben geresulteerd in een aantal inventarisatie- en haalbaarheidsstudies. In 2005 is de eerste exploratievergunning toegekend. Sindsdien zijn er meer dan 100 vergunningaanvragen ingediend. De eerste daadwerkelijke aardwarmte winning vond plaats in 2007 in het Westland.

WKO (warmte-koude opslag) systemen worden al zeer breed geïmplementeerd in Nederland. Deze werken echter in ondiepere lagen buiten het bereik van de Mijnbouwwet en worden derhalve hier niet behandeld.



› BESCHRIJVING

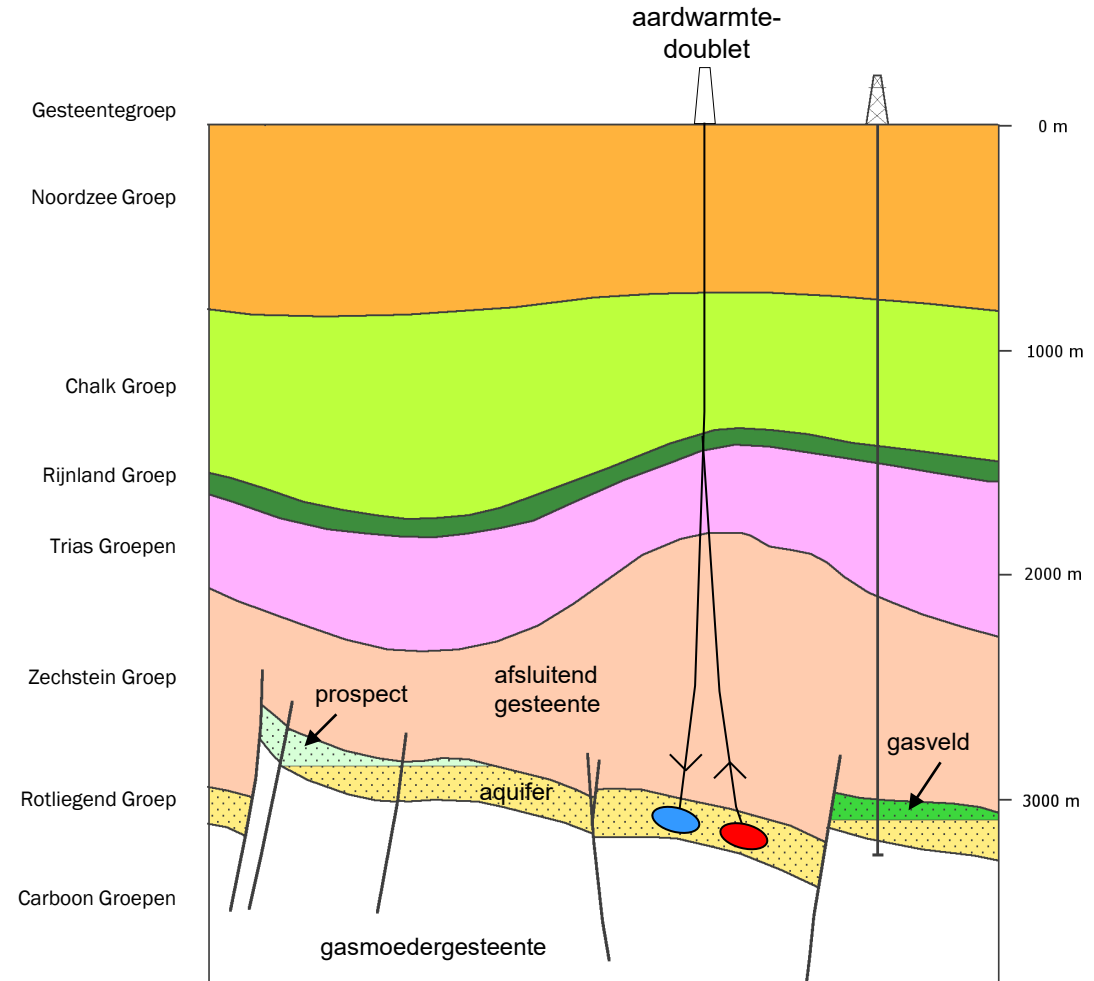
1b) Winning met aardwarmte-doublers

Aardwarmte (geothermie) kan via een aantal systemen worden gewonnen zoals aardwarmte-doublers en Enhanced Geothermal Systems. Voor Nederland zijn vooral de aardwarmte-doublers van toepassing.

Bij aardwarmte-doublers worden een productie- en injectieput in dezelfde watervoerende laag (aquifer) geboord. Bij een standaard configuratie bedraagt de afstand tussen beide putten op de einddiepte (2 km of dieper) circa 1500 meter. Soms wordt er ook gekozen voor een andere configuratie waarbij bijvoorbeeld de putten dichtbij elkaar worden geplaatst of wordt er een derde put geboord en spreekt men van een triplet. De putten worden vanuit dezelfde oppervlaktelocatie geboord. Het warme water wordt opgepompt en geeft zijn thermische energie af via een warmtewisselaar. Het afgekoelde water wordt weer geïnjecteerd.

Tijdens productie en injectie zal het koude geïnjecteerde water over een periode van enkele tientallen jaren naar de productieput toestromen. Zodra het koudefront contact maakt met de productieput, zal het vermogen van het doubler afnemen.

Voor een standaard doubler is in de regel geen stimulering (fracking) van het gesteente nodig.



Schematische doorsnede van een aquifer met gasvelden en een doubler

POTENTIEEL IN NEDERLAND

2a) Vergunningen

Sinds 2007 is in Nederland de winning van aardwarmte serieus op gang gekomen. Inmiddels zijn voor veel gebieden opsporings- en winningsvergunningen aangevraagd of verleend. De vergunningsgebieden voor aardwarmte overlappen vaak met de opsporings- en winningsvergunningen voor koolwaterstoffen.

De [interactieve kaart van NLOG](#) laat de meest actuele situatie zien van de gebieden waarvoor een opsporingsvergunning dan wel een winningsvergunning voor aardwarmte is aangevraagd of verleend.



› POTENTIEEL IN NEDERLAND

2b) Geotechnische randvoorwaarden voor aardwarmtewinning

Harde geologische randvoorwaarden

Aquifer / zandsteenlaag met voldoende **hoge temperatuur**. Voor een standaard aardwarmtedoublet wordt uitgegaan van een temperatuur van minimaal 45 tot 60 °C. Voor winning van elektriciteit zijn temperaturen van meer dan 120 °C nodig.

De laag moet voldoende **dikte** en **doorlatendheid** hebben om een bepaald **debiet** te kunnen leveren.

Andere technische en economische wegingsfactoren

Homogeniteit qua samenstelling en eigenschappen van het gesteente. Dit bepaalt m.n. de doorstroming.

Waterdruk in de aquifer bepaalt welke pompinstellingen er moeten worden gebruikt.

Het voorkomen van **andere stoffen** in de aquifer zoals gas of olie. Deze kunnen de winning negatief beïnvloeden.

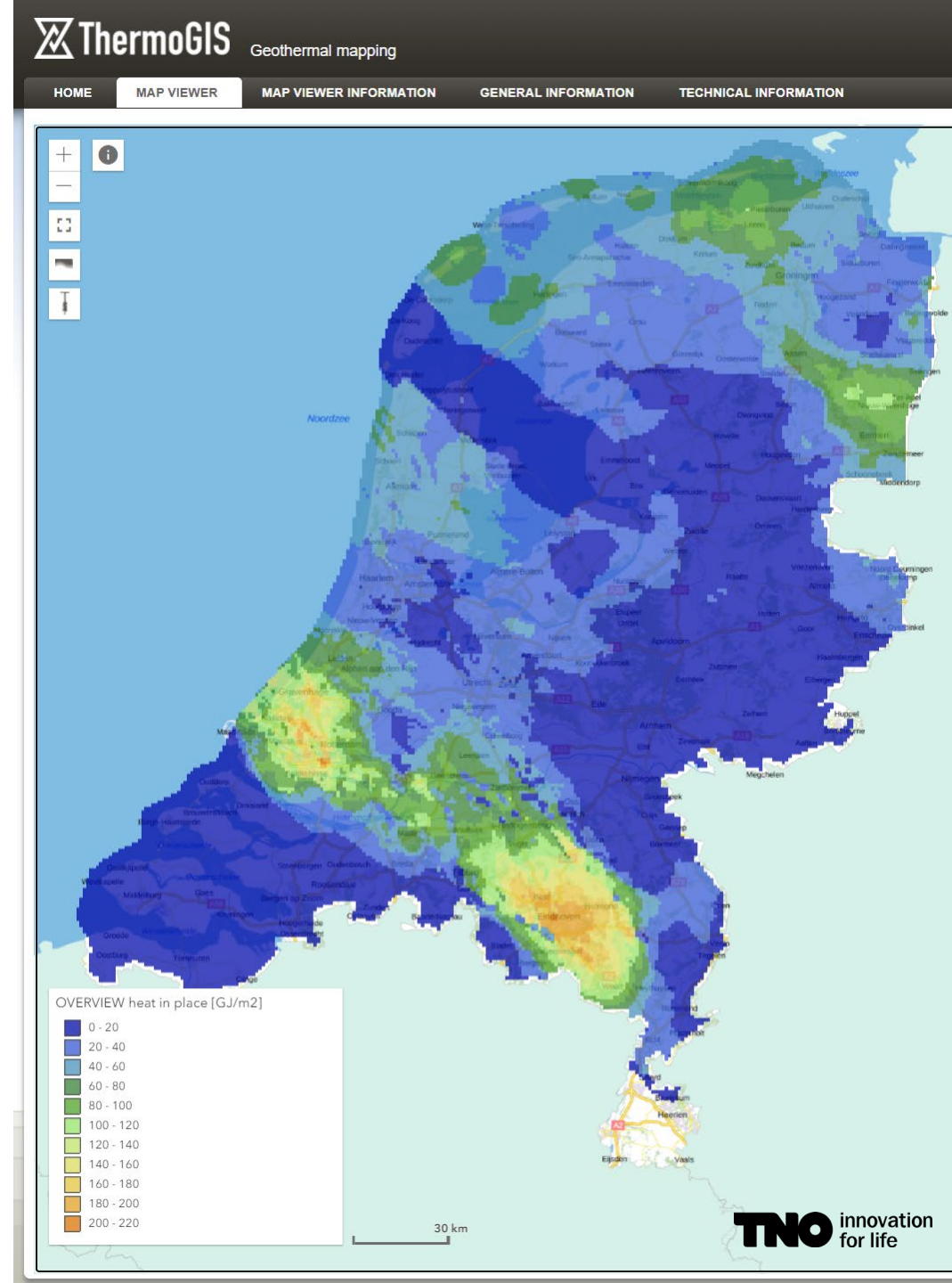
POTENTIEEL IN NEDERLAND

2c) Kans op geothermisch vermogen

Verbreiding

Diepe aquifers hebben een grote verbreiding in Nederland (behalve in Zeeland). De locaties met gunstige eigenschappen zijn beperkter en komen veelal overeen met de gebieden waar ook olie- en gasvelden aanwezig zijn.

Op de website [ThermoGIS](https://thermogis.nl) zijn kaarten beschikbaar van de diepte, dikte, permeabiliteit en temperatuur van potentiële aquifers in Nederland. Op basis van deze gesteente eigenschappen zijn ook geothermische potentiekaarten van Nederland gegenereerd en beschikbaar gesteld.



› PROCES

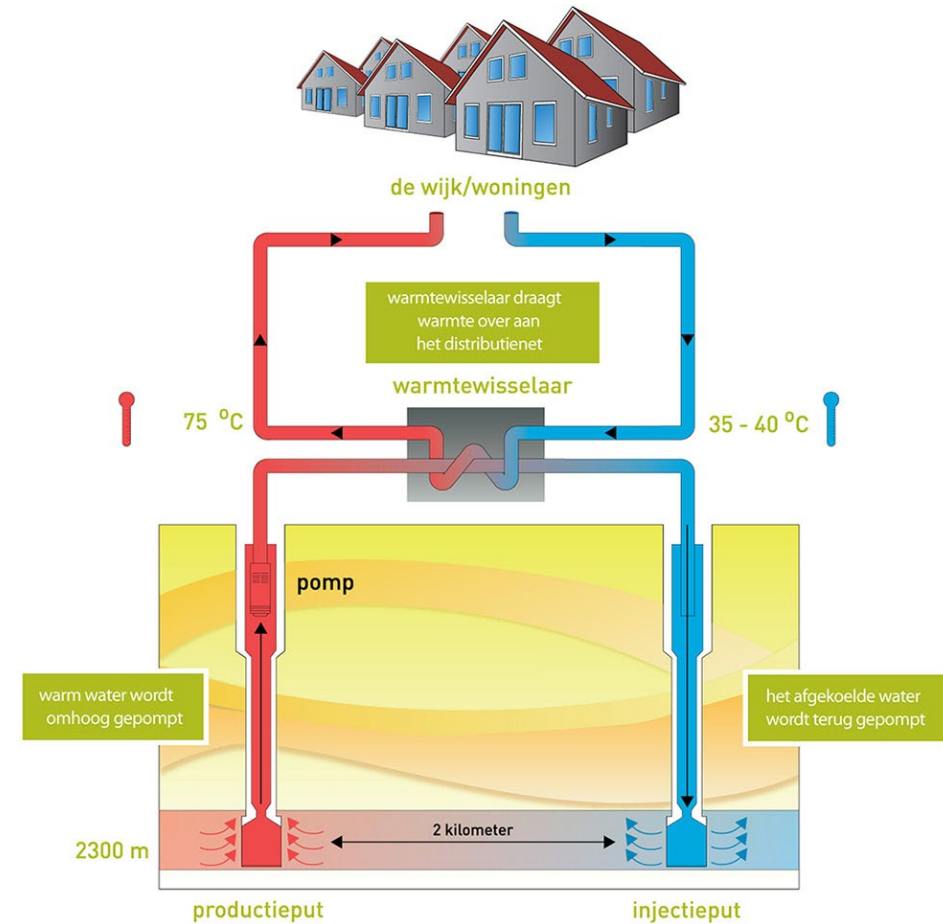
3a) Fasering en vereiste vergunningen

Fase	Activiteiten	Vergunningen, regelingen
Opsporing	Vooronderzoek en aanvraag (vereist)	Opsporingsvergunning aardwarmte
	Seismisch verkenningsonderzoek (optioneel)	Gemeentelijke wet- en regelgeving
	Proefboring(en), metingen, testen (vereist)	Omgevingsvergunningen, BARMM-melding
	Boren tweede put voor doublet (vereist)	Omgevingsvergunningen, BARMM-melding
Winning	Evaluatie en vergunningaanvraag (vereist)	Winningsvergunning aardwarmte
	Aanleg warmtewisselaar (vereist)	Omgevingsvergunningen
Afsluiting	Verwijderen van infrastructuur, dichten van putten, gebiedsrenovatie (vereist indien er geen verdere benutting is)	Sluitingsplan, omgevingsvergunning

PROCES

3b) Keten aardwarmtewinning

De keten voor winning van aardwarmte met doubletten en een warmtewisselaar is zeer kort. De productie-/injectieput en warmtewisselaar bevinden zich op één locatie en beslaan slechts een beperkte ruimte. Van daar uit wordt de warmte gedistribueerd via leidingen (aansluiting op warmtenet in stad of leidingen naar de kassen).



Voorbeeld van een aardwarmteketen met standaard doublet en warmtewisselaar.
Let op: diepte niet op schaal (bron: Joost de Vree)

› RUIMTEGEBRUIK EN INFRASTRUCTUUR

4a) Boringen

Aardwarmteboringen zijn vergelijkbaar met boringen voor gaswinning of zoutwinning. Afhankelijk van de diepte, kan met zwaardere of lichtere torens worden geboord. Het werkterrein is ca. 0,5 tot 1 ha groot en de toren heeft een hoogte van ca. 30 meter. Een aardwarmteboring neemt, afhankelijk van de totale diepte, enkele maanden in beslag. Tijdens deze periode is er sprake van enige geluidshinder en aan- en afvoer van verkeer.

De productie- en injectieput delen doorgaans dezelfde oppervlaktelocatie. In de ondergrond hebben beide putten een gedevieerd verloop waardoor de onderlinge afstand op einddiepte ca. 1500 meter is. Aardwarmteboringen worden bij voorkeur tussen de einddiepte locaties van de productie- en injectieput geplaatst.

Het plaatsen van een boring is in Nederland aan strenge regels gebonden. Er is een omgevingsvergunning nodig, er dient een BARMM-melding gedaan te worden en er zijn verplichtingen volgend uit de mijnbouw- en Arbowetgeving. Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) ziet toe op de milieu- en veiligheidstechnische aspecten van de boring, zoals de putintegriteit.



Aardwarmteboring bij Honselersdijk (foto: Geert-Jan Vis)

› RUIMTEGEBRUIK EN INFRASTRUCTUUR

4b) Warmtewisselaar verwarming huizen/kassen

Warmtewisselaars voor directe kassen- of huizenverwarming hebben een beperkte omvang en kunnen in een relatief klein gebouw bij de productie- en injectieput worden geplaatst. Het aardwarmtedoublet zal enkele decennia warmte blijven produceren.

Voor een aardwarmtelocatie geldt dat er net zoals bij alle productiegerichte bedrijven, emissies en risico's aanwezig zijn die van invloed (kunnen) zijn op de leefomgeving. Al naar gelang de aard en omvang van de inrichting zal de intensiteit en soort hiervan variëren.

Binnen de omgevingsvergunning van de inrichting, en de handhaving daarop, wordt met deze factoren rekening gehouden, en limieten opgelegd, zodat de risico's op overlast voor de omgeving tot een aanvaardbaar minimum worden beperkt.



Voorbeeld van een aardwarmtewisselaar (bron: www.energieportal.nl)

› EFFECTEN

5a) Bodemdaling

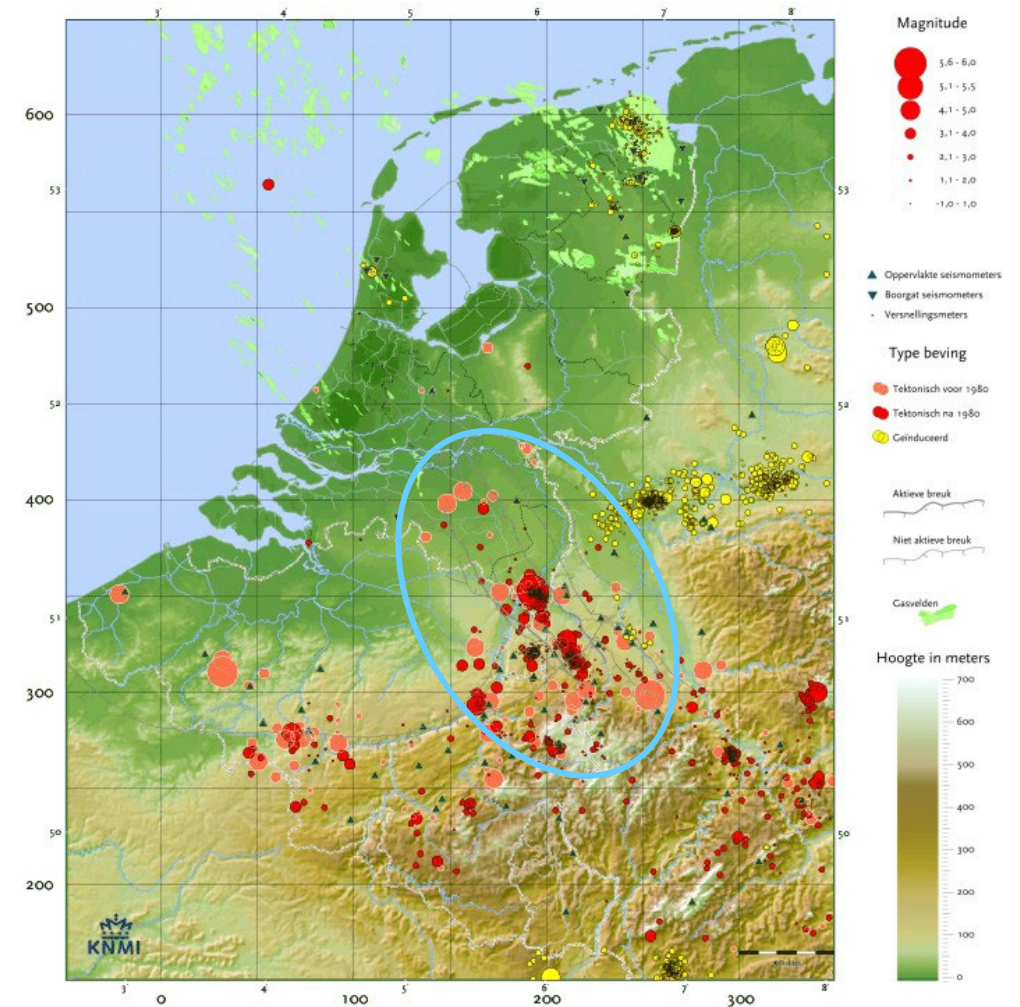
Netto worden er geen stoffen onttrokken of geïnjecteerd waardoor er geen sprake van volume/druktoename is. Op basis van modelberekeningen bij 25 verschillende winningsplannen voor aardwarmte, is de te verwachten bodemdaling bij geothermie aan het einde van de winningsperiode (meestal 30 tot 35 jaar), gemiddeld minder dan 1 cm in het centrum van de bodemdalingsschijf. De op dit moment maximaal verwachte bodemdaling bij aardwarmtewinning is minder dan 2 cm over de totale vergunningsperiode.

› EFFECTEN

5b) Bodemtrillingen

De kans op bodemtrillingen bij aardwarmte-dubbelten in aquifers is zeer gering. Er is geen sprake van significante drukverandering of veranderingen in de ondergrond die tot lokale spanningen leiden. Bij injectie van water in actieve breuken kunnen mogelijk wel bevingen optreden.

De kaart hiernaast geeft o.a. een overzicht van bevingen met een natuurlijke oorzaak, ook wel bij actieve breuken (blauwe cirkel).



Kaart met geregistreerde aardbevingen in Nederland tussen 1904 en 2004
(bron: www.knmi.nl)

› EFFECTEN

5c) Milieu

Aardwarmtewinning heeft in het algemeen zeer beperkte gevolgen voor het milieu. Risico's worden goed afgedekt door wettelijke regelingen waaraan het boren en het produceren van aardwarmte moeten voldoen. Een aantal zaken die daarbij een rol spelen zijn:

- Het goed afsluiten van te doorboren lagen (bijv. watervoerende pakketten) en afwerken van de put (verbuizing, cementering) opdat lekkage naar of aantasting van omliggende gesteentelagen wordt voorkomen.
- Emissies dienen geminimaliseerd te worden. Het gaat hierbij om emissie van lucht, geluid, licht en afval en emissies in de bodem en in de lucht. Hieronder vallen ook eventueel meegeproduceerde koolwaterstoffen.

› ANDERE ACTIVITEITEN

6a) Overzicht competitie en synergie

Aardwarmtewinning interfereert voornamelijk met andere activiteiten die ook in aquifers of reservoirs plaatsvinden.

Competitie

Olie/gaswinning: Wanneer aardwarmte in of nabij een olie/gasveld in dezelfde laag/aquifer plaatsvindt, is er mogelijk sprake van (wederzijdse) drukbeïnvloeding of het ongewenst meeproduceren van olie of gas. De beïnvloedingsafstand zal per situatie moeten worden bepaald.

Opslag of buffering van stoffen op een nabijgelegen locatie in dezelfde laag. Deze activiteit kan niet in de buurt van aardwarmte plaatsvinden wegens het meeproduceren/vrijkomen van opgeslagen stoffen of het beïnvloeden van de druk. De invloedsradius zal per situatie moeten worden bepaald.

Synergie

Opsporing van aardwarmte en koolwaterstoffen kunnen mogelijk van elkaar profiteren. Indien een opsporingsboring voor olie/gas geen voorkomen aantoon, kan de put worden hergebruikt voor winning van aardwarmte.

Benutting restwarmte van het meegeproduceerde formatiewater bij olie- en gaswinning. Dit water kan via een warmtewisselaar thermische energie leveren.

› **ANDERE ACTIVITEITEN**

6b) Herbenutting

In het algemeen zal de aquifer na beëindiging van de aardwarmtewinning benut kunnen worden voor andere activiteiten (bijv. opslag in aquifers). De geologie en de eigenschappen van het gesteente zijn bepalend voor wat mogelijk is.