

Samen kennis aanboren

Verkenning van kennis en opvattingen over ultradiepe geothermie



Bestuur van het Rathenau Instituut

mw. G.A. Verbeet (voorzitter)

prof. dr. E.H.L. Aarts

prof. dr. ir. W.E. Bijker

prof. dr. R. Cools

dr. J.H.M. Dröge

dhr. E.J.F.B. van Huis

prof. dr. ir. P.P.C.C. Verbeek

prof. dr. M.C. van der Wende

dr. ir. M.M.C.G. Peters (secretaris)

Samen kennis aanboren

Verkenning van kennis en opvattingen over ultradiepe geothermie

Magda Smink, Jos van den Broek, Tamara Metze, Eefje Cuppen & Rinie van Est

Met medewerking van Elisabeth van de Grift en Arnoud van Waes

Rathenau Instituut
Anna van Saksenlaan 51
Postadres: Postbus 95366
2509 CJ Den Haag
Telefoon: 070-342 15 42
E-mail: info@rathenau.nl
Website: www.rathenau.nl
Uitgever: Rathenau Instituut

Coverfoto: Shutterstock
Redactie: Frank Steverink

Bij voorkeur citeren als:

Smink M., J. van den Broek, T. Metze, E. Cuppen & R. van Est m.m.v. E. van de Grift & A. van Waes, *Samen kennis aanboren - Verkenning van kennis en opvattingen over ultradiepe geothermie*. Den Haag, Rathenau Instituut 2017

Het Rathenau Instituut heeft een Open Access beleid. Rapporten, achtergrondstudies, wetenschappelijke artikelen, software worden vrij beschikbaar gepubliceerd. Onderzoeksgegevens komen beschikbaar met inachtneming van wettelijke bepalingen en ethische normen voor onderzoek over rechten van derden, privacy, en auteursrecht.

© Rathenau Instituut 2017

Verveelvoudigen en/of openbaarmaking van (delen van) dit werk voor creatieve, persoonlijke of educatieve doeleinden is toegestaan, mits kopieën niet gemaakt of gebruikt worden voor commerciële doeleinden en onder voorwaarde dat de kopieën de volledige bovenstaande referentie bevatten. In alle andere gevallen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Voorwoord

In de nieuwbouwwijk waar ik woon, heeft niemand meer een gasaansluiting. Het aardgas raakt op en daarbij is het de vraag hoe lang we nog willen doorgaan met fossiele energiebronnen. Steden formuleren ambitieuze plannen, maar energieneutraal zijn we nog lang niet. Hoe zorgen we er dan voor dat we toch warm kunnen blijven douchen? Hoe gaan we onze huizen verwarmen als gas stoken geen optie meer is? Het benutten van geothermie, ook wel aardwarmte genoemd, zou een antwoord kunnen zijn. Bij ultradiepe geothermie gaat het om boringen naar heet water op een diepte van meer dan vier kilometer. Het belang van warmte in de energievoorziening is groot: twee-vijfde van onze totale energievraag gebruiken we daarvoor.

De warmtetransitie, van het aardgas af, raakt aan een bredere discussie, namelijk de energietransitie. Het kabinet wil de CO₂-uitstoot drastisch beperken, zonder onze concurrentiepositie in gevaar te brengen. Ultradiepe geothermie, waar we in Nederland nog geen ervaring mee hebben, kan een alternatief zijn. Het is de enige realistische optie voor grootschalige verduurzaming van de warmtevoorziening van de Nederlandse industrie, stelt de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

De provincie Noord-Brabant heeft het Rathenau Instituut verzocht om door middel van een stakeholderanalyse de opvattingen van verschillende belanghebbenden over ultradiepe geothermie in kaart te brengen. Deze vraag sluit aan bij de groeiende aandacht voor geothermie. Onlangs nog heeft het Staatstoezicht op de Mijnen meer aandacht gevraagd voor de risico's die geothermie met zich meebrengt. De aardbevingen als gevolg van gaswinning in Groningen maken duidelijk dat activiteiten in de ondergrond grote gevolgen kunnen hebben voor bijvoorbeeld bewoners. Aandacht voor eventuele risico's is ook bij ultradiepe geothermie van groot belang.

In 'Samen kennis aanboren', brengt het Rathenau Instituut in kaart hoe betrokken partijen denken over de mogelijkheden van ultradiepe geothermie. Het merendeel van de partijen staat er voor open die mogelijkheden verder te verkennen. Tegelijkertijd bestaat er geen gedeeld beeld van wat ultradiepe geothermie precies inhoudt. Ook hebben de geïnterviewden nog veel vragen over nut en noodzaak, veiligheidsrisico's, de business case en benodigde regelgeving. Verder verschilt men van mening hoe en op welk moment de diverse partijen betrokken moeten worden in de verdere ontwikkeling van ultradiepe geothermie. Wel is er grote overeenstemming over dat voor die ontwikkeling breed maatschappelijk draagvlak van groot belang is en dat een bredere kring van betrokkenen een rol moet spelen in het verdere proces.

Eerder onderzoek van het Rathenau Instituut toont dat de ontwikkeling van een met wetenschappelijke onzekerheden omgeven technologie vraagt om een bredere discussie, niet alleen over de technologie zelf, maar ook over de maatschappelijke inbedding daarvan. Het Rathenau Instituut geeft aan hoe een maatschappelijke dialoog met betrokken partijen georganiseerd kan worden: verwachtingen, zorgen, waarden, belangen en (kennis)vragen dienen hierbij aan bod te komen. In deze verkenning formuleren we uitgangspunten voor de provincie Noord-Brabant voor de organisatie van een dialoog over ultradiepe geothermie.

Dr. ir. Melanie Peters
Directeur Rathenau Instituut

Samenvatting

De Nederlandse regering ziet geothermie als een veelbelovende optie om ons land van duurzame warmte te voorzien en de afhankelijkheid van aardgas af te bouwen. Het belang van warmte in de energievoorziening is groot: ongeveer 38% van de primaire energieconsumptie bestaat uit de vraag naar warmte. In veel provincies en gemeenten worden de mogelijkheden voor deze technologie verkend.

Bij geothermie, ook wel aardwarmte genoemd, wordt heet water uit de diepe ondergrond omhoog gepompt en via een warmtewisselaar gebruikt als warmtebron voor huizen en tuinbouwkassen, voor de industrie of als bron voor elektriciteitsproductie. In juli 2017 telde Nederland veertien geothermieprojecten met een diepte van twee à drie km, alle in de glastuinbouw.

Green Deal Geothermie Brabant

In april 2016 sloten het ministerie van Economische Zaken, het ministerie van Infrastructuur en Milieu en 16 Brabantse partners de Green Deal Geothermie Brabant, met als doel versnelling van de ontwikkeling van geothermie in de provincie Noord-Brabant. De provincie is zich er terdege van bewust dat de ontwikkeling van geothermie alleen kans van slagen heeft als ze op voldoende maatschappelijk draagvlak kan rekenen. De provincie wil hierover dan ook de dialoog aangaan met relevante maatschappelijke partijen. In dit verband heeft de provincie Noord-Brabant (i.h.b. het Cluster Natuur, Water en Milieu), het Rathenau Instituut verzocht een uitgebreide stakeholderanalyse over (ultra)diepe geothermie uit te voeren.¹

Ultradiepe geothermie²

De focus van dit onderzoek ligt op ultradiepe geothermie. Er bestaan hoge verwachtingen over deze vorm van geothermie, die nog nieuw is in Nederland. TNO spreekt van ultradiepe geothermie als de bron dieper is dan 4 km en een temperatuur boven de 120°C levert. Door de hoge temperatuur is deze warmtebron bruikbaar voor de industrie. De restwarmte kan vervolgens gebruikt worden door andere warmtevragers zoals glastuinbouw of woningen aangesloten op een warmtenet. De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)³ noemt ultradiepe geothermie zelfs als enige realistische optie voor grootschalige verduurzaming van de warmtevoorziening van de Nederlandse industrie.

Verkenning van kennis en opvattingen over ultradiepe geothermie

Het doel van deze verkenning is om de mogelijkheid en wenselijkheid van een maatschappelijke dialoog over ultradiepe geothermie in kaart te brengen. Aan de hand van interviews laat deze studie zien wat de betrokkenen verstaan onder ultradiepe geothermie, wat hun opvattingen zijn over

¹ Het Rathenau Instituut werkt voor deze stakeholderanalyse samen met Wageningen University and Research (Tamara Metze) en de Technische Universiteit Delft (Eefje Cuppen en Elisabeth van de Grift).

² In dit rapport gebruiken we de definities uit hoofdstuk 2. We gebruiken de termen 'diepe geothermie' en 'ultradiepe geothermie' wanneer de tekst geldt voor één van deze specifieke vormen van geothermie. De termen 'geothermie' of '(ultra)diepe geothermie' gebruiken we wanneer opvattingen gelden voor beide vormen van geothermie.

³ Bijlage I bevat een lijst met afkortingen.

ultradiepe geothermie, welke vragen zij erover hebben en hoe zij aankijken tegen een maatschappelijke dialoog over ultrasdiepe geothermie. In het najaar van 2016 en het voorjaar van 2017 zijn gesprekken gevoerd met 17 betrokken partijen van binnen en buiten de Green Deal Geothermie Brabant. Daarnaast schetst het rapport op basis van een literatuurstudie de stand van zaken op het gebied van (ultra)diepe geothermie: ervaringen met geothermie, kansen en risico's van (ultra)diepe geothermie en bestaande regelgeving.

Stand van zaken

De verkenning begint met te beschrijven hoe geothermie werkt en schetst de ontwikkelingen op het gebied van (ultra)diepe geothermie. In Nederland zijn vanaf 2007 veertien diepe geothermieputten aangelegd bij de glastuinbouw. Het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) constateert hierover dat de initiatiefnemers in deze periode veel technische knelpunten zijn tegengekomen en waarschuwt hen dat er meer aandacht nodig is voor milieu- en veiligheidsrisico's.

Dieper boren levert water met een hogere temperatuur op maar stelt ook hogere eisen aan de boring: er is beter materiaal nodig vanwege de meer corrosieve omgeving en een grotere kans op neerslag en verstopping. Tegelijkertijd is er vanaf 4 km diepte – bij ultrasdiepe geothermie dus – weinig kennis over de Nederlandse ondergrond, door gebrek aan eerder onderzoek (olie- en gasvoorraden bevinden zich op maximaal 3 km diepte).

Vanwege de lagere doorlaatbaarheid op grotere diepte is het mogelijk nodig om hydraulische of chemische stimulatie toe te passen. Bij hydraulische stimulatie wordt het gesteente gebroken door middel van het inspuiten van vloeistof onder hoge druk (ook wel *fracking* genoemd). Bij chemische stimulatie worden chemicaliën gebruikt om het gesteente op te lossen. Deze stimulatie vertoont overeenkomsten met stimulatie bij schaliegaswinning, maar er zijn ook verschillen. Als de doorlatendheid vergroot moet worden, wordt er slechts op één plek en alleen bij het op gang brengen van de waterstroom gestimuleerd. Bovendien zijn er kleine hoeveelheden water nodig en gaat het bij chemische stimulatie vooral om het oplossen van neergeslagen kalk door middel van zuren.

Wij constateren dat experts noch de geïnterviewden een eenduidige definitie hebben van ultrasdiepe geothermie. Dieper boren betekent minder kennis van de ondergrond en meer technische uitdagingen, maar er is geen precieze scheidslijn te trekken tussen diepe en ultrasdiepe geothermie. Wij gebruiken in het onderzoek de volgende werkdefinitie van ultrasdiepe geothermie: een boring op een diepte van minimaal 4 km en een temperatuur vanaf 120 graden waarbij productie van elektriciteit eventueel ook mogelijk is.

Het potentieel van geothermie kan in kaart worden gebracht door middel van seismologisch onderzoek: hierbij wordt gebruik gemaakt van geluidsgolven. Verder vereist een geothermieproject een match tussen het ondergrondse potentieel en de bovengrondse warmtevraag (vanwege warmteverliezen kan warmte niet over al te lange afstanden vervoerd worden).

Risico's van ultradiepe geothermie zijn bodem- en waterverontreiniging als gevolg van lekkage en aardbevingen als gevolg van het injecteren van water. Voor beide geldt dat de kwaliteit van de put en monitoring van deze risico's erg belangrijk zijn.

De business case van ultradiepe geothermie is vaak nog onzeker. Bij een misboring verliest de initiatiefnemer zijn investering in de boorkosten. Het ministerie van EZ onderzoekt daarom de mogelijkheid om de garantieregeling voor diepe geothermie uit te breiden naar ultradiepe geothermie. Daarnaast ontvangen de initiatiefnemers SDE+ subsidie voor de duurzame energie die zij produceren.

Relevante wetgeving voor (ultra)diepe geothermie is de Mijnbouwwet, de Structuurvisie Ondergrond (STRONG) en de Green Deals binnen de provincie Noord-Brabant en die van de Rijksoverheid.

Stakeholderanalyse

Opvattingen over ultradiepe geothermie

We stellen vast dat de mogelijke bijdrage van (ultra)diepe geothermie aan de verduurzaming van de energievoorziening door alle betrokkenen wordt onderschreven. Het merendeel van de stakeholders staat er ook voor open om de mogelijkheden van ultradiepe geothermie verder te verkennen. Niemand staat daar op voorhand afwijzend tegenover.

Wel leven er zorgen over risico's die gepaard kunnen gaan met ultradiepe boringen. Men noemt dan vooral de mogelijke vervuiling van grond- of drinkwater door boringen of lekkages en het mogelijke veroorzaken van aardbevingen. Sommigen staan daarom kritisch tegenover chemische of hydraulische stimulatie. Veiligheid is een belangrijk issue. Dit veiligheidsargument alleen al zorgt ervoor dat men breed belang hecht aan maatschappelijk draagvlak voor ultradiepe boringen.

Verder is het zowel voor veel initiatiefnemers als afnemers nog onduidelijk hoe de business case voor ultradiepe geothermie er (precies) uit ziet. Wegen de benodigde, hoge investeringen voor ultradiepe boringen op tegen de onzekere opbrengsten ervan?

Vragen over ultradiepe geothermie

Bij alle stakeholders leven belangrijke vragen over ultradiepe geothermie. Deze vragen vloeien deels voort uit het beperkte kennisniveau van de betrokkenen. We hebben in Nederland immers nog geen ervaring opgedaan met ultradiepe boringen. Zo willen veel betrokkenen inzicht in:

- wat (ultra)diepe geothermie oplevert in verhouding tot de warmtevraag;
- de samenstelling van de ondergrond en de aanwezigheid van breuken;
- de veiligheidsrisico's van boringen en de wijze waarop deze worden gemonitord;
- de business case van ultradiepe geothermie, zowel ondergronds (kosten van boringen) als bovengronds (benodigde aanpassingen van een warmtenet);
- de organisatie van het benodigde toezicht;
- op welke manier er verbinding kan worden gezocht met een bredere groep aan betrokkenen.

Deze vele en diverse vragen maken dat de meeste betrokken partijen nog geen vastomlijnd standpunt hebben ingenomen over de wenselijkheid en haalbaarheid van ultradiepe geothermie.

Wenselijkheid dialoog

In de interviews hebben de betrokken partijen zich ook uitgesproken over de wenselijkheid van een maatschappelijke dialoog over ultradiepe geothermie. Alle stakeholders onderschrijven het belang van een 'dialoog' of 'gesprek' met de betrokken partijen. Wel heeft men verschillende ideeën over het doel van een dialoog, het geschikte moment, de deelnemers en de organisator.

Een maatschappelijke dialoog is er op gericht om betrokken maatschappelijke partijen de gelegenheid te bieden hun verwachtingen, zorgen en belangen rondom een bepaald onderwerp te uiten. Tegelijkertijd kan men kennisnemen van de verwachtingen, zorgen en belangen van andere partijen. Zo begint een zoektocht naar gedeelde uitgangspunten en voorstellen die op brede steun kunnen rekenen. Het gezamenlijk vergaren van kennis kan een belangrijk onderdeel vormen van de dialoog, zeker bij onderwerpen waarover wetenschappelijke onzekerheden bestaan.

Een aantal partijen pleit voor een meer algemene discussie over nut en noodzaak van ultradiepe geothermie en daaruit voortvloeiende algemene voorwaarden voor ultradiepe boringen. Die discussie zou in een vroeg stadium moeten worden gestart, met een breed palet aan deelnemers (inclusief bewoners die er mogelijk mee te maken krijgen), zodat er vertrouwen ontstaat in het dialoogproces. Volgens anderen is een algemene discussie te vrijblijvend en heeft een dialoog pas zin als er concrete plannen en een business case bestaan voor een project. Vooral actieve partijen zouden hieraan moeten deelnemen. Weer anderen zien een dialoog vooral als een manier om te voorzien in de grote informatiebehoefte van de diverse partijen.

Ook over de organisatie van een dialoog verschillen de meningen. Terwijl sommigen het ministerie van EZ als gewenste organisator zien, denkt het ministerie zelf hiervoor juist aan de initiatiefnemers, en pleiten anderen weer voor een onafhankelijke voorzitter.

Aanbevelingen

Op basis van deze bevindingen doet het Rathenau Instituut de volgende aanbevelingen aan de provincie Noord-Brabant:

Begin op korte termijn een dialoog op provinciaal niveau

Gezien de bereidheid van het merendeel van de betrokkenen om de mogelijkheden van ultradiepe geothermie te verkennen, het gelijktijdig bestaan van veel vragen over verschillende aspecten van ultradiepe geothermie en de behoefte van veel betrokkenen aan maatschappelijk draagvlak beveelt het Rathenau Instituut aan om op korte termijn een dialoog te starten op provinciaal niveau. Wat betreft deelnemers kan als eerste gedacht worden aan de deelnemers van de Green Deal Geothermie Brabant, waar nodig aangevuld met andere relevante betrokkenen.

Besteed aandacht aan kennisopbouw én discussie over waarden en belangen

In de dialoog moeten zowel de kennisvragen als de verwachtingen, zorgen en waarden van de betrokkenen aan bod komen. De onderzoeksagenda moet mede op deze verwachtingen, zorgen en

waarden gebaseerd zijn. Omdat niet alle vragen met extra kennis opgelost kunnen worden, is het verstandig afspraken te maken over een rechtvaardige verdeling van lusten en lasten.

Stel samen een onderzoeksagenda op

Gemeenschappelijke kennisopbouw is een belangrijk onderdeel van de dialoog. Daarom moeten de deelnemers in staat worden gesteld om gezamenlijk een onderzoeksagenda op te stellen. Experts die worden geraadpleegd moeten voor alle deelnemers acceptabel zijn.

Communiceer open en transparant

Wanneer een energietechnologie omgeven is door vragen en onzekerheden en er diverse partijen met verschillende perspectieven bij betrokken zijn, is het essentieel dat alle partijen kennis kunnen nemen van de gang van zaken. Dit is het geval bij ultradiepe geothermie.

Deel inzichten met andere overheden

Op lokaal niveau kunnen kennis en inzichten die de provincie opdoet gemeentelijke energie- en duurzaamheidsspecialisten helpen bij hun afwegingen, op landelijk niveau kan de provincie nuttige input leveren voor beleidsprocessen zoals STRONG en de Green Deal Ultradiepe Geothermie. Omgekeerd zou de provincie Noord-Brabant de eerste ultradiepe proefboring van Trias Westland in de provincie Zuid-Holland als *pilot* kunnen inzetten bij hun maatschappelijke dialoog.

Schep voorwaarden voor een vruchtbare dialoog

Het is essentieel dat de dialoog wordt ingebed in bestaande politieke en beleidsprocessen, dat de uitkomsten ervan open zijn, dat deelnemers het dialoogproces vormgeven en voorwaarden voor ultradiepe geothermie formuleren, dat vakkennis over dialoog beschikbaar is en er een onafhankelijke voorzitter is.

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Samenvatting	6
1 Inleiding: (ultra)diepe geothermie	13
1.1 Methode	16
1.2 Introductie van de stakeholders	18
1.2.1 Politieke en bestuurlijke actoren	18
1.2.2 Drinkwaterbedrijf	19
1.2.3 Mogelijke investeerders en ontwikkelaars	19
1.2.4 Mogelijke afnemers van warmte	19
1.2.5 Maatschappelijke organisaties	20
1.2.6 Overig	20
1.3 Leeswijzer	21
2 Stand van zaken: kansen, risico's en regelgeving	22
2.1 Hoe werkt geothermie?	22
2.2 Is geothermie hernieuwbaar?	23
2.3 De ontwikkeling van diepe en ultradiepe geothermie	23
2.4 Ervaring met geothermie in Nederland en het buitenland	25
2.5 Definitie van ultradiepe geothermie	27
2.5.1 Stakeholders' definities van ultradiepe geothermie	29
2.5.2 Werkdefinitie ultradiepe geothermie	30
2.5.3 Ervaringen met ultradiepe geothermie	32
2.6 Het potentieel van (ultra)diepe geothermie	33
2.6.1 Het ondergronds potentieel	33
2.6.2 Hydraulische en chemische stimulatie	34
2.6.3 Het bovengronds potentieel	37
2.7 Risico's van geothermieboringen	38
2.7.1 Bodem- en waterverontreiniging	38
2.7.2 Aardbevingen	39
2.7.3 Ondergrondse beïnvloeding	40
2.7.4 Geluidshinder	40
2.8 De business case	40
2.8.1 Subsidie	41
2.9 Wet- en regelgeving	42
2.9.1 Mijnbouwwet	42
2.9.2 Structuurvisie Ondergrond	43
2.9.3 Green Deals	45
3 Opvattingen van stakeholders over ultradiepe geothermie	46
3.1 Politieke en bestuurlijke actoren	46
3.2 Drinkwaterbedrijf	47
3.3 Mogelijke investeerders en ontwikkelaars	48
3.4 Mogelijke afnemers van warmte	48

3.5	Maatschappelijke organisaties	49
3.6	Overig	50
3.7	Analyse	50
3.8	Conclusie: opvattingen over ultradiepe geothermie	52
4	Vragen over verschillende aspecten van (ultra)diepe geothermie	53
4.1	Nut en noodzaak	54
4.2	Ondergronds: Boring	55
4.2.1	Technologische vragen	55
4.2.2	Veiligheid	57
4.2.3	Financiële vragen	58
4.2.4	Bestuurlijke vragen	59
4.3	Bovengronds: Eindgebruik	60
4.3.1	Technologische vragen	60
4.3.2	Financiële vragen	61
4.3.3	Bestuurlijke vragen	62
4.4	Communicatie en participatie	62
4.5	Conclusie: vragen over ultradiepe geothermie	63
5	Opvattingen van stakeholders over de wenselijkheid van een maatschappelijke dialoog	65
5.1	Politieke en bestuurlijke actoren	65
5.2	Drinkwaterbedrijf	66
5.3	Mogelijke investeerders en ontwikkelaars	66
5.4	Mogelijke afnemers van warmte	67
5.5	Maatschappelijke organisaties	67
5.6	Overig	68
5.7	Analyse	69
5.8	Conclusie: wenselijkheid van dialoog	70
6	Bevindingen en aanbevelingen	72
6.1	Resultaten stakeholderanalyse	72
6.1.1	Perspectieven op ultradiepe geothermie	72
6.1.2	Vragen over ultradiepe geothermie	73
6.1.3	Wenselijkheid dialoog	73
6.2	Aanbevelingen	74
	Begin op korte termijn een dialoog op provinciaal niveau	74
	Besteed aandacht aan kennisopbouw én discussie over waarden en belangen	75
	Stel samen een onderzoeksagenda op	76
	Communiceer open en transparant	76
	Deel inzichten met andere overheden	76
	Schep voorwaarden voor een vruchtbare dialoog	77
	Bibliografie	78
	Bijlage I: Lijst van afkortingen en definities	85
	Bijlage II: Lijst van interviews	87
	Dankwoord	89
	Over de auteurs	90

1 Inleiding: (ultra)diepe geothermie

De Nederlandse regering ziet geothermie als een veelbelovende optie om Nederland van duurzame warmte te voorzien en de afhankelijkheid van aardgas af te bouwen (Ministerie van EZ, 2015). Niet voor niets presenteerde minister Kamp van Economische Zaken zijn Energierapport 2016 op een locatie waar door middel van geothermie een zwembad en een woningblok verwarmd worden. En in juni 2017 sloten het ministerie van EZ en het ministerie van I&M de *Green Deal Ultradiepe Geothermie*. Ook op lokaal niveau bestaan hoge verwachtingen van geothermie. In de zoektocht naar alternatieven voor aardgas zien veel gemeenten een bijdrage weggelegd voor geothermie: op talloze plekken worden de mogelijkheden voor deze technologie verkend. Tegelijkertijd is geothermie als energietechnologie nog volop in ontwikkeling, zo blijkt ook uit een recent rapport van de toezichthouder, Staatstoezicht op de Mijnen (SodM, 2017a)⁴.

Bij geothermie – of: geothermische energie – wordt heet water uit de diepe ondergrond omhoog gepompt en via een warmtewisselaar gebruikt als warmtebron voor huizen en tuinbouwkassen, voor de industrie of als bron voor elektriciteitsproductie. Geothermie wordt ook wel aardwarmte genoemd. Geothermie ontstaat door natuurlijke radioactiviteit en door uitstraling van warmte vanuit de kern naar de mantel van de aarde. Hierbij geldt: hoe dieper, hoe warmer.

Het belang van warmte in de energievoorziening is groot: ongeveer 38% van de primaire energieconsumptie bestaat uit de vraag naar warmte (Expertisecentrum Warmte, 2013). Geothermie zou mogelijk kunnen voorzien in een belangrijk deel van die vraag (IF WEP et al., 2011). De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland⁵ (RVO) stelt op basis van onderzoek verricht door Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) dat geothermie de enige realistische optie is voor grootschalige verduurzaming van de warmtevoorziening van de Nederlandse industrie (RVO, 2014).

Nederland telde in juli 2017 vijftien geothermieprojecten (Ministerie van EZ, 2017a), alle in de glastuinbouw. In 2016 produceerden deze projecten gezamenlijk ruim 2.600 TJ aan warmte (Ministerie van EZ, 2017a). Dit staat gelijk aan circa 75 miljoen m³ Gronings aardgas, omgerekend het gebruik van 50.000 huishoudens (Milieu Centraal, 2017; Gasunie, 2017).

Green Deal Geothermie Brabant

In april 2016 sloten het ministerie van Economische Zaken, het ministerie van Infrastructuur en Milieu en 16 Brabantse partners de Green Deal Geothermie Brabant (2016)⁶, met als doel versnelling van de ontwikkeling van geothermie in de provincie Noord-Brabant. De partners willen vijf geothermieprojecten ontwikkelen. Hiertoe is Geothermie Brabant BV opgericht, een

⁴ Bijlage I bevat een lijst met afkorting.

⁵ RVO is de uitvoeringsorganisatie van het ministerie van Economische Zaken.

⁶ Deze Green Deal is ondertekend door: de ministeries van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu en 16 Brabantse partners, te weten: gemeente Tilburg, gemeente Helmond, gemeente Breda en gemeente Someren, provincie Noord-Brabant, Energiefonds Brabant, Hydreco Geomec, Agristo, Bavaria, Ennatuurlijk, Vlisco Nederland, Van Gogh Kwekerijen, Stichting Woonpartners, Stichting Wijkraad Rijpelberg en Coöperatie Duurzame Energie Reeshof.

samenwerking van Hydreco en het Energiefonds Brabant. Om de vijf projecten te realiseren, investeren beide partijen in totaal 100 miljoen euro. Met de Green Deal beogen de betrokken partijen gezamenlijk kennis op te doen en te delen, de financieringsmogelijkheden te verbeteren, te profiteren van schaalvoordelen en de toepasbaarheid en effecten van geothermie te monitoren.

De vijf projecten zijn voorzien in Tilburg, Lieshout, Helmond, Asten en Deurne. Het is de bedoeling dat ze warmte gaan leveren aan stadsverwarming, glas- en tuinbouw en industrie of een combinatie daarvan (Green Deal Geothermie Brabant, 2016). Omgerekend moeten de projecten samen 35.000 woningen van warmte kunnen voorzien. De eerste boring is gepland in Tilburg, daarna zou elk jaar minstens een volgend project gestart kunnen worden (Eindhovens Dagblad, 2017). Bij Helmond wordt in het najaar van 2017 de ondergrond in kaart gebracht via seismologisch onderzoek door middel van geluidstrillingen (Energeia, 2017a). Bij dit project zijn naast Geothermie Brabant BV ook Friesland Campina, Bavaria, Mars en Ennatuurlijk betrokken (Geothermie Brabant BV, 2017).

Verzoek Noord-Brabant

De provincie Noord-Brabant streeft naar een duurzame benutting van de ondergrond. (Ultra)diepe geothermie vormt daarvoor een van de mogelijkheden. De provincie is zich er terdege van bewust dat de ontwikkeling van geothermie alleen kans van slagen heeft als deze ontwikkeling op voldoende maatschappelijk draagvlak kan rekenen. De provincie wil hierover dan ook de dialoog aangaan met relevante maatschappelijke partijen. In dit verband heeft de provincie Noord-Brabant (i.h.b. het Cluster Natuur, Water en Milieu), het Rathenau Instituut verzocht een uitgebreide stakeholderanalyse over (ultra)diepe geothermie uit te voeren.⁷ Onderdeel van de stakeholderanalyse vormt het geven van een overzicht van het maatschappelijk veld en van de vragen die bij de diverse stakeholders leven over ultradiepe geothermie.

Ultradiepe geothermie

De focus van dit onderzoek ligt op ultradiepe geothermie. Er bestaan hoge verwachtingen over deze vorm van geothermie, die nog nieuw is in Nederland. TNO spreekt van ultradiepe geothermie als de bron dieper is dan 4 km en een temperatuur boven de 120°C levert (TNO, 2016). Door de hoge temperatuur is deze warmtebron bruikbaar voor de industrie. De restwarmte van deze industriële processen kan vervolgens gebruikt worden door andere warmtevragers zoals glastuinbouw of woningen aangesloten op een warmtenet. We spreken hier van cascadering: het organiseren van een keten van processen om een grondstof optimaal te benutten.

Andere partijen gebruiken overigens andere definities van ultradiepe geothermie. In het Westland wordt in het najaar van 2017 voor het eerst in Nederland geboord naar een diepte van 4 km en een temperatuur van 140 graden (FD, 2017). Bestaande geothermieputten bevinden zich op 2 tot 3 km diepte. Twee technologieën waarbij de aarde ook wordt gebruikt voor warmtevoorziening vallen buiten dit onderzoek: warmtepompen en warmte-koude opslag.

⁷ Het Rathenau Instituut werkt voor deze verkenning samen met Wageningen University and Research (Tamara Metze) en de Technische Universiteit Delft (Eefje Cuppen en Elisabeth van de Grift).

Stakeholderanalyse

Het doel van deze verkenning is om de mogelijkheid en wenselijkheid van een maatschappelijke dialoog over ultradiepe geothermie in kaart te brengen en de contouren te schetsen van de eerste stappen van zo'n dialoog. Dit rapport brengt in kaart wat de geïnterviewden verstaan onder ultradiepe geothermie, wat hun opvattingen zijn over ultradiepe geothermie, welke vragen zij erover hebben en hoe zij aankijken tegen een maatschappelijke dialoog over ultradiepe geothermie. Daarnaast schetst het rapport de stand van zaken: ervaringen met geothermie, kansen en risico's van (ultra)diepe geothermie en bestaande regelgeving.

De volgende vragen staan centraal in deze stakeholderanalyse:

- Wat is de stand van zaken van (ultra)diepe geothermie in termen van kansen, risico's en regelgeving?
- Wat verstaan de verschillende stakeholders onder ultradiepe geothermie?
- Welke opvattingen hebben de verschillende stakeholders over ultradiepe geothermie?
- Welke vragen hebben de verschillende stakeholders over ultradiepe geothermie?
- Welke opvattingen hebben de verschillende stakeholders over een maatschappelijke dialoog over ultradiepe geothermie?

Maatschappelijke dialoog

Op basis van de stakeholderanalyse kan de provincie Noord-Brabant besluiten een maatschappelijke dialoog over ultradiepe geothermie te starten. Een maatschappelijke dialoog is er op gericht om betrokken maatschappelijke partijen de gelegenheid te bieden hun verwachtingen, zorgen en belangen rondom een bepaald onderwerp te uiten. Tegelijkertijd kan men kennisnemen van de verwachtingen, zorgen en belangen van andere partijen. Zo begint een zoektocht naar gedeelde uitgangspunten en voorstellen die op brede steun kunnen rekenen.

Het gezamenlijk vergaren van kennis kan een belangrijk onderdeel vormen van de dialoog, zeker bij onderwerpen waarover wetenschappelijke onzekerheden bestaan. Via een gezamenlijk op te stellen onderzoeksagenda kan men bijvoorbeeld meer zicht krijgen op gezondheids- of veiligheidsrisico's. Het is hierbij van belang dat alle betrokken partijen in de gelegenheid worden gesteld vragen te stellen en bij te dragen aan de uiteindelijke onderzoeksagenda (Blankesteyn et al., 2014). Op deze manier wordt een proces van gezamenlijke kennisopbouw georganiseerd.

Eerder onderzoek van het Rathenau Instituut laat zien dat bij nieuwe technologieën waarbij wetenschappelijke onzekerheden een rol spelen en opvattingen van betrokkenen uiteenlopen, het wenselijk is om een brede kring van partijen bij het onderwerp te betrekken. Vaak blijkt een te kleine groep stakeholders te worden betrokken in het proces. Onderzoek naar proefboringen voor schaliegas (De Vries et al., 2013), het gebruik van verschillende energietechnologieën (Van Est & Van Waes, 2016) en (andere) publieke controversen rond wetenschap en beleid (Blankesteyn et al., 2014) maken dat duidelijk. Ook wordt de gespreksagenda vaak te smal gedefinieerd, waardoor bepaalde opvattingen of belangen onvoldoende aan bod komen. Het onderzoek laat zien dat een te beperkte invalshoek ten koste gaat van het maatschappelijk draagvlak en tot onrust leidt, of reeds ontstane onrust niet wegneemt. Soms wordt in een later stadium alsnog een bredere kring van partijen uitgenodigd, maar is het onderlinge vertrouwen dan al te zeer geschaad om toenadering mogelijk te maken (Blankesteyn et al., 2014).

Reeds bestaand overleg

Rond geothermie bestaan al verschillende overlegstructuren. In Noord-Brabant zijn dat bijvoorbeeld werkgroepen en stuurgroepen die voortkomen uit de Green Deal Geothermie Brabant en de Green Deal Geothermie Brabant Breed, zijn voorganger. Zij bespreken onder meer de verhouding tussen geothermie en drinkwatervoorziening. Geothermie vormt ook een onderwerp binnen de Omgevingsvisie, waarin het gaat over strategische watervoorraden en het energievraagstuk.

Op nationaal niveau is geothermie ook al enkele jaren onderwerp van gesprek (zie ook paragraaf 2.9). Zo organiseerde het ministerie van EZ in het voorjaar van 2016 een Energiedialoog waar duurzame warmte een belangrijk onderwerp was (Ministerie van EZ, 2016a). In juni 2016 vond een stakeholderbijeenkomst plaats over ultradiepe geothermie op initiatief van EBN⁸, het ministerie van EZ en TNO (Ministerie van Economische Zaken, 2016b).

In deze verkenning richten we ons op de provinciale context en op de diepere en warmere varianten van geothermie. Op lokaal en provinciaal niveau spelen andere vragen dan op nationaal niveau. Waar nationale overlegstructuren zich vaak richten op initiatiefnemers, betreft dit onderzoek een bredere kring van betrokkenen. Hieronder vallen zowel zij die mogelijk profiteren van de toepassing van (ultra)diepe geothermie als kritische partijen. Kritiek komt bijvoorbeeld uit de milieuhoeke – en van partijen die negatieve gevolgen zouden kunnen ondervinden van geothermie.

Groeiende weerstand tegen mijnbouwactiviteiten

De laatste jaren krijgen mijnbouwactiviteiten zoals olie- en gasboringen steeds meer aandacht. De aardbevingen als gevolg van gaswinning in Groningen maken duidelijk dat activiteiten in de ondergrond grote gevolgen kunnen hebben voor bijvoorbeeld bewoners. De Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV, 2015) constateert dat de veiligheid van de bewoners in het verleden geen rol speelde in de besluitvorming over de gaswinning. Problemen als gevolg van de aardbevingen worden niet adequaat geadresseerd (OVV, 2017). Deze situatie zorgt ervoor dat weerstand rond nieuwe olie- en gasboringen in het land toeneemt.

1.1 Methode

Stand van zaken

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de stand van zaken met betrekking tot ervaringen met geothermie, de kansen en risico's van (ultra)diepe geothermie en de huidige regelgeving. Dat doen we op basis van literatuuronderzoek en de omschrijvingen die de betrokkenen in de interviews geven van (ultra)diepe geothermie.

Interviews

Voor de stakeholderanalyse zijn interviews gehouden met 17 betrokkenen (zie Bijlage II). Voor de selectie van te interviewen personen is deels geput uit de deelnemers aan de Green Deal Geothermie Brabant, met een zo breed mogelijke spreiding van perspectieven. We spraken met vertegenwoordigers van overheden, bedrijven, energiecoöperaties en maatschappelijke

⁸ EBN is een staatsbedrijf dat participeert in alle olie- en gasboringen in Nederland.

organisaties. Om vertekening van de resultaten (*selection bias*) te voorkomen, zijn daarnaast mensen geïnterviewd die de Green Deal niet ondertekend hebben, er is ook actief gezocht naar personen met een kritische kijk op ultradiepe geothermie. De geïnterviewden introduceren we in paragraaf 1.2.

De ontwikkeling van ultradiepe geothermie in Nederland staat nog in de kinderschoenen. De ideeën van betrokkenen over ultradiepe geothermie blijken ook nog volop in beweging te zijn. Zij breiden hun kennis uit en er is voortschrijdend inzicht, maar nog niet alle betrokkenen hebben een uitgekristalliseerde mening over de stappen die moeten worden gezet in de verdere ontwikkeling van ultradiepe geothermie. Deze studie moet daarom gezien worden als een momentopname van een zeer dynamisch speelveld (zie ook paragraaf 2.3).

De eerste ronde interviews vond plaats in het najaar van 2016. Sommige stakeholders hadden zich op dat moment recent verdiept in (ultra)diepe geothermie en er nog niet echt een mening over gevormd. In het voorjaar van 2017 heeft een tweede ronde interviews plaatsgevonden. Een deel van de eerder geïnterviewden is in deze tweede ronde opnieuw bevraagd, onder meer over het verschil tussen diepe en ultradiepe geothermie. In de tussentijd hadden de geïnterviewden meer kennis opgedaan en konden zij vaak nauwkeuriger hun voorkeuren of reserves ten aanzien van (ultra)diepe geothermie uitspreken. Zo waren ze ook beter in staat aan te geven welke (kennis)vragen voor hun van belang waren.

Tijdens de interviews met de betrokkenen zijn de volgende onderwerpen besproken:

- de achtergrond van geïnterviewde;
- de betrokkenheid van geïnterviewde bij (ultra)diepe geothermie;
- de partijen met wie geïnterviewde samenwerkt;
- wat de geïnterviewde verstaat onder diepe en ultradiepe geothermie;
- welke opvatting de geïnterviewde heeft over ultradiepe geothermie;
- de rol van ultradiepe geothermie in de toekomstige energievoorziening in Nederland;
- belangrijke momenten in de ontwikkeling van (ultra)diepe geothermie;
- gewenste rollen van diverse actoren in de ontwikkeling van ultradiepe geothermie;
- de rol van kennis;
- vragen die de geïnterviewde heeft over (de ontwikkeling van) ultradiepe geothermie;
- de wenselijkheid van een maatschappelijke dialoog over ultradiepe geothermie.

De interviews, die we opnamen en uitwerkten voor het onderzoek, duurden ongeveer een uur. De geïnterviewden ontvingen na afloop zowel het interviewverslag als een beschrijving van hun opvattingen over geothermie, en de wenselijkheid van een maatschappelijke dialoog. We vroegen hen om deze te controleren op onjuistheden. De resultaten van de interviews zijn weergegeven in hoofdstuk 3, 4 en 5.

Terminologie

In de hiernavolgende hoofdstukken gebruiken we de definities uit hoofdstuk 2. Daarbij gebruiken we de termen 'diepe geothermie' en 'ultradiepe geothermie' wanneer de tekst geldt voor één van deze specifieke vormen van geothermie. We gebruiken de termen 'geothermie' of '(ultra)diepe geothermie' wanneer opvattingen gelden voor beide vormen van geothermie.

1.2 Introductie van de stakeholders

De personen die zijn geïnterviewd zijn gegroepeerd in de volgende categorieën:

- Politieke en bestuurlijke actoren,
- drinkwaterbedrijf,
- investeerders en ontwikkelaars,
- mogelijke afnemers van warmte,
- maatschappelijke organisaties en
- overig.

Bij elk van de geïnterviewden wordt vermeld of zij ondertekenaar zijn van de Green Deal Geothermie Brabant.

1.2.1 Politieke en bestuurlijke actoren

Provincie Noord-Brabant

De provincie Noord-Brabant heeft de ambitie in 2050 klimaatneutraal te zijn. Ultradiepe geothermie zou een rol kunnen spelen in deze duurzame energievoorziening. De provincie heeft de wens om een dialoog over ultradiepe geothermie aan te gaan met relevante maatschappelijke partijen. Dit is ook in het kader van haar belang en verantwoordelijkheid voor andere functies in de ondergrond. De provincie heeft een adviesrol bij het verlenen van vergunningen door het ministerie van Economische Zaken en is medeondertekenaar van de Green Deal Geothermie Brabant.

Ministerie van Economische Zaken (Ministerie van EZ)

Het ministerie van Economische Zaken is verantwoordelijk voor energiebeleid en werkt aan het bereiken van de doelstelling van 14% duurzame energie in 2020. Duurzame warmtevoorziening is een belangrijk onderdeel van de energietransitie. Het ministerie van EZ is het bevoegd gezag als het gaat om opsporings- en winningsvergunningen voor activiteiten in de ondergrond op een diepte van 500 meter of meer. Het ministerie is medeondertekenaar van de Green Deal Geothermie Brabant.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (Ministerie van I&M)

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu is betrokken bij geothermie vanuit de Ontwerp Structuurvisie Ondergrond (STRONG). Het ministerie geeft daarin aan dat een afweging tussen energie- en waterkwaliteitbelangen moet worden gemaakt, maar laat vooralsnog de huidige regelgeving in stand. De provincies zouden geothermie, afhankelijk van de locatie, meer prioriteit kunnen geven. Het ministerie is medeondertekenaar van de Green Deal Geothermie Brabant.

Gemeente Helmond

De gemeente Helmond is medeondertekenaar van de Green Deal Geothermie Brabant en al enkele jaren actief met het verkennen van de mogelijkheden voor geothermie. De gemeente is het bevoegd gezag voor het verlenen van de omgevingsvergunning.

1.2.2 Drinkwaterbedrijf

Brabant Water

Drinkwaterbedrijf Brabant Water voorziet 2,5 miljoen inwoners en bedrijven in Noord-Brabant van drinkwater. Het bedrijf is verantwoordelijk voor het leveren van zuiver en veilig drinkwater.⁹

Aandeelhouders van Brabant Water zijn de Provincie Noord-Brabant en 60 gemeenten. Brabant Water is medeondertekenaar van de Green Deal Geothermie Brabant.

1.2.3 Mogelijke investeerders en ontwikkelaars

Hydreco

Hydreco is een dochterbedrijf van Brabant Water. Hydreco levert duurzame warmte en koude uit de bodem. Het bedrijf is medeondertekenaar van de Green Deal Geothermie Brabant en deelnemer in Geothermie Brabant BV – een ondertekenaar van de Green Deal Ultradiepe Geothermie.

Energiefonds Brabant

Het Energiefonds Brabant beheert 60 miljoen euro voor de provincie Noord-Brabant en investeert in duurzame energieprojecten. Het fonds financiert maximaal 25% van de investeringskosten en richt zich op projecten die leiden tot maatschappelijk rendement, waaronder CO₂-reductie. Het Energiefonds Brabant is medeondertekenaar van de Green Deal Geothermie Brabant en deelnemer in Geothermie Brabant BV – een ondertekenaar van de Green Deal Ultradiepe Geothermie.

1.2.4 Mogelijke afnemers van warmte

Bavaria

Bierbrouwer Bavaria heeft ambities om energieneutraal te worden en onderzoekt daarom de mogelijkheden voor geothermie. Daarnaast heeft Bavaria belang bij toegang tot drinkwater van hoge kwaliteit voor haar productie. Naast mogelijke afnemer is Bavaria ook een mogelijke investeerder in geothermie. Bavaria is medeondertekenaar van de Green Deal en deelnemer in het consortium Geothermie Oost-Brabant – een ondertekenaar van de Green Deal Ultradiepe Geothermie.

Vlisco

Vlisco produceert stoffen voor kleding voor de Afrikaanse markt. Het bedrijf is geïnteresseerd in geothermie uit oogpunt van duurzaamheid. Naast mogelijke afnemer is Vlisco ook een mogelijke investeerder in geothermie. Vlisco is medeondertekenaar van de Green Deal Geothermie Brabant.

Coöperatie Duurzame Energie Reeshof (CDER)

De Coöperatie Duurzame Energie Reeshof zet zich in voor betaalbare en duurzame warmte en energie in de Tilburgse wijk Reeshof. CDER is medeondertekenaar van de Green Deal Geothermie Brabant.

⁹ De provincie is verantwoordelijk voor het vaststellen van de voorwaarden waar de drinkwatervoorziening aan moet voldoen.

Wijkraad Rijpelberg Helmond

Wijkraad Rijpelberg faciliteert een burgerinitiatief in Helmond dat is gericht op het verbeteren van verschillende aspecten van de stadsverwarming: het gaat daarbij om het net zelf, het goedkoper maken van energie conform de Warmtewet, en keuzemogelijkheid wat betreft energieleverancier. Het langetermijndoel is om over te stappen op een duurzamere vorm van energie. Wijkraad Rijpelberg is medeondertekenaar van de Green Deal Geothermie Brabant.

1.2.5 Maatschappelijke organisaties

Platform Geothermie

Stichting Platform Geothermie heeft als doel het bevorderen van de toepassing van (diepe) geothermie in Nederland en bestaat uit partijen die zowel de vraag-, advies-, overheids- als aanbodkant van geothermie vertegenwoordigen.

LTO Glaskracht

LTO Glaskracht behartigt de belangen van de Nederlandse glastuinbouwsector en houdt zich bezig met beleidsbeïnvloeding, vaktechniek en innovatie. Momenteel ontwikkelt men (nog) geen ultradiepe geothermieprojecten in Noord-Brabant.

Brabantse Milieufederatie (BMF)

De Brabantse Milieufederatie zet zich in voor een schoon milieu, vitale natuur, gevarieerd landschap en gezonde leefomgeving in Brabant. Daarnaast werkt de BMF mee aan de transitie naar een duurzaam Brabant.

Schaliegasvrij Nederland

Schaliegasvrij Nederland is een coalitie van buurtgroepen en milieuorganisaties die streven naar een algeheel moratorium op het winnen van onconventioneel aardgas (schaliegas en steenkoolgas) door middel van *fracking*.

1.2.6 Overig

Peter van der Gaag, zelfstandig geoloog

Peter van der Gaag is onafhankelijk onderzoeker en adviseur op het gebied van de ondergrond. Hij houdt zich o.a. bezig met zoutkoepels, breuklijnen, meetmethoden, bevingen als gevolg van de gaswinning in Groningen, geothermie en *fracking* in de olie- en gasindustrie.

Ron Lodewijks

Ron Lodewijks is oud-journalist bij het Brabants Dagblad. Hij heeft daar onder andere verslag gedaan van het schaliegasdossier. De heer Lodewijks is tevens voorzitter van de Brabantse Milieufederatie. Voor dit rapport werd hij benaderd in zijn rol als oud-journalist.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 biedt een overzicht van de stand van zaken: kansen, risico's en regelgeving met betrekking tot (ultra)diepe geothermie. Ook beschrijven we wat geïnterviewden verstaan onder ultradiepe geothermie. Hoofdstuk 3 gaat over de opvattingen die stakeholders hebben over ultradiepe geothermie. De vragen die geïnterviewden stellen over (ultra)diepe geothermie komen aan de orde in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 behandelt de ideeën van de betrokkenen ten aanzien van de wenselijkheid van een maatschappelijke dialoog. In hoofdstuk 6 leest u de conclusies en aanbevelingen.

2 Stand van zaken: kansen, risico's en regelgeving

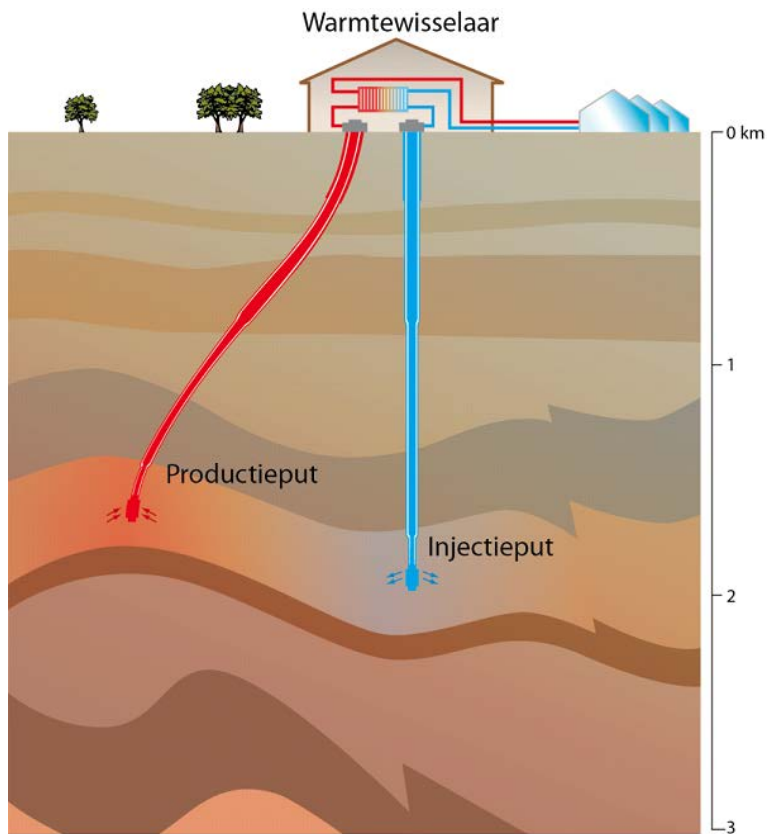
Dit hoofdstuk biedt een overzicht van de verschillende aspecten die spelen rond (ultra)diepe geothermie. Het hoofdstuk bespreekt onder andere hoe geothermie werkt, welke ervaringen er al met geothermie zijn opgedaan en welke verbeterpunten genoemd worden. Ook worden de risico's van ultradiepe geothermie, de business case¹⁰ en relevante regelgeving belicht. Deze onderdelen van het hoofdstuk zijn gebaseerd op literatuuronderzoek.

In paragraaf 2.5 volgt een verkenning van de verschillen tussen diepe en ultradiepe geothermie, en gaan we in op wat stakeholders verstaan onder ultradiepe geothermie. Deze paragraaf is ook gebaseerd op de opvattingen van de geïnterviewden. Vanwege de verwarring die bestaat over de definitie van ultradiepe geothermie formuleren we in dit hoofdstuk een werkdefinitie van ultradiepe geothermie.

2.1 Hoe werkt geothermie?

Een geothermieproject bestaat uit twee buizen, genaamd een doublet. Via de ene buis, de productieput, wordt het water omhoog gehaald. Het gaat om heet, zout water dat formatiewater wordt genoemd (SodM, 2017a). Boven de grond staat een warmtewisselaar die warmte aan het water onttrekt. Via de tweede buis, de injectieput, wordt het afgekoelde water onder druk terug in de bodem geïnjecteerd (zie figuur 2.1). Het ondergrondse water verlaat het buizensysteem dus niet. In de diepe ondergrond liggen deze twee putten ver uit elkaar om te voorkomen dat het teruggepompte, koudere water zich mengt met de warmwaterbron. Bovengronds liggen de putten vaak wel dicht bij elkaar. Dit is mogelijk door de pijpleidingen ondergronds uit elkaar te laten lopen waardoor het bovengronds ruimtebeslag beperkt is (Hagedoorn & Harmsen, 2011). Met het water dat bovengronds is opgewarmd, kunnen bijvoorbeeld kassen verwarmd worden, of een warmtenet gevoed.

¹⁰ We spreken van een business case wanneer een (geothermie)project rendabel is.



Figuur 2.1 Schematische weergave van een geothermie-installatie. Bron: TNO ThermoGIS (2017).

2.2 Is geothermie hernieuwbaar?

Geothermie wordt gezien als een hernieuwbare bron van energie (Ministerie van EZ, 2015). Op de lange termijn koelt het ondergrondse water echter af. Het duurt erg lang voordat de bron zich heeft vernieuwd. Gemiddeld kan een geothermiebron 30 jaar meegaan waarna zij een lange tijd met rust moet worden gelaten om weer op te warmen. Na 130 jaar is ongeveer 80% van de temperatuur bij de injectieput hersteld, volledig herstel zal enkele honderden jaren duren (IF WEP et al., 2011). Geothermie is een relatief schone bron van energie (RVO, 2014). Er wordt namelijk nauwelijks CO₂ of andere schadelijke stoffen uitgestoten. Vergeleken met andere duurzame bronnen heeft energie uit geothermie het voordeel dat het onafhankelijk is van weersomstandigheden (zolang de warmtevoorraad strekt). Dit in tegenstelling tot wind- en zonne-energie (RVO, 2014).

2.3 De ontwikkeling van diepe en ultradiepe geothermie

Figuur 2.2 schetst een beknopte tijdlijn van relevante gebeurtenissen rondom diepe en ultradiepe geothermie.

Diepe geothermie

De huidige diepe geothermieprojecten zijn tot stand gekomen in de periode 2007-2016. In deze periode van tien jaar heeft de provincie Brabant twee Green Deals rondom geothermie afgesloten. Het gaat om de Green Deal Geothermie Brabant Breed (2014), met publieke actoren, en de eerder

genoemde Green Deal Geothermie Brabant (2016), waarbij ook private partijen zijn aangesloten. Het in juli gepubliceerde rapport van toezichthouder SodM biedt een eerste systematische evaluatie van diepe geothermie in Nederland (SodM, 2017a). Deze kritische studie (zie ook paragraaf 2.4) leidde tot Kamervragen (Tweede Kamer, 2017a; Tweede Kamer, 2017b) en bracht geothermie onder de aandacht van het bredere publiek.

Ultradiepe geothermie

Ontwikkelingen rondom ultradiepe geothermie zijn in 2016 van start gegaan met een workshop van EBN, TNO en het ministerie van EZ op 9 juni. In deze prille fase is ook dit onderzoek van het Rathenau Instituut gestart. In de zomer van 2017 krijgt de ontwikkeling van ultradiepe geothermie een nieuwe impuls met het afsluiten van de Green Deal Ultradiepe Geothermie op landelijk niveau. Het eerste ultradiepe geothermieproject staat op stapel: in het najaar van 2017 wordt voor het eerst een geothermieput geboord van 4 km diep (Trias Westlandproject).



Figuur 2.2 Beknopte tijdslijn van gebeurtenissen rondom diepe en ultradiepe geothermie. Bron nieuwe geothermie installaties: Ministerie van EZ (2017a). Ontwerp: René Rikkers.

2.4 Ervaring met geothermie in Nederland en het buitenland

In diverse landen wordt geothermie al lange tijd gebruikt, en het wordt door velen beschouwd als een bron van duurzame energie. In IJsland, bekend van de geisers en vulkanen, is deze warmte bijvoorbeeld bijna direct aan de oppervlakte winbaar en daarmee een zeer betaalbare bron van energie. In Melun, een voorstad van Parijs, draait al sinds 1969 een geothermie-installatie van 2000 meter diep. Deze put wordt geëxploiteerd door Veolia en levert warmte aan enkele duizenden huishoudens (20minutes, 2009).

In Nederland wordt inmiddels al 35 jaar gebruik gemaakt van de warmte van de aarde in bijvoorbeeld warmte-koude opslag (WKO) systemen. Het gebruik van diepe geothermie is sinds 2007 aan een opmars begonnen in Nederland, nadat hiermee al in de jaren '70 en '80 de eerste ervaring is opgedaan (Hagedoorn & Harmsen, 2011). Reden voor deze opmars was een stijgende gasprijs (Energeia, 2012a).

In Nederland draaien op dit moment 15 geothermieprojecten (zie figuur 2.3). Al deze projecten zijn ontwikkeld door tuinders die er hun kassen mee verwarmen (SodM, 2017a). Het merendeel van deze 15 projecten staat in de provincie Zuid-Holland. Deze projecten gaan tot ongeveer 2 à 3 km diepte (SodM, 2017a).



Figuur 2.3 Operationele geothermieputten in Nederland. Bron: Platform Geothermie (2017a).

Bestaande geothermieprojecten zijn ontwikkeld door tuinders die voor de gelegenheid operator worden. Hoewel platformen als de Dutch Association of Geothermal Operators (DAGO) en LTO Glaskracht de uitwisseling van kennis en leerervaringen stimuleren, is het structureel vastleggen en gebruiken van de leerervaringen beperkt (geweest), de tuinder doet het immers meestal maar eenmalig. Toch is in de eerste jaren op basis van de ervaringen met bestaande putten een leerproces doorlopen. Waar een geothermieput in het begin werd behandeld als een waterput, zorgde de bijvangst van olie en gas ervoor dat een geothermieboring in het vervolg moest voldoen aan de eisen die ook gelden voor olie- en gasputten (Kas als energiebron, 2014).

In de operationele fase zijn de belangrijkste problemen *scaling* en corrosie, ook bij goed producerende putten (Degens et al., 2012; IF Technology, 2016; Expertisecentrum financiering duurzame energieprojecten, 2015). Bij *scaling* vormt zich een laagje op de putwand (Energeia, 2012b). Dit laagje kan op verschillende manieren ontstaan, bijvoorbeeld door mineralen die neerslaan. Als gevolg van *scaling* ervoeren de ontwikkelaars problemen met het injecteren van het afgekoelde water; er was hiervoor veel meer druk nodig dan verwacht (Energeia, 2012c). In het programma 'De kas als energiebron' worden oplossingen onderzocht voor deze injectiviteitsproblemen. Bij corrosie is er sprake van aantasting van de *casing* en andere elementen van het systeem door het zoute water. Zowel *scaling* als corrosie worden beheersbaar geacht wanneer de juiste materialen worden gebruikt (Degens et al., 2012). De ontwikkelaars hebben in eerste instantie weinig gebruik gemaakt van kennis uit de olie- en gassector, waar men bekend is met bijvangst en injectiviteitsproblemen. Twee technieken die gebruikt worden in de olie- en gasindustrie zijn een zuurbehandeling en *hydraulic fracturing*. Een andere optie is het maken van een 'bypass' om de verstopping te omzeilen (Energeia, 2015).

Naast *scaling* en corrosie is de kennis over de ondergrond een aandachtspunt. In de praktijk blijkt dat er regelmatig (aanzienlijke) verschillen zitten tussen de kaarten en de daadwerkelijke ondergrond, bijvoorbeeld ten aanzien van de diepte en samenstelling van de lagen (Kas als energiebron, 2013; SodM, 2017). Ten slotte ervaren ontwikkelaars moeilijkheden met het vinden van voorfinanciering (Energeia, 2015) en kunnen ondernemersrisico's niet of slechts tegen zeer hoge premies worden verzekerd (SodM, 2017a).

In haar rapport 'Staat van de Sector Geothermie' concludeert SodM in juli 2017 dat in veel geothermieprojecten "de milieu- en veiligheidsrisico's onvoldoende onderkend [worden], wet- en regelgeving niet goed genoeg nageleefd [wordt] en sprake is van een zwak ontwikkelde veiligheidscultuur" (SodM, 2017a:4). Deze conclusie is gebaseerd op haar ervaringen met bestaande geothermieprojecten en in lijn met de bevindingen uit bovenstaande paragraaf. SodM (2017a) vermoedt dat dit deels het gevolg is van een focus op het laaghouden van de kosten om zo een goedkopere energievoorziening te realiseren. Dit kan leiden tot "gebruik van inferieure materialen en inzet van onvoldoende deskundig personeel" (SodM, 2017a:4). SodM stelt dat de geothermiesector nu volwassen moet worden. Voor een veilige winning van aardwarmte adviseert de toezichthouder de geothermiesector om te investeren in deskundigheid en veiligheid. Voorts vraagt SodM het ministerie van EZ om gebiedsgericht beleid (waar wel/geen geothermie toestaan), helderder regelgeving, en strengere eisen aan deskundigheid en financiële zekerheid van

initiatiefnemers (SodM, 2017a:16-17). SodM is ook kritisch over het voorgenomen project Warmtestad Groningen¹¹ (SodM, 2017b).

Vereniging van geothermie-operators DAGO stelt in een reactie op de Staat van de Sector Geothermie dat veel van de aanbevelingen van SodM al geruime tijd op de agenda van DAGO en haar leden staan (DAGO, 2017). Platform Geothermie onderschrijft dat voor de verdere ontwikkeling van geothermie opschaling en professionalisering vereist zijn en benadrukt dat hiervoor ook al stappen gezet worden (Platform Geothermie, 2017b). De provincie Brabant heeft in reactie op het SodM rapport aangegeven slechts te werken met een gespecialiseerd geothermiebedrijf. Voorts is EBN, het staatsbedrijf dat participeert in alle olie- en gasboringen in Nederland, eind juni 2017 toegetreden tot de Green Deal Geothermie Brabant (EBN, 2017a) en is Brabant Water toegetreden tot de stuurgroep van deze Green Deal (GFActueel, 2017).

2.5 Definitie van ultradiepe geothermie

Voor diepe en ultradiepe geothermie worden verschillende definities gegeven – door experts en door stakeholders. TNO definieert ultradiepe geothermie als volgt: 'bronnen [...] gekarakteriseerd door een combinatie van grote diepte (ongeveer 4 kilometer en dieper) en een temperatuur hoger dan 120°C' (TNO, 2016). Met deze temperatuur kan (ook) de industrie bediend worden. TNO licht toe dat met het oog op de toepassing de temperatuur belangrijker is voor de definitie dan de diepte. De temperatuurgrens hangt samen met het feit dat er pas een acceptabel rendement wordt behaald boven de 100°C. Dit is echter geen harde grens, het rendement neemt geleidelijk toe met de diepte. Bovendien bevindt water van bijvoorbeeld 120°C zich niet overal op dezelfde diepte (TNO, 2016).

Het begrip van ultradiepe geothermie is in beweging. In 2012 legde TNO de grens tussen diepe en ultradiepe geothermie op ongeveer 3,5 km diepte (TNO, 2012). Tabel 2.1 toont het onderscheid zoals TNO dat maakt tussen diepe en ultradiepe geothermie. Voor de verschillende typen geothermie wordt de toepassing, de diepte en de temperatuur op een rij gezet.

¹¹ Begin november 2017 heeft de Groningse gemeenteraad besloten de voorbereidingen voor een boring stil te leggen en een extra haalbaarheidsonderzoek uit te voeren. Bron: RTV Noord (2017).

Tabel 2.1 Kenmerken van diepe en ultradiepe geothermie

Naam	Toepassing	Diepte	Temperatuur van het water
Diepe geothermie	Collectieve toepassingen zonder warmtepomp zoals kassen en woonwijken	1.000 m tot 3.500 m	40°C tot 120°C
Ultradiepe geothermie	Collectieve toepassingen zonder warmtepomp zoals woonwijken en kassen; industriële processen en elektriciteitsopwekking	vanaf 3.500 m	hoger dan 120°C

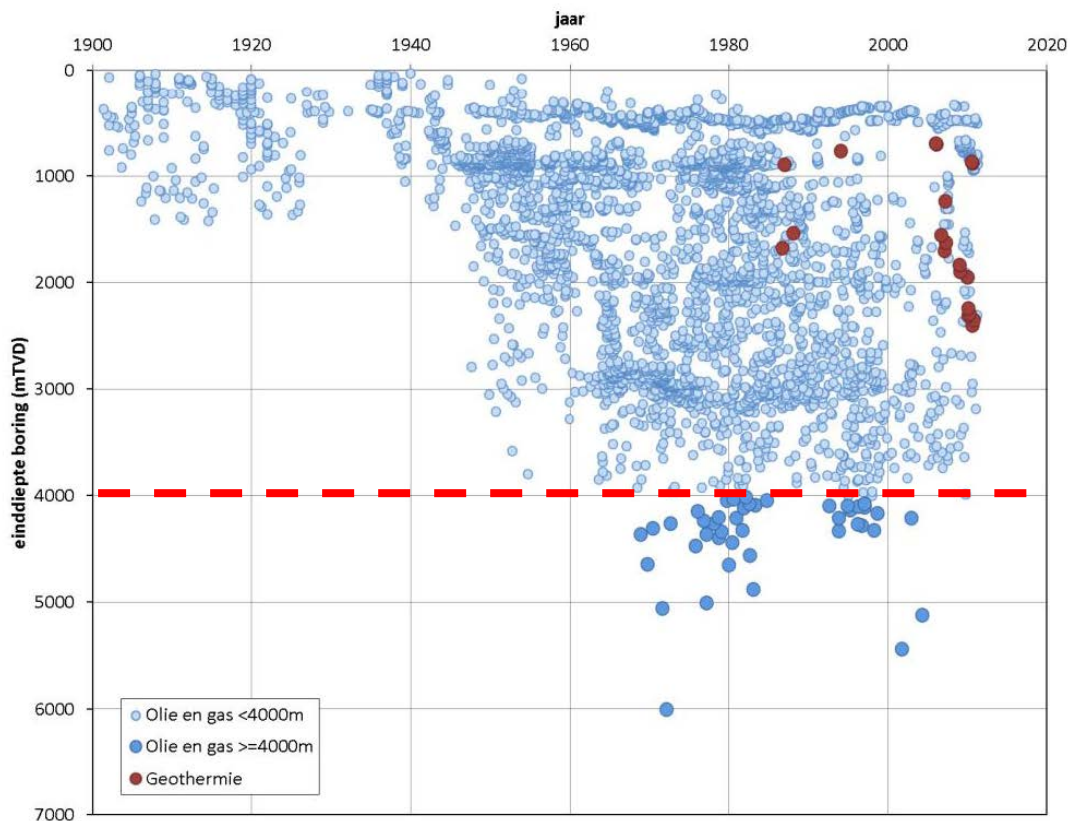
TNO, 2012

Rathenau Instituut

SodM (2017a) spreekt van boringen dieper dan 4 km, waarbij warmte van hoger dan 180 graden kan worden gewonnen voor industriële toepassingen. Bij zeer hoge temperaturen kan middels het warme water ook elektriciteit geproduceerd worden.

Platform Geothermie (op basis van indeling van TNO) maakt het onderscheidt tussen diep en ultradiep op basis van diepte in de ondergrond (alles beneden 3,5 km is ultradiep) en op basis van temperatuur en toepassing: ultradiep is bij een temperatuur van hoger dan 120°C en met processen van elektriciteitsopwekking. Voor die elektriciteitsopwekking is een '*enhanced geothermal system*' nodig – dus ook de technieken kunnen verschillen.

Dieper boren dan 3,5 of 4 km brengt met zich mee dat er minder kennis van de ondergrond is. Van de ruim 4.000 olie- en gasboringen die sinds 1900 op het Nederlandse vasteland gedaan zijn, zijn slechts 41 putten dieper dan 4 km en 6 dieper dan 5 km (zie figuur 2.4). De grens van 4 km staat in de praktijk dus ook voor het verkennen van een nieuwe diepte en dus een verschil in ervaring met de ondergrond, vergeleken met projecten tot 4 km.



Figuur 2.4 Diepte van olie-, gas-, en geothermieboringen in Nederland sinds 1900 (stippellijn op 4.000 meter toegevoegd door auteurs). Bron: TNO (2016).

Deze schaarste van data betekent een grotere onzekerheid voor de initiatiefnemers die een ultradiepe geothermieput willen boren, er is namelijk een groter risico op een misboring (TNO, 2016). Ook de technische uitdagingen op het vlak van corrosie, neerslag en verstopping bij ultradiepe geothermie zijn waarschijnlijk groter dan bij diepe geothermie vanwege de andere samenstelling van het water dat wordt opgepompt (IF Technology, 2016). De corrosieve omgeving vraagt bijvoorbeeld om betere bescherming van de *casing*. Beter materiaal is ook vereist vanwege de hogere druk en temperatuur. De verwachte lagere permeabiliteit van de ondergrond vraagt mogelijk om toepassing van hydraulische en/of chemische stimulatie (TNO, 2015). Ook neemt op grotere dieptes de kans op aardbevingen toe (SodM, 2017a).

Deze paragraaf toont dat er (nog) geen gedeelde definitie van ultradiepe geothermie bestaat onder expertorganisaties in termen van precieze temperatuur en diepte. Wel is er een gedeelde focus op hoge temperaturen ten behoeve van industriële warmtevragers en eventueel elektriciteitsproductie.

2.5.1 Stakeholders' definities van ultradiepe geothermie

Het ontbreken van een eenduidige definitie van ultradiepe geothermie wordt ook duidelijk uit de resultaten van de interviews met stakeholders in dit onderzoek. In deze paragraaf worden de verschillende opvattingen over wat ultradiepe geothermie volgens stakeholders is, uiteen gezet.

Diepte

Stakeholders geven als diepte van ultradiepe geothermie: vanaf 3 km, vanaf 5 km, 6 à 7 km en 7 à 8 km.

Temperatuur en toepassing

Meerdere stakeholders noemen als onderscheidend kenmerk van ultradiepe geothermie de hogere temperatuur en de toepassing in de procesindustrie en voor stoom.

Kennisniveau ondergrond

Verschillende stakeholders noemen het lage(re) kennisniveau over de ondergrond vergeleken met diepe geothermie, en de daarmee gepaard gaande grotere onzekerheden.

Druk en stimulatie

Ook de hogere druk op grotere diepte wordt genoemd door stakeholders. Enkelen noemen ook dat de ondergrond minder poreus is en dat mogelijk stimulatie nodig is vanwege een lager debiet.

Type aardlaag

Enkele stakeholders vinden het type aardlaag het belangrijkste kenmerk van ultradiepe geothermie. Zij spreken daarom bijvoorbeeld liever over 'Kolenkalk geothermie'. De Kolenkalklaag is een minder doorlatende laag, waardoor het interessant wordt om te boren in een breuk.

Corrosie

Stakeholders noemen ook hogere corrosiviteit van water uit diepere aardlagen als een kenmerk van ultradiepe geothermie. Deze hogere corrosiviteit brengt meer schade aan leidingen met zich mee.

Boren

Ook in termen van de boorkosten en boortijd onderscheidt ultradiepe geothermie zich van diepe geothermie. Bij grotere diepte stijgen de kosten exponentieel.

Grotere onzekerheden en technische uitdagingen

Voor sommige stakeholders is kenmerkend voor ultradiepe geothermie dat er sprake is van grotere onzekerheden en technische uitdagingen. Dit betekent dat er ook in economisch opzicht sprake is van grotere investeringsrisico's.

Uit dit overzicht van wat de geïnterviewden verstaan onder ultradiepe geothermie concluderen wij dat de beelden die de betrokkenen hebben van ultradiepe geothermie verschillen en soms zelfs ver uit elkaar kunnen lopen. Zo wordt de diepte van ultradiepe geothermie ingeschat op een spectrum van 3 tot 8 km.

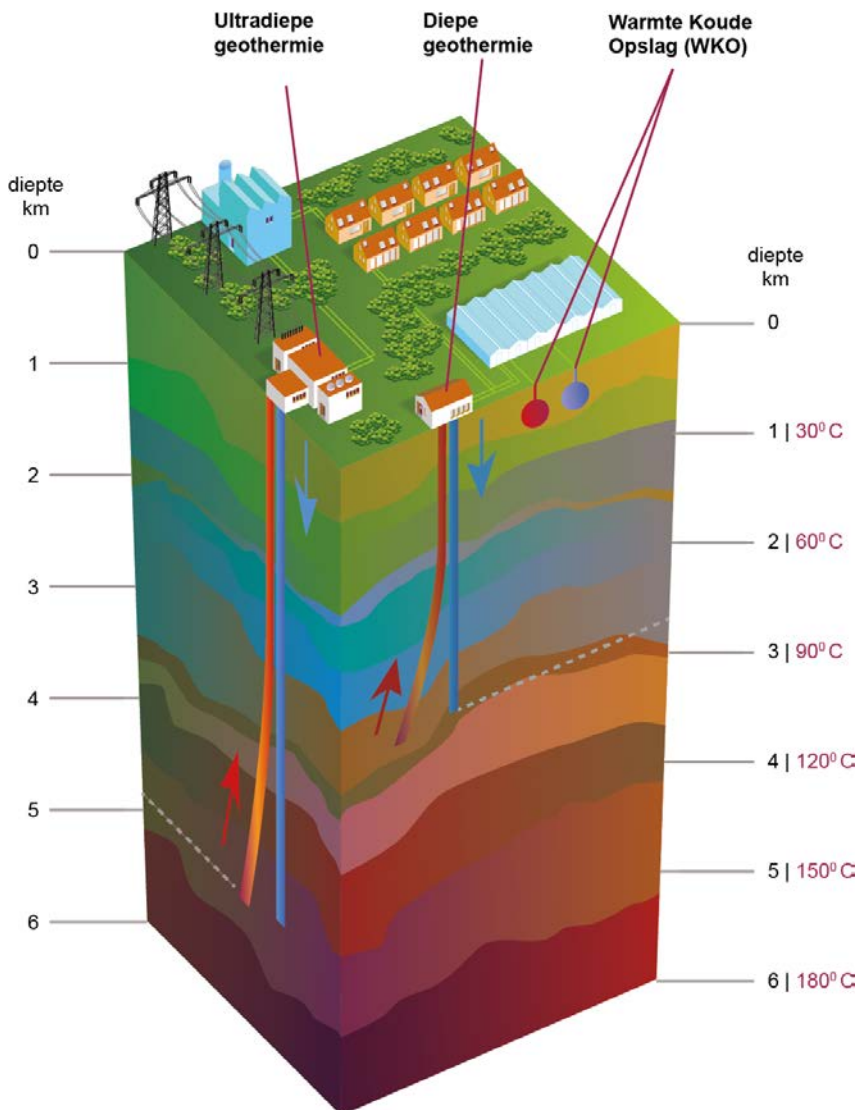
2.5.2 Werkdefinitie ultradiepe geothermie

De twee voorgaande paragrafen laten zien dat hoe dieper er geboord wordt, hoe groter de technische uitdagingen zijn (hogere druk en temperatuur, meer corrosie, langere boortijd, mogelijk stimulatie nodig) en hoe beperkter de kennis is over de ondergrond. Er is echter geen harde

scheidslijn te trekken waar diepe geothermie eindigt en ultradiepe geothermie begint. Daarom is het vaststellen van grenswaarden enigszins arbitrair.

Met de werkdefinitie voor dit rapport sluiten we aan bij de bovengenoemde expertorganisaties, wiens definities een grote mate van overeenkomst vertonen. In dit rapport zullen we de term 'ultradiepe geothermie' gebruiken als er sprake is van een boring op een diepte van minimaal 4 km en een temperatuur vanaf 120 graden waarbij productie van elektriciteit eventueel ook mogelijk is.

In figuur 2.5 worden de verschillen in diepte en toepassing tussen diepe en ultradiepe geothermie (en ook WKO) grafisch weergegeven. Links in de figuur is ultradiepe geothermie afgebeeld, welke hoge temperatuur warmte levert die gebruikt kan worden in de procesindustrie of zelfs voor elektriciteitsproductie. De restwarmte van deze processen kan gebruikt worden voor stadsverwarming. In het midden van de figuur staat een diepe geothermie-installatie, die warmte levert aan kassen en stadswarmte. Hieronder vallen alle bestaande geothermieprojecten in Nederland. Rechts is ook nog WKO afgebeeld, dat zich op veel kleinere diepte bevindt.



Figuur 2.5 Typen geothermie. Gebaseerd op TNO (2013). Ontwerp: Max Beinema/ René Rikkers.

2.5.3 Ervaringen met ultradiepe geothermie

Er zijn in Nederland nog geen ervaringen met ultradiepe geothermie. Ook wereldwijd is het aantal ervaringen hiermee beperkt. Het Joint Research Centre (JRC) van de Europese Commissie heeft wereldwijd 32 projecten geteld, waarvan de helft in Europa (Sigfusson & Uihlein, 2015). Van deze projecten zijn er momenteel 14 in ontwikkeling, 10 zijn gerealiseerd en de rest is stilgelegd of afgebroken. De installatie in Soultz-sous-Forêts is de enige operationele installatie die elektriciteit produceert voor het stroomnet. De overige gerealiseerde installaties leveren alleen warmte.

Een voorbeeld van een ultradiepe geothermieproject in ontwikkeling, is die in Holzkirchen ten zuiden van München. Hier is 5.600 meter diep geboord en is water van 140 graden gevonden dat gebruikt zal worden voor productie van elektriciteit en warmte (Bundesverband Geothermie, 2017). Dichter bij huis ontwikkelt de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek in Mol een project dat op termijn ook elektriciteit moet gaan produceren. Er is geboord tot op 3.800 meter, wat betekent dat

het project qua diepte niet onder onze werkdefinitie van ultradiepe geothermie valt. De boring heeft wel andere kenmerken van ultradiepe geothermie: er wordt geboord in de Kolenkalklaag en er wordt zeer heet water van zo'n 130 graden naar boven gehaald ten behoeve van elektriciteitsproductie en een warmtenet. Tot eind 2017 wordt gewerkt aan de installatie van warmtewisselaars en pompen, in 2018 volgen de bouw van een geothermiec centrale en een warmtenet (VITO, 2017; Groene Courant, 2017).

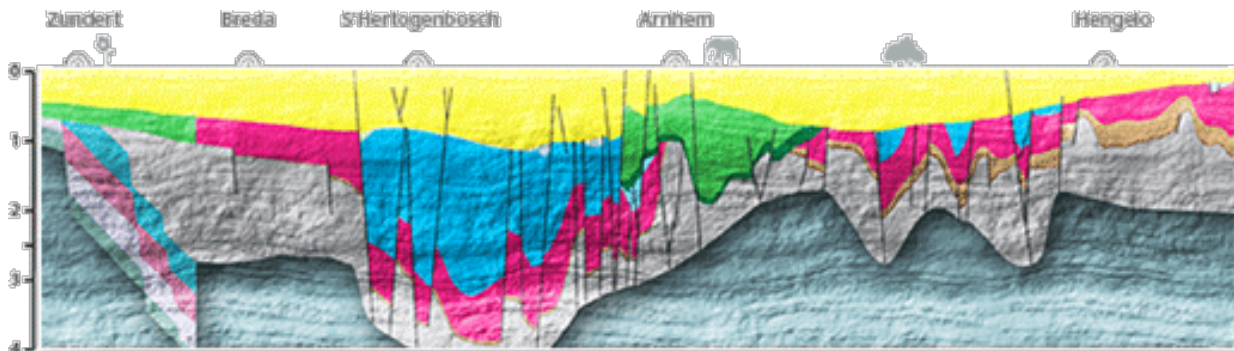
2.6 Het potentieel van (ultra)diepe geothermie

2.6.1 Het ondergronds potentieel

Het potentieel voor geothermie bestaat uit een ondergrondse en bovengrondse component. Het ondergronds potentieel is afhankelijk van een optimale combinatie van temperatuur, *flow* en boorkosten (TNO, 2015). Tezamen bepalen deze drie elementen of er een interessante ondergrondse business case te ontwikkelen is. Ieder van deze drie elementen is afhankelijk van een aantal factoren. De hoogte van de temperatuur wordt bepaald door de mate waarin de warmte dieper in de ondergrond toeneemt, en de mate waarin het gesteente warmte transporteert. Voldoende *flow*, (in het Nederlands doorgaans debiet of volumestroom genoemd), is afhankelijk van de porositeit en permeabiliteit op de boorplek, doorlatendheid en de mogelijkheden tot stimulatie (zie paragraaf 2.6.2). De doorlatendheid neemt doorgaans af met toenemende diepte omdat gesteente daar verder in elkaar wordt gedrukt. Tot slot zijn boorkosten afhankelijk van de diepte, het gesteente, lengte van het boorgat en het al dan niet gebruiken van stimulatie.

Om het ondergronds potentieel in Nederland te kunnen bepalen is kennis van de diepe ondergrond nodig. De ondergrond wordt in kaart gebracht door middel van seismologisch onderzoek. Dit houdt in dat met een trilwagen geluidsgolven de ondergrond in worden gestuurd, die vervolgens na weerkaatsing door geofoons weer worden opgevangen. Op deze manier worden de diepte van de verschillende aardlagen en de breuklijnen bij benadering in kaart gebracht. Seismische informatie geeft echter geen uitsluitsel over doorlatendheid van de aardlagen. Daarnaast neemt de seismische resolutie af bij grotere dieptes, oftewel op grotere diepte wordt de informatie minder gedetailleerd.

In Nederland is in regio's met olie- en gaswinning relatief veel bekend over de ondergrond tot ongeveer 3 kilometer diepte. Dit geldt bijvoorbeeld voor Zuid-Holland, Friesland en Drenthe. Hiervan zijn via seismiek kaarten gemaakt die deels openbaar beschikbaar zijn en deels privaat eigendom van olie- en gasmaatschappijen. Door gebruik te maken van nieuwe seismische filters en innovatieve reprocessing is het mogelijk die informatie geschikt te maken voor gebruik bij diepe geothermie (TNO, 2015). Het is echter onduidelijk of deze informatie ook voldoende bruikbaar is voor ultradiepe boringen. Daarbij komt dat de specifieke geologische omstandigheden ter plaatse sterk kunnen verschillen en pas op het moment van proefboren duidelijk wordt wat de temperatuur en *flow* van een bepaalde bron is (TNO, 2015). Figuur 2.6 illustreert dat aardlagen niet op elke plaats even diep zitten, dat ze niet altijd horizontaal lopen en dat er breuklijnen zijn waar aardlagen verspringen. Dit betekent bijvoorbeeld dat de roze Triaslaag zich op de ene plek op 1500 meter diepte bevindt en verderop op 3500 meter. Als gevolg hiervan kunnen twee boringen van dezelfde diepte toch in een andere aardlaag uitkomen en zijn wellicht andere stimulatiemaatregelen nodig.



Figuur 2.6 Doorsnede van de verschillende aardlagen in de ondergrond. Bron: EBN (2017b).

2.6.2 Hydraulische en chemische stimulatie

Om aardwarmte te kunnen benutten, moet geboord worden in de ondergrond, waarbij warm water wordt opgepompt (zie ook paragraaf 2.1). Dit warme water kan zich bevinden in een watervoerende laag, oftewel een aquifer. Wanneer dit water wordt opgepompt, spreken we van een hydrothermaal systeem. De diepe geothermieprojecten in Nederland maken gebruik van deze waterreservoirs in de ondergrond.

Op grotere dieptes is het door de hogere druk mogelijk dat deze natuurlijke waterhoudende lagen niet aanwezig of niet voldoende toegankelijk zijn. In dat geval kan ervoor worden gekozen om de doorlatendheid van het gesteente kunstmatig te vergroten. Hierdoor kan het water gaan stromen. We spreken dan van *Enhanced Geothermal Systems* (EGS). EGS maakt het mogelijk geothermie toe te passen op plekken waar hydrothermale systemen niet mogelijk zijn.

Bij EGS wordt de doorlatendheid van het gesteente vergroot door middel van stimulatie. Het vergroten van de doorlatendheid van gesteente kan op meerdere manieren worden gedaan, de belangrijkste drie zijn (IF WEP et al., 2011):

- Thermische stimulatie
- Chemische stimulatie
- Hydraulische stimulatie

Bij thermische stimulatie worden zeer hete gesteentes gebroken door onder hoge druk koud water te injecteren. Gelet op de temperatuur in de Nederlandse ondergrond zal dit niet vaak voorkomen omdat het gesteente daarvoor niet warm genoeg is. Bij chemische stimulatie worden bepaalde vloeistoffen, eventueel onder hoge druk, in de boorput geïnjecteerd om de mineralen waaruit het gesteente bestaat deels te laten oplossen, bijvoorbeeld middels zuren. Bij hydraulische stimulatie wordt onder hoge druk een vloeistof (bijvoorbeeld water) het reservoir in gespoten waardoor het gesteente kunstmatig gebroken wordt. Dit wordt ook wel '*fracken*' (breken) genoemd (IF WEP et al., 2011).

Veel van de door ons geïnterviewde betrokkenen gebruiken de term '*fracken*' als containerbegrip: het omvat voor hen zowel hydraulische als chemische stimulatie. Zoals hierboven beschreven, betekent *fracken* strikt genomen alleen het breken van gesteente door het onder hoge druk

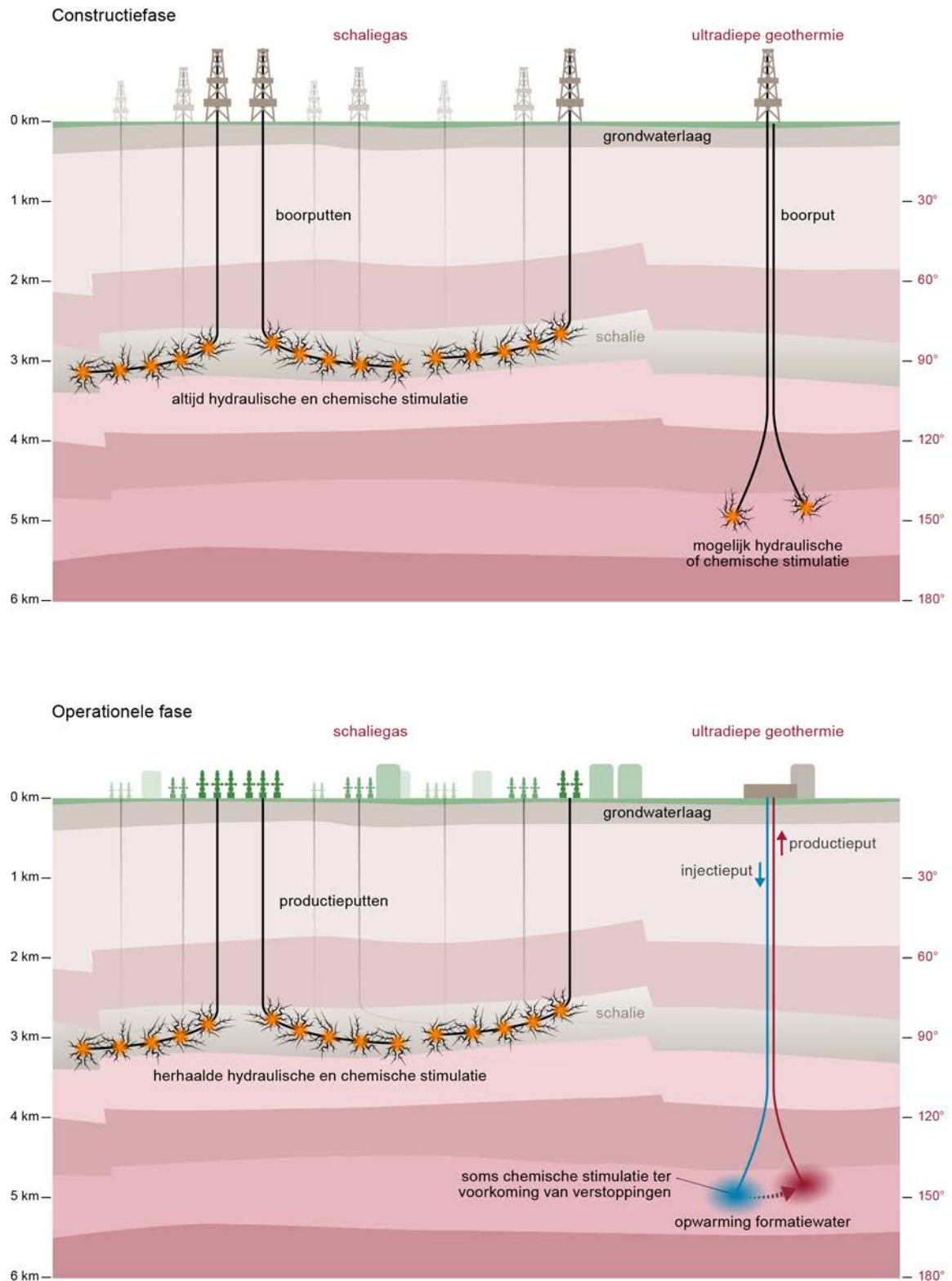
injecteren van een vloeistof. Hydraulische stimulatie (oftewel *fracken*) gaat niet per se gepaard met chemische stimulatie, en chemische stimulatie kan losstaan van hydraulische stimulatie. Om verwarring te voorkomen en zo nauwkeurig mogelijk te omschrijven welke activiteiten er in de ondergrond mogelijk nodig zijn voor ultradiepe geothermie, gebruiken we in dit rapport niet het containerbegrip *fracken*, maar hydraulische stimulatie en chemische stimulatie. In Kader 2.1 wordt toegelicht hoe stimulatie bij geothermie zich verhoudt tot stimulatie bij schaliegas- en olie- en gaswinning. Figuur 2.7 illustreert de verschillen in stimulatie tussen schaliegas- en geothermiewinning.

Kader 2.1 Stimulatie bij ultradiepe geothermie, schaliegas, en olie en gas

De mogelijkheid van stimulatemaatregelen bij ultradiepe geothermie doet denken aan het debat over stimulatie bij schaliegas. Er zijn echter verschillen tussen stimulatie ten behoeve van schaliegaswinning en stimulatie voor ultradiepe geothermie. Bij schaliegaswinning wordt horizontaal geboord en wordt per boring op veel plekken en in grote volumes hydraulisch en chemisch gestimuleerd. Dit is nodig omdat schalie een zeer dicht gesteente is en het schaliegas alleen op deze wijze vrij kan komen. Daarnaast vraagt de winning van schaliegas veel putten in het landschap omdat het gas alleen zeer lokaal gewonnen kan worden en omdat de productie na een aantal jaar snel afneemt. Wanneer de productie afneemt, kan de put opnieuw gestimuleerd worden (RIVM, 2015; CE Delft, 2015; NAM, 2017)

Bij een ultradiepe geothermieboring wordt op één plek verticaal geboord, in gesteente dat enigszins permeabel is. Hydraulische stimulatie is mogelijk nodig voor het op gang brengen van de waterstroom. Zuren zijn mogelijk nodig om *scaling* die op termijn kan ontstaan, te verwijderen. De European Geothermal Energy Council (2013) stelt dat zowel de volumes water als chemicaliën die gebruikt worden kleiner zijn dan bij schaliegas. Ook is er geen sprake van afvalwater tijdens de operationele fase, zoals bij schaliegas.

Stimulatie bij ultradiepe geothermie is beter te vergelijken met stimulatie ter verbetering van de productie van olie- en gasboringen. In de olie- en gaswinning wordt hydraulische stimulatie al sinds lange tijd en op grote schaal toegepast. In Nederland wordt het sinds de jaren vijftig gebruikt om de productie van olie en gas te stimuleren in gesteenten met lage doorlaatbaarheid, vaak in oudere putten (Rijksoverheid, 2017; NAM, 2017).



Figuur 2.7 Verschil stimulatie bij schaliegas en bij geothermie tijdens de constructiefase en de operationele fase. Zie bovenstaand Kader 2.1 voor een toelichting. Ontwerp: René Rikkers.

Naast het boren in een aquifer of het kunstmatig op gang brengen van de flow, is het mogelijk om te boren in de buurt van breuklijnen. Bij breuklijnen is de aardlaag van nature al verbreekt waardoor het water er meer zal stromen (SodM, 2017a). In Zuid-Duitsland is in circa 4 kilometer diepe doubletten in carbonaat gesteente geen stimulatie nodig, door uitstekende doorlatendheid van het reservoirgesteente dankzij 'karst' (een proces waarbij kalksteen oplost in water en daarmee voor doorlatendheid zorgt) en/of natuurlijke breuken (TNO, 2016:10). De injectieput moet echter op voldoende afstand van een breuklijn worden geplaatst, om te voorkomen dat de aardlaag langs deze breuklijn in beweging komt.

2.6.3 Het bovengronds potentieel

Geothermie kan gebruikt worden voor directe warmtelevering en voor het opwekken van elektriciteit. Een combinatie van beiden zorgt voor optimaal gebruik van het potentieel omdat na gebruik voor elektriciteit nog warmte resteert. Deze warmte kan afhankelijk van de temperatuur gebruikt worden voor verwarming van bijvoorbeeld huizen of kassen.

Met een aandeel van ongeveer 38% is warmte een belangrijke energiecomponent in de totale energiemix. De industrie is verantwoordelijk voor 48% van de warmtevraag, de gebouwde omgeving voor 42% en de landbouw voor de resterende 10% (Expertisecentrum warmte, 2013). Duurzame alternatieven voor de warmtevraag van de industrie zijn schaars en slechts 5,3% (54 petajoule) van het warmteverbruik in Nederland wordt momenteel duurzaam opgewekt (CBS, 2015). Naast (ultra)diepe geothermie kunnen in de industrie zonneboilers worden gebruikt, maar deze zijn met name interessant voor lage temperaturen (<90°C), hoewel er ontwikkelingen gaande zijn die ook hogere temperaturen mogelijk maken (RVO, 2015). Andere opties zijn duurzame biomassa of het gebruik van restwarmte en warmtepompen, maar ook deze zijn met name voor lagere temperaturen interessant. Mogelijke industriële afnemers van geothermische warmte zijn de papierindustrie, de voedings- en genotmiddelenindustrie en de chemische industrie aangezien zij belangrijke industriële warmtevragers zijn (31% van de totale industriële warmtevraag) en wensen te verduurzamen (RVO, 2014).

In de gebouwde omgeving is het van belang dat een (groot) aantal warmtevragers verenigd wordt en dat de warmte direct op het net ingevoed kan worden om het gebruik van de grote hoeveelheden warmte rendabel te maken. Met name warmtenetten zijn daarmee interessante afnemers, zowel reeds bestaande als nieuw aan te leggen warmtenetten. Bij reeds bestaande netten zijn daarvoor waarschijnlijk wel aanpassingen nodig. Voor nieuw aan te leggen warmtenetten geldt dat dit het meest kostenefficiënt is wanneer deze direct bij de bouw van woningen worden aangelegd. Het aantal grootschalig nieuw aan te leggen woonwijken is in de komende jaren waarschijnlijk echter gering. Ook is het imago van warmtenetten niet overal positief. Afnemers stellen dat de kosten hoog zijn en men gebonden is aan een monopolist als aanbieder en dus niet de mogelijkheid heeft om te switchen (Haffner et al., 2016).

Bovengronds lijkt geothermie het meest interessant daar waar er een combinatie van warmtevragers is. Afzetten van warmte zo dicht mogelijk bij de bron is economisch het meest efficiënt omdat de aanleg van pijpleidingen gepaard gaat met hoge kosten en moet worden

ingepast in de bestaande infrastructuur. De gevraagde temperatuur verschilt per warmtevrager. Voor elektriciteitsproductie en industriële processen is een hogere temperatuur (120-250°C) nodig dan voor het verwarmen van huizen (70°C tot 90°C). Dit biedt de optie om te cascaderen waarbij de warmte na gebruik in de industrie input kan zijn voor een andere warmtevrager zoals een warmtenet. Op die manier wordt optimaal gebruik gemaakt van de beschikbare warmte. Echter, hoe verder het water afkoelt hoe moeilijker het is om het weer terug de grond in te pompen, met bijkomende kosten en risico's. Bovendien leidt cascaderen tot afhankelijkheden tussen partijen. Een storing op de ene plek kan dan leiden tot een storing op een andere plek.

Een studie in opdracht van RVO stelt dat 70% van de bovengrondse potentie overeenkomt met de ondergrondse potentie van ultradiepe geothermie (IF WEP et al., 2011). Dat wil zeggen dat op 70% van de plekken waar voldoende vraag is naar warmte en energie ook mogelijkheden zouden kunnen zijn voor ultradiepe geothermie. Daarbij zijn de onderzoekers ervanuit gegaan dat daar waar onvoldoende warmtevraag is, elektriciteitsproductie kan plaatsvinden. Zoals hierboven reeds is opgemerkt, moet daarbij in aanmerking worden genomen dat er weinig bekend is over de ondergrondse potentie dieper dan 3.000 meter en dat lokale omstandigheden sterk kunnen verschillen. Of deze aansluiting van bovengrondse en ondergrondse potentie zich lokaal daadwerkelijk voordoet zal per plek moeten blijken.

2.7 Risico's van geothermieboringen

Afhankelijk van het soort techniek voor winning van geothermie, spelen de volgende risico's in meer of mindere mate. SodM merkt op dat lokale overheden zoals gemeenten, provincies en waterschappen niet aantoonbaar voldoende op de hoogte zijn van de risico's van geothermie (SodM, 2017a).

2.7.1 Bodem- en waterverontreiniging

In principe is er bij geothermiesystemen geen beïnvloeding van oppervlaktewater en ondiep grondwater. Het opgepompte water verlaat de buizen immers niet. In geval van lekkage tijdens de opsporing en winning van geothermie kunnen watervoerende lagen met zoet (drink)water echter vermengd raken met zout formatiewater. SodM (2017a) noemt het risico hierop 'aanzienlijk'. Ook kunnen de stoffen om *scaling* en corrosie tegen te gaan in het drinkwater terechtkomen (SodM, 2017). Door middel van adequate behuizing moet daarom worden voorkomen dat lekkage optreedt (VITO et al., 2015). Er zijn op dit moment geen duidelijke voorschriften voor de vereiste dikte van de *casing* (het omhulsel van de buis) en de kwaliteit van het materiaal dat wordt gebruikt voor geothermieboringen (SodM, 2017a). Daarbij moet een afweging worden gemaakt tussen optimale veiligheid en kosten. SodM pleit voor strengere wet- en regelgeving aangaande materiaalkeuze en putontwerp (2017a). KWR Water komt tot een soortgelijke analyse en aanbevelingen (KWR Water, 2016).

Bij het testen van een geothermieput komt testwater vrij, wat voor verontreiniging kan zorgen aan bodem, grond- en of oppervlaktewater door morsen of inadequate opslag. Hiervoor worden inmiddels aanvullende eisen gesteld (SodM, 2017a). Een ander aspect met mogelijk effect op de waterkwaliteit is de warmte-uitstraling. Omdat er vanuit een put continu warmte door andere lagen

wordt getransporteerd, kan dit leiden tot effecten op andere watervoerende lagen. Er is momenteel nog weinig bekend over dit effect (Bloemendal et al., 2016).

2.7.2 Aardbevingen

Geothermie kan leiden tot niet-natuurlijke aardbevingen, zogenaamde geïnduceerde seismiciteit (Bruhn, 2014). Als bij boringen voldoende rekening wordt gehouden met natuurlijk breuken in de ondergrond is de kans op aardbevingen bij geothermie in Nederland klein (SodM, 2017a). De kans hierop is het grootst wanneer de doorlatendheid van het gesteente moet worden verhoogd via stimulatie om voldoende flow en druk te halen. De kans op aardbevingen en hun kracht hangt af van de gebruikte techniek en van een aantal factoren zoals de lokale geologie, het geïnjecteerde volume dat nodig is om te stimuleren, de samenstelling van de geïnjecteerde vloeistof en de diepte waarop stimulatie plaatsvindt. SodM (2017a) stelt dat “injectie van water in of nabij natuurlijke breuken bijna altijd gepaard gaat met bevingen” (p. 10). Dit is ook het geval bij het onder druk injecteren van afgekoeld water. Er is dan ook altijd een locatie-specifieke analyse nodig om de kans en impact van het aardbevingsrisico te bepalen (Majer et al., 2007). Ook is het mogelijk dat een natuurlijke aardbeving die anders ook voorgekomen zou zijn enkele tientallen jaren eerder plaatsvindt. SodM (2017a) adviseert terughoudend te zijn met boren in gebieden met natuurlijke seismiciteit (Oost-Brabant) of gebieden met seismiciteit als gevolg van gaswinning (Groningen).

In het Duitse Poing, ten oosten van München, werden in december 2016 vier bevingen geregistreerd. Deze zijn waarschijnlijk veroorzaakt door de geothermie-installatie. Het ging om bevingen met een kracht tussen de 2,1 en 2,4 op de schaal van Richter (Süddeutsche Zeitung, 2016). Na nog een beving in september 2017 werd de installatie tijdelijk stilgelegd (Süddeutsche Zeitung, 2017). De oorzaak van de bevingen wordt onderzocht. Bij het project in Mol, België worden bevingen tot 0,9 op de schaal van Richter gemeten. De seismiciteit wordt nauwkeurig gemonitord om de kans op sterkere bevingen te beperken (EOS Wetenschap, 2017). Het is van belang op te merken dat de kans op en kracht van bevingen onder meer afhankelijk is van de lokale geologische omstandigheden.

Door het monitoren van de seismiciteit kan de kans op schade door bevingen verminderd worden. Twee geothermieprojecten in Noord-Limburg zijn aangelegd in een breuk, omdat het water daar makkelijker stroomt. De aanwezigheid van de breuk betekent ook dat er een groter risico is op bevingen. Daarom is er een monitoringssysteem aangelegd dat kleine trillingen kan waarnemen. Als er een kleine trilling wordt gemeten, wordt de winning direct stilgelegd. Vervolgens wordt uitgezocht wat de trilling veroorzaakt heeft. Op deze manier wordt de kans op een schadeveroorzakende beving verkleind (SodM, 2017a).

Hoewel de kracht van de beving beperkt kan zijn, is het effect van mogelijke aardbevingen in Nederland relatief groot. Voornaamste reden daarvoor is dat in Nederland huizen en infrastructuur niet gebouwd zijn op aardbevingen vanwege de afwezigheid van natuurlijke aardbevingen. Een relatief beperkte beving kan dan al voor veel materiële schade en onrust zorgen. In gebieden waar natuurlijke aardbevingen voorkomen, is de tolerantie van burgers voor bevingen hoger vanwege aardbevingsbestendige infrastructuur en gewinning.

2.7.3 Ondergrondse beïnvloeding

Wanneer meerdere geothermieputten in elkaars buurt worden geplaatst, kan concurrentie ontstaan om het (warme) water. Een goedlopende put kan positieve en negatieve invloed hebben op de circulatie en kwaliteit van een naburige put. Dat maakt goed overleg noodzakelijk. Daarnaast wordt in Nederland onderzocht of het mogelijk is om CO₂ ondergronds op te slaan, ook dat kan concurreren met het boren naar aardwarmte. Een ander aspect is de mogelijke stroming die tussen verschillende lagen kan ontstaan als gevolg van boringen door scheidende lagen. Hierdoor kan de kwaliteit van grondwaterlagen worden beïnvloed (Bloemendal et al., 2016). Tot slot speelt hier ook drinkwater een belangrijke rol. Hoewel dit vooral in ondiepe lagen wordt gewonnen kan er wel sprake zijn van ondergrondse beïnvloeding en concurreert geothermie als functie met de functie van drinkwatervoorziening.

2.7.4 Geluidshinder

Tijdens het boren van de doubletten kan er sprake zijn van geluidshinder. Het boren en aanleggen van de twee putten neemt afhankelijk van de diepte vijf tot acht maanden in beslag. Een mogelijkheid om geluidshinder te beperken is het plaatsen van geluidswanden. Tijdens het boren moet worden voldaan aan het Besluit Algemene Regels Milieu Mijnbouw (Kas als energiebron, 2013).

2.8 De business case

Om te kunnen bepalen of er ondergronds potentieel is, is seismologisch onderzoek nodig en moeten proefboringen worden gedaan. Pas daarna is bekend wat de potentie van de bron is. Echter, de boorkosten beslaan 70% van de totale kosten van een geothermie-installatie. Een diep geothermieproject kost tussen de 10 en 20 miljoen euro (SodM, 2017a). Op basis van gegevens over olie- en gasboringen is berekend dat een boring naar 5-7 kilometer diepte tussen de 15 en 35 miljoen euro kost (TNO, 2015). RVO schat in dat de kans op misboring bij diepe geothermie tot ongeveer 3.500 meter relatief klein is. Maar de kosten bij een misboring zijn hoog. Om dit risico te verzachten heeft het ministerie van Economische Zaken een garantieregeling waarbij beneden een bepaalde temperatuur en *flow* van de bron een schadevergoeding wordt uitgekeerd. De minimale temperatuur en *flow* worden per bron bepaald op basis van locatiespecifiek onderzoek. Deze garantieregeling is alleen beschikbaar voor geothermie tot 3.500 meter, waar de risico's kleiner zijn dan bij ultradiepe geothermie. De minister van Economische Zaken kijkt momenteel naar de mogelijkheden om de garantieregeling uit te breiden voor ultradiepe geothermie (Ministerie van Economische Zaken, 2017b)

De business case is ook sterk afhankelijk van voldoende afnemers die een afnamegarantie willen geven voordat het project start. Dit is het bovengronds potentieel. De rentestand, de gasprijs en de mogelijkheden om interne bedrijfsprocessen aan te sluiten op nieuwe energievormen zijn medebepalend voor dit bovengronds potentieel. Op dit moment zijn de rentes laag, wat investeren aantrekkelijk maakt. De gasprijs is echter ook laag, zeker voor de industrie, wat investeren onaantrekkelijk maakt. Daarnaast is het lastig om afnamegaranties te verkrijgen, wanneer niet duidelijk is wat het ondergronds potentieel is omdat daarvoor eerst geboord moet worden.

Tegelijkertijd zal niemand gaan boren als er geen afnamegarantie is, aangezien 70% van de kosten dan reeds gemaakt moeten worden.

Een succesvol geothermieproject vraagt om een match van vraag en aanbod op één locatie. Naast voldoende *flow* en temperatuur moeten er ook afnemers zijn. Het is immers kostbaar en niet energie-efficiënt om warmte te transporteren. Dit betekent dat ultradiepe geothermie te maken heeft met een klassiek kip-ei-probleem. De ondergrondse potentie blijft onduidelijk tot het moment van de boring, wat implicaties heeft voor de business case. Omdat de potentie en de kosten onzeker zijn, is het ook niet aannemelijk dat de bovengrondse infrastructuur voorafgaand aan de boring al aangepast kan worden aan, of gebouwd voor, de nieuwe warmtebron (in het geval van een warmtenet voor de gebouwde omgeving). Wanneer de vraag echter niet zeker is gesteld, kunnen operators hun business case niet sluitend maken, waardoor er niet geboord zal worden.

De marges op een geothermieproject zijn klein. De problemen met het vinden van een business case zorgen er voor dat een groot deel van de projecten met een subsidiebeschikking (nog) niet is gerealiseerd. Van de 54 projecten die sinds 2012 een SDE+ subsidiebeschikking ontvingen, waren begin 2016 slechts 12 projecten operationeel, 27 projecten hebben hun aanvraag ingetrokken (RVO, 2016).

2.8.1 Subsidie

Sinds 2012 is het mogelijk om voor geothermie SDE+ subsidie aan te vragen. De subsidie keert jaarlijks het verschil uit tussen de marktprijs en de kostprijs van duurzaam gewonnen energie op basis van nacalculatie gedurende vijftien jaar en neemt daarmee de onrendabele top per eenheid energie weg. Op basis van tendering worden de economisch meest aantrekkelijke projecten gesubsidieerd, dat wil zeggen de projecten waarbij het verwachte verschil tussen marktprijs en kostprijs per energie-eenheid het laagst is.

Naast de SDE+ subsidie heeft het ministerie van EZ ook de hierboven genoemde garantieregeling voor diepe geothermie om het risico op misboringen te verzekeren. Hierbij betaalt de initiatiefnemer een premie van 7% over het maximale verzekerde bedrag aan het ministerie. Het ministerie keert de verzekering uit als de boring aantoonde dat de temperatuur en *flow* onder een vastgestelde drempelwaarde zitten. Hierbij wordt maximaal 85% van de subsidiabele kosten, zijnde de boorkosten, vergoed. Naast het eigen risico van 15% hebben initiatiefnemers doorgaans ook nog andere kosten die niet subsidiabel zijn, wat zorgt voor een oplopend eigen risico dat moeilijk te financieren is. In juni 2017 kondigde het ministerie van EZ aan te onderzoeken of de garantieregeling passend gemaakt kan worden voor ultradiepe geothermieboringen (Ministerie van EZ, 2017b).

Ook onderzoekt het ministerie van EZ de mogelijkheden om Energiebeheer Nederland (EBN) een financiële rol te laten spelen in geothermieboringen. EBN participeert voor 40% in alle olie- en gasboringen op Nederlandse bodem. De minister overweegt om financiële deelname van EBN in geothermie en in het bijzonder ultradiepe geothermie mogelijk te maken (Ministerie van EZ, 2017b).

2.9 Wet- en regelgeving

2.9.1 Mijnbouwwet

Geothermie op een diepte van meer dan 500 meter valt onder de Mijnbouwwet. In deze wet worden alle activiteiten geregeld die te maken hebben met de winning van delfstoffen. Ook worden hierin de rollen en bevoegdheden van de verschillende overheden geregeld. Voor een geothermieboring zijn een *opsporingsvergunning*, een *winningsvergunning* en een goedgekeurd *winningsplan* nodig op grond van de Mijnbouwwet (SodM, 2017a). Verder is een *omgevingsvergunning* nodig op basis van de Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht (WABO). Het ministerie van Economische Zaken is het bevoegd gezag voor zowel de Mijnbouwwet als de WABO. Het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) treedt op als adviseur van EZ en als toezichthouder. Provincies en gemeenten hebben een adviesrol.

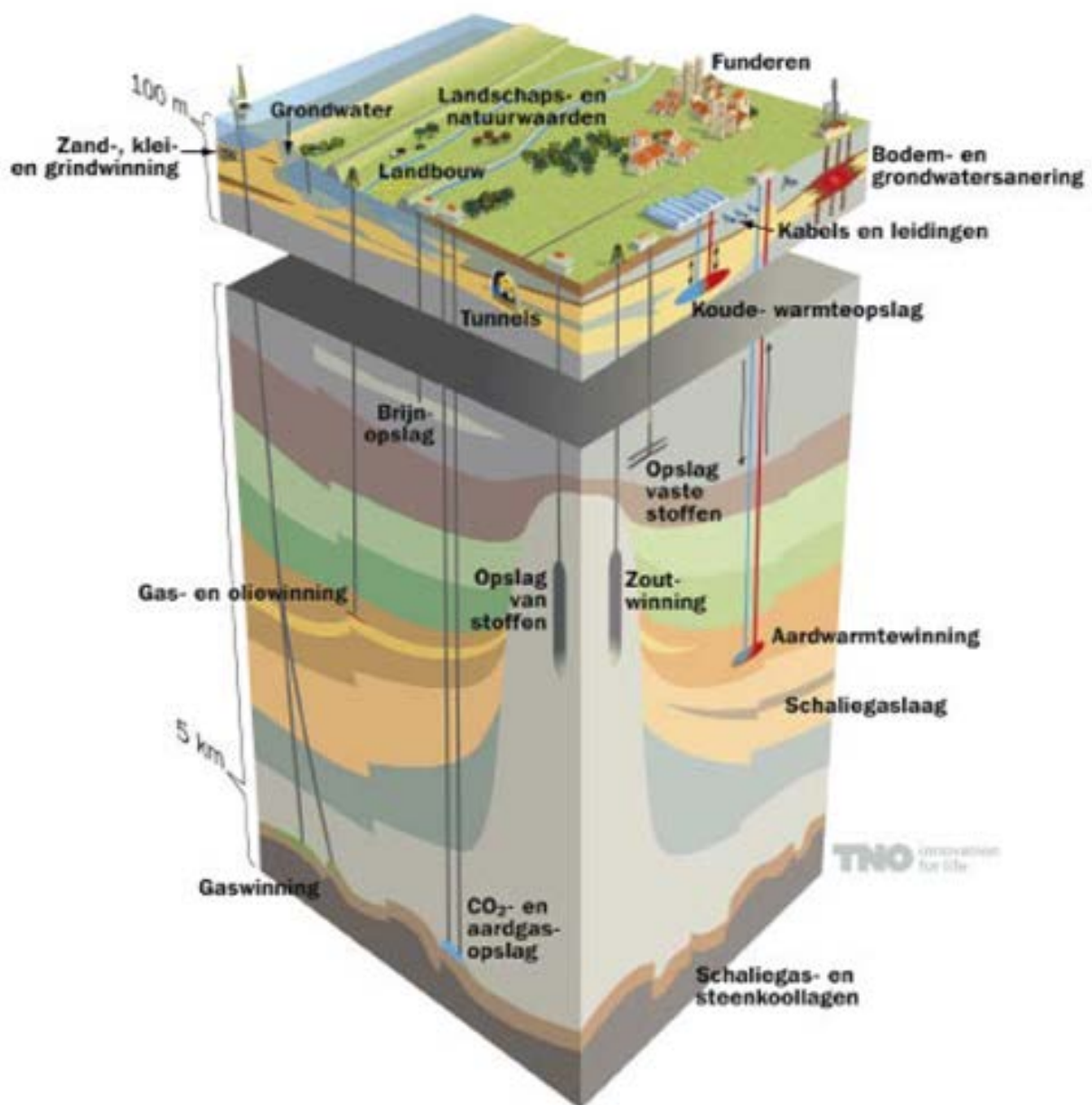
Voor een proefboring zijn zowel een opsporingsvergunning als een omgevingsvergunning nodig. Voor een opsporingsvergunning dient de aanvrager aan te tonen dat zij over de kennis, ervaring en voldoende financiële middelen beschikt om een boring uit te voeren. De omgevingsvergunning heeft betrekking op het bouwen van de putkelder en het aanleggen van de installatie. Bij de voorbereiding van de proefboring moet de initiatiefnemer bij SodM aantonen dat die veilig zal zijn en volgende wettelijke regels zal plaatsvinden (SodM, 2017a). Formeel moet hierna nog een winningsvergunning en goedkeuring van het winningsplan worden verkregen. In het winningsplan vermeldt de initiatiefnemer wijze en duur van de winning, verwachte hoeveelheid aardwarmte, verwachtingen over bodembeweging en hoe schade als gevolg van bodembeweging wordt voorkomen.

In de praktijk van geothermieprojecten (en ook bij kleine olie- en gasvelden) loopt de opsporingsfase met een proefboring automatisch door in de exploitatiefase. Een geothermieput die niet gebruikt wordt kan bijvoorbeeld verstopt raken (SodM, 2017a). Het ministerie van EZ heeft vaak echter nog geen winningsvergunning afgegeven binnen de daarvoor gestelde termijn. Dit zorgt ervoor dat geen van de lopende geothermieprojecten op dit moment een goedgekeurd winningsplan heeft. De lange reactietermijn van het ministerie van EZ hangt samen met het doelstellende karakter van de Mijnbouwwet. Deze doelstellende bepalingen zijn toegesneden op de olie- en gassector, maar bieden de geothermiesector onvoldoende concrete aanwijzingen. Het ontbreken van voorschriften en winningsplannen maakt dat SodM onvoldoende handvatten heeft voor toezicht en handhaving (SodM, 2017a). Zij vraagt het ministerie van EZ daarom om voorschrijvende wetgeving te maken voor geothermieboringen, bijvoorbeeld door een best beschikbare techniek voor te schrijven.

Op verzoek van de Tweede Kamer is in mei 2017 het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw opgericht, dat moet zorgen voor een onafhankelijke beantwoording van vragen gerelateerd aan mijnbouw (SodM, 2017c).

2.9.2 Structuurvisie Ondergrond

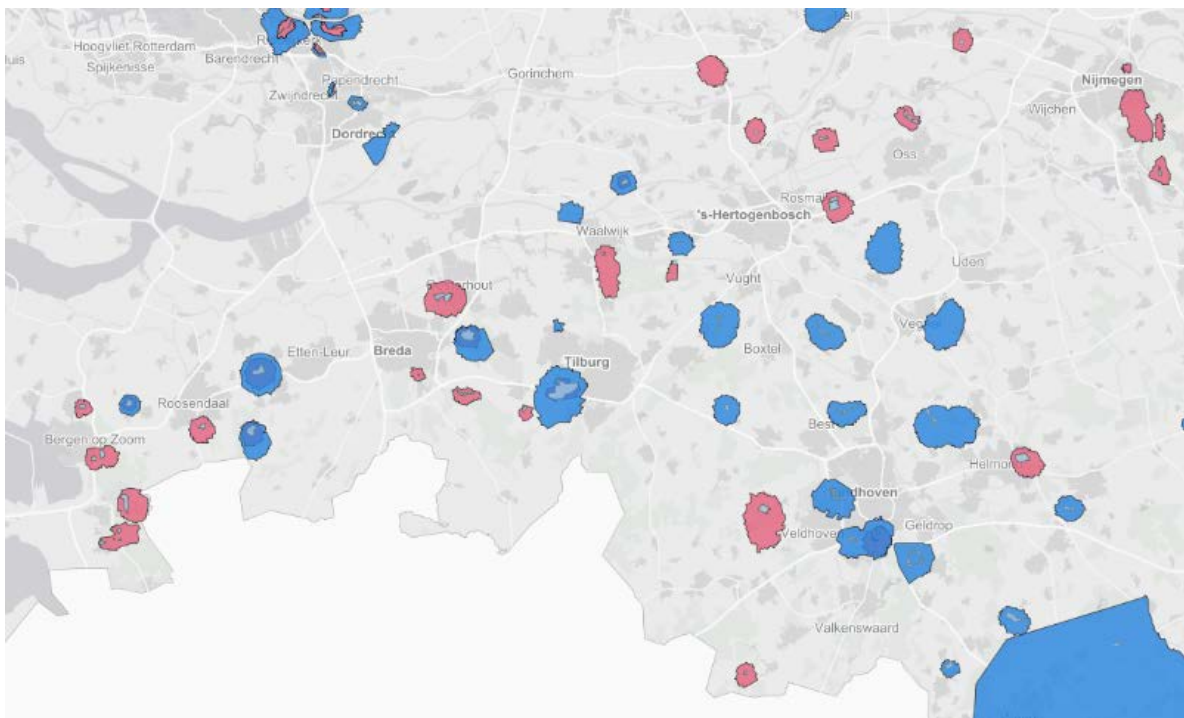
Naast deze vergunningen hebben het ministerie van I&M en het ministerie van EZ in samenspraak met decentrale overheden in november 2016 een Ontwerp Structuurvisie Ondergrond (STRONG) gepresenteerd die bedoeld is als afwegingskader om activiteiten in de ondergrond te beter op elkaar af te stemmen (Ministerie van I&M, 2016). STRONG moet duidelijkheid scheppen in gevallen waar verschillende vormen van grondgebruik elkaar in de weg staan (Energiea, 2017b). Voorbeelden van activiteiten zijn grondwaterwinning, gaswinning, geothermie en het opslaan van CO₂. Zie figuur 2.8 voor een illustratie van activiteiten in de ondergrond.



Figuur 2.8 Overzicht van (mogelijke) activiteiten in de ondergrond. Bron: TNO (2017).

Het gaat in STRONG vooral om de afstemming tussen de nationale belangen van drinkwatervoorziening en energievoorziening, waaronder geothermie. STRONG heeft (nog) geen expliciete bepalingen aangaande ultradiepe geothermie (Ministerie van I&M, 2015). In de Structuurvisie wordt aangegeven waar activiteiten in de ondergrond ruimtelijk uitgesloten of gecombineerd kunnen worden, nog voorafgaand aan een concreet initiatief. STRONG beoogt een "beleidsvoorbereidende en signalerende functie" te vervullen, het is uiteindelijk aan provincies en gemeenten om in concrete gevallen te besluiten over activiteiten in de ondergrond.

In de waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en boringsvrije zones rondom bestaande grondwaterwinningen worden mijnbouwactiviteiten op dit moment uitgesloten (Ministerie van I&M, 2016). Een aantal aspecten wordt in de ontwerpvisie nog opengelaten, zoals de mogelijkheid om binnen de aanvullende strategische voorraden boringen mogelijk te maken. De provincies hebben toegezegd binnen twee tot drie jaar aanvullende strategische voorraden aan te wijzen en te bezien of boringsvrije zones in deze gebieden kunnen worden opgeheven. Figuur 2.9 toont de waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en boringsvrije zones in de provincie Brabant.



Figuur 2.9 Beschermingsregime grondwaterwinning provincie Noord-Brabant. Lichtblauw = waterwingebied, roze = grondwaterbeschermingsgebied, donkerblauw = boringsvrije zone. Bron: Atlas Natuurlijk Kapitaal (2017).

2.9.3 Green Deals

Een ander instrument dat de Rijksoverheid inzet in relatie tot onder meer geothermie zijn de zogenoemde Green Deals. Het doel van deze deals is om knelpunten weg te nemen in wet- en regelgeving, nieuwe markten te creëren en sterke samenwerkingsverbanden te bouwen. Aan de Green Deals is geen financiering verbonden, het gaat om hulp van de Rijksoverheid bij het opheffen van barrières en het creëren van optimale condities voor groene innovatie. Zoals in de inleiding al is vermeld, is dit onderzoek gestart naar aanleiding van de Green Deal Geothermie Brabant.

De Green Deal van april 2016 is een vervolg op de 'Green Deal Geothermie Brabant Breed', welke in november 2014 ondertekend werd door de gemeenten Helmond, Tilburg en Breda, de provincie Noord-Brabant en Brabant Water. Het doel van deze deal was om partijen in de drie regio's actief te ondersteunen bij het ontwikkelen en uitvoeren van geothermieprojecten. Het zelf initiëren van projecten maakte geen deel uit van de deal. Met het oog op de bescherming van het grondwater en het beheersen van de risico's zijn alleen boringen "binnen [ondergrondse] reservoirs, buiten bereik van breuken en zonder *fracken* (als bij schaliegas)" onderdeel van deze Green Deal.

Op 19 juni 2017 is een derde overeenkomst gesloten: de Green Deal Ultradiepe Geothermie (Ministerie van EZ, 2017b). Dit is een deal op nationaal niveau tussen EBN, TNO en zeven consortia van bedrijven met de minister van I&M en van EZ. Afgesproken is dat TNO en EBN kennis en expertise beschikbaar stellen ten behoeve van de ontwikkeling van ultradiepe geothermie. In drie regio's (Friesland, Midden-Nederland, Zuid-Nederland) zal seismologisch onderzoek plaatsvinden om de diepe ondergrond in kaart te brengen. Het ministerie van EZ en EBN dragen ongeveer 50% bij in de kosten hiervan. Genoemde partijen zullen een portfolioaanpak nastreven, waarbij ervaringen van meerdere projecten gedeeld worden om zo de aanpak van (nieuwe) projecten te kunnen verbeteren. Daarnaast onderzoekt de minister van EZ de mogelijkheid om een garantieregeling te bieden voor ultradiepe geothermieboringen. Ten slotte bekijkt het ministerie van EZ of EBN in de toekomst ook financieel zou kunnen deelnemen aan geothermieprojecten, zoals nu het geval is bij alle olie- en gasprojecten (Ministerie van EZ, 2017b).

3 Opvattingen van stakeholders over ultradiepe geothermie

Dit hoofdstuk beschrijft welke opvattingen de geïnterviewden hebben over ultradiepe geothermie. Welke aspecten van ultradiepe geothermie zijn voor hen van belang? Welke rol zien zij voor ultradiepe geothermie in de Nederlandse energievoorziening en hoe kijken zij aan tegen de plannen voor ultradiepe geothermie in Brabant? We wijzen er op dat het veld van ultradiepe geothermie in Nederland nog sterk in ontwikkeling is en dat de beschrijving van de opvattingen van de actoren dus gezien moet worden als een momentopname (zie ook paragraaf 1.1). Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een analyse waarin de opvattingen en aangedragen thema's van de verschillende belanghebbenden met elkaar vergeleken worden. Hieruit volgen in de conclusie al enkele aandachtspunten voor een maatschappelijke dialoog.

3.1 Politieke en bestuurlijke actoren

Provincie Noord-Brabant

De provincie wil duurzame energie stimuleren, onder meer door middel van financiering uit het Energiefonds en als deelnemer in de Green Deal. De provincie ziet potentieel in ultradiepe geothermie, maar er is op dit moment nog weinig bekend over de diepe ondergrond, de potentiële energieopbrengst en over risico's. De provincie vindt het van belang zorgvuldig met de risico's om te gaan en wil hier verantwoord over communiceren. De provincie ziet dat vanuit de energietransitie de ondergrond steeds interessanter wordt; de provincie heeft echter ook belangrijke grondwatervoorraden en wil deze goed beschermen. Ondergrondse functies kunnen elkaar in de toekomst mogelijk in de weg zitten, wat ook wordt geconstateerd in de Structuurvisie Ondergrond van het Rijk. De provincie zoekt naar een goede balans tussen beschermen en benutten van de ondergrond. In de provinciale omgevingsvisie wil de provincie hier nader invulling aan geven.

Ministerie van Economische Zaken (Ministerie van EZ)

Het ministerie van EZ staat positief tegenover ultradiepe geothermie. Het kan een oplossing bieden voor de verduurzaming van de procesindustrie. Maar er is nog weinig bekend over de ondergrond dieper dan 4 kilometer. Seismiek is dan noodzakelijk, maar het is de vraag of dat voldoende duidelijkheid oplevert. Er zijn daarbij zowel technisch als economisch nog veel vraagstukken. Het is aan de operator om een plan te maken hoe om te gaan met *fracking* en chemisch stimuleren. Vervolgens is het aan SodM om te beoordelen en voorwaarden te stellen.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (Ministerie van I&M)

Het ministerie van I&M ziet ultradiepe geothermie als een belangrijke kans. Ervanuit gaande dat alle mogelijkheden nodig zijn om de energiedoelen te halen, is het volgens het ministerie van I&M niet te veroorloven om een techniek bij voorbaat af te schrijven. Het ministerie van I&M maakt geen beleidsmatig onderscheid tussen diepe en ultradiepe geothermie. Voor beide geldt dat bepaald moet worden onder welke omstandigheden en voorwaarden de winning verantwoord kan

plaatsvinden (onder meer monitoring). Een belangrijk onderwerp is de balans tussen winning van geothermie en van drinkwater. Het uitgangspunt van de structuurvisie ondergrond (STRONG) is dat zoveel mogelijk ruimte in de ondergrond benut wordt voor diepe geothermie¹² rekening houdend met de (strategische) drinkwatervoorziening. Dat vergt een gedifferentieerd beschermingsregime voor drinkwatergebieden. Er is een traject gestart met o.a. drinkwaterbedrijven om deze vraagstukken uit te werken. In geval van stimulatie door middel van chemische stoffen is een aanpak op maat nodig, waar per stof wordt bekeken welk gebruik verantwoord is. Daarnaast ziet het ministerie van I&M graag dat initiatiefnemers (operators) via monitoring duidelijkheid verschaffen over eventuele effecten (bodemdaling, bevingen, waterkwaliteit) en daarmee werken aan draagvlak richting overheden en burgers.

Gemeente Helmond

De gemeente Helmond werkt al actief aan het bevorderen van diepe geothermie. Het is een duurzame energiebron die veel draagvlak geniet. De gemeente is in beginsel ook positief over ultradiepe geothermie. Voor de industrie zijn namelijk hogere temperaturen nodig en met zonne- en windenergie is niet aan deze warmtevraag te voldoen. Restwarmte van de industrie kan daarna een woonwijk of kas verwarmen. Ultradiepe geothermie verschilt volgens de gemeente wel van diepe geothermie: de boring vindt plaats in een andere laag van de bodem (kalkzandsteen in plaats van zand) en gebeurt met behulp van andere technieken (waarbij mogelijk andere stimulatie is vereist). Daarom moeten er nog veel vragen beantwoord worden, met name over de mogelijkheden en risico's van boren door waterlagen en over stimulatiemaatregelen die veilig zijn voor drinkwatervoorraden en de bodem. Voor diepe geothermie is afgesproken weg te blijven van breuken om trillingen te voorkomen, terwijl het voor ultradiepe geothermie technisch lastig is om tegelijkertijd stimulatie uit te sluiten én bij breuken weg te blijven. Na de zomer van 2017 wordt er seismiek geschoten om meer informatie te verkrijgen over de diepe ondergrond. Als dit onderzoek laat zien dat er mogelijkheden zijn, wil de gemeente Helmond onder de vlag van de Green Deal Geothermie Brabant kijken in hoeverre ultradiepe geothermie kan plaatsvinden binnen de eerder gemaakte afspraken. Eén van deze afspraken is geen stimulatie door middel van *fracken* of chemicaliën. Waarschijnlijk is voor ultradiepe geothermie toch enige mate van stimulatie nodig. In dat geval wordt onderzocht onder welke voorwaarden het dan zou kunnen plaatsvinden.

3.2 Drinkwaterbedrijf

Brabant Water

Het doel van Brabant Water is schoon drinkwater op lange termijn; het is een nationaal belang om kwaliteit hoog en kosten laag te houden. Drinkwaterbereiding uit grondwater is bij goed grondwaterbeheer tot in het oneindige mogelijk; het raakt niet opgebruikt of uitgeput. Mijnbouwactiviteiten zijn veelal tijdelijk van aard en brengen risico's met zich mee voor drinkwater. Aan mijnbouw gerelateerde bodemenergiesystemen moeten daarom bij hun ruimtelijke inpassing en bedrijfsvoering rekening houden met de borging van de continuïteit van de drinkwatervoorziening. Ultradiepe geothermie is voor Brabant Water nog een groot vraagteken, zowel boven- als ondergronds. Men wil eerst meer kennis vergaren voordat er over voorwaarden

¹² STRONG doet geen uitspraken over ultradiepe geothermie

gesproken kan worden waaronder chemisch of hydraulisch stimuleren mogelijk zou kunnen zijn. Brabant Water heeft nog geen concrete vragen geformuleerd.

3.3 Mogelijke investeerders en ontwikkelaars

Hydreco

Volgens Hydreco kan ultradiepe geothermie dienen als vervanging van aardgas. Met name voor industriële processen en stadsverwarming aangezien je daar hogere temperaturen nodig hebt. Hydreco spreekt liever van Kolenkalk geothermie dan van ultradiepe geothermie. Het bedrijf wil een moratorium op geothermie vanuit STRONG voorkomen; op basis van kennis moet bepaald worden waar geothermie mogelijk is. In de Green Deal Geothermie Brabant Breed is voorlopig afgesproken om niet te *fracken*, maar op zoek te gaan naar plekken met natuurlijke doorlatendheid (breuken). Wel is het gebruik van zuren soms nodig om doorlatendheid te stimuleren en verstopping van de buizen op te lossen.

Energiefonds Brabant

Ultradiepe geothermie is een van de mogelijkheden waarin het Energiefonds Brabant kan investeren. Ze zijn dan ook in gesprek met meerdere partijen hierover, meest concreet met Hydreco. Geothermie bevindt zich nog in een onvolwassen fase qua exploitatie. Het Energiefonds heeft behoefte aan en werkt ook aan professionalisering van de projectontwikkelaar en exploitant van de put. Ultradiepe geothermie wordt voor het Energiefonds gekenmerkt door een hogere onzekerheid en grotere technische uitdagingen, en brengt daarom hogere financiële risico's met zich mee. Het Energiefonds heeft nog geen standpunt ingenomen over stimulatiemaatregelen. Dit zal gebeuren zodra er een concreet project voor ultradiepe geothermie ligt.

3.4 Mogelijke afnemers van warmte

Bavaria

Bavaria is altijd bezig om te besparen en heeft ambities om energieneutraal te worden. De filosofie van het familiebedrijf is dat het bedrijf in bruikleen is en beter wordt doorgegeven aan de volgende generatie. Daarin past energiebesparing en eigen opwekking. Ultradiepe geothermie is daarbij een optie die men grondig onderzoekt. Beperkingen van de ondergrond en financiële risico's lijken er op te duiden dat ultradiepe geothermie een moeilijke optie wordt in Lieshout. Bovendien moeten de procesinstallaties omgebouwd worden van stoom naar warmte. Bavaria is een voorloper maar wil uiteindelijk geen kartrekker zijn; zij zoeken naar een collectief waarin een projectontwikkelaar en exploitant nodig zijn. Het blijft dus nog zoeken naar de business case.

Vlisco

Vlisco heeft interesse in ultradiepe geothermie vanuit het oogpunt van verduurzaming, maar er moet wel een goede business case zijn. Op dit moment is het nog te duur, met name omdat de productiesystemen moeten worden omgebouwd van stoom naar warmte en omdat de aardgasprijs laag is. Klanten van Vlisco zijn niet geïnteresseerd in duurzame productie.

Coöperatie Duurzame Energie Reeshof (CDER)

CDER is met name geïnteresseerd in de manier waarop een betaalbare warmtevoorziening voor de bewoners kan worden gerealiseerd. Ultradiepe geothermie kan daar mogelijk een rol in spelen, maar zij heeft nog geen positie bepaald ten aanzien hiervan. Dit hangt voor belangrijk deel samen met risico's, kosten en de temperatuur die wordt behaald. CDER vindt *fracken* problematisch en vindt dat ultradiepe geothermie moet worden heroverwogen indien zich aardbevingen voordoen. Ook heeft CDER vragen over de veiligheid van gebruikte chemicaliën.

Wijkraad Rijpelberg Helmond

Deelname aan de Green Deal komt voort uit inzet op het gebied van stadsverwarming, waarbij de Wijkraad zich inzet voor verbetering van het net (gegarandeerde levering), betaalbare levering en duurzaamheid. Voor de Wijkraad is het meest kenmerkende van ultradiepe geothermie de hogere temperatuur van 120-130 graden. Voor hun warmtenet hebben zij echter niet meer nodig dan 70-90 graden. Het is wel mogelijk dat industriële partijen de hoge temperatuur gebruiken en daarna het enigszins afgekoelde water doorsluizen naar het warmtenet in de woonwijk. Ten aanzien van stimulatie vindt de Wijkraad het van belang dat er geen vermenging plaatsvindt tussen aardlagen. Ze hebben er vertrouwen in dat Brabant Water ervoor zorgt dat het drinkwater niet in gevaar komt. Verder nemen zij een afwachterende rol aan, er moet eerst een producent gevonden worden.

3.5 Maatschappelijke organisaties

Platform Geothermie

Volgens het Platform kan ultradiepe geothermie een belangrijke bijdrage leveren aan duurzame warmtelevering aan de industrie en gebouwde omgeving, naast de glastuinbouw. Na het boren is de definitieve productiecapaciteit pas te bepalen en is de reële potentie (ter plaatse én in de nabije omgeving) vast te stellen. Naast gebruik van de warmte is ultradiepe geothermie ook gericht op elektriciteitsopwekking. Daarvoor zijn nog belangrijke stappen te zetten (vooral qua financiering).

LTO Glaskracht

Voor de glastuinbouw is diepe geothermie een zeer belangrijke optie voor duurzame warmte en energie. In samenhang met energiebesparing, all electric, groen gas (ketel/WKK) en restwarmte ontstaat een kans voor de sector om volledig klimaatneutraal te worden, dus zonder fossiele energiebronnen. LTO Glaskracht richt zich als belangenbehartiger vanuit dit totale speelveld op meer gebruik van diepe geothermie; bij ultradiepe geothermie zijn zij niet rechtstreeks betrokken. Deze nieuwe bodemschat moet tot waarde worden gebracht met het oog op een duurzame energievoorziening. Wellicht kan EBN daarin een rol gaan vervullen.

Brabantse Milieufederatie (BMF)

De Brabantse Milieufederatie heeft vragen over de veiligheid van ultradiepe geothermie: wat is de kans op lekkages, calamiteiten of een *blow-out*¹³? Voor de BMF is het van groot belang dat de kwaliteit van het grondwater niet aangetast wordt. Het hebben van voldoende zicht op de effecten van het gehele proces van aanleg, winning en ontmanteling van een ultradiepe geothermieput is

¹³ Een blow-out is een term uit de olie- en gaswereld en betekent dat olie of gas buiten de boorput om naar de oppervlakte stroomt.

een voorwaarde voor de BMF: hoe worden de risico's beheerst? Het toepassen van stimulatiemaatregelen is één van de risico's. Er is meer kennis nodig over welke stoffen gebruikt worden, wat er gebeurt en welke schade aangericht kan worden. Welke randvoorwaarden kunnen we stellen? De warmte die gewonnen wordt, moet zoveel mogelijk gebruikt worden voor hoogwaardige warmte, de eventuele reststroom kan als laagwaardige warmte worden ingezet. De BMF ziet het als een optie om lokale partijen de mogelijkheid te geven aandeelhouder te worden in de ultradiepe geothermieboring.

Schaliegasvrij Nederland

Voor Schaliegasvrij Nederland is ultradiepe geothermie een energiebron waarmee het gebruik van fossiele bronnen als aardgas teruggedrongen kan worden. Ultradiepe geothermie levert daarbij meer warmte en ook elektriciteit op dan diepe geothermie. Tegelijkertijd is Schaliegasvrij Nederland zich bewust van de risico's die kleven aan ultradiepe geothermie. Ze noemen vooral seismische risico's als gevolg van *fracken* bij breukzones. Brabant moet hier zeker rekening mee houden. Hierover moet eerlijk gecommuniceerd worden. Of stimulatie acceptabel is hangt voor Schaliegasvrij Nederland af van de hoeveelheid druk en gebruikte chemicaliën die ingezet worden; hoe meer hoe risicovoller.

3.6 Overig

Peter van der Gaag, zelfstandig geoloog

Van der Gaag is geen uitgesproken voor- of tegenstander van ultradiepe geothermie. Hij stelt dat er in Nederland veel te weinig kennis van de ondergrond is en dat er daarom meer en beter onderzoek gedaan moet worden voordat ultradiepe geothermie kan worden toegepast. Van der Gaag geeft aan dat bij ultradiepe geothermie altijd *fracken* komt kijken, dat is nodig om het water terug te injecteren in de grond. Er is een grote kans dat *fracken* nodig is bij het boren. Ook chemicaliën zijn bijna overal nodig volgens hem.

Ron Lodewijks, oud-journalist Brabant Dagblad

Lodewijks beschouwt ultradiepe geothermie als een circulatiesysteem en in die zin als duurzame energie. Nut en noodzaak zijn hem nog niet duidelijk. Strikt genomen is er volgens hem geen relatie met schaliegas, behalve wanneer er ge-*frackt* wordt. Chemicaliën zijn voor Lodewijks het grootste probleem, welke veiligheidsmaatregelen zijn nodig? Bij twijfel over aardbevingen moet van ultradiepe geothermie afgezien worden. Brabant heeft prachtig grondwater.

3.7 Analyse

Hieronder presenteren wij verder enkele terugkerende thema's in de opvattingen van de geïnterviewden over ultradiepe geothermie en beschrijven we overeenkomsten en verschillen tussen deze opvattingen.

Ten eerste zijn er verschillen tussen de betrokkenen in de *mate waarin zij met ultradiepe geothermie bezig zijn*. Enkele partijen werken actief aan het tot stand brengen van een ultradiepe geothermieproject. Dit zijn de provincie Noord-Brabant, ministerie van EZ, gemeente Helmond en

Hydreco. Daarnaast hebben Bavaria en (in mindere mate) Vlisco actief gezocht naar mogelijkheden om ultradiepe geothermie toe te passen in hun bedrijf. Andere partijen houden zich minder actief bezig met het ontwikkelen van ultradiepe geothermie en nemen een meer afwachterende positie in. Dit zijn Brabant Water, de Brabantse Milieufederatie, Schaliegasvrij Nederland en dhr. Van der Gaag.

Ten tweede zien we dat geïnterviewden vanuit *verschillende waarden en belangen* naar ultradiepe geothermie kijken. Zo wordt geothermie onder meer benaderd vanuit het oogpunt van een betaalbare warmtevoorziening, de impact op het landschap, het behalen van de energiedoelstelling en het beschermen van de drinkwaterkwaliteit. Voor enkele betrokkenen is de nut en noodzaak van ultradiepe geothermie nog niet duidelijk. Zij willen weten hoe groot de bijdrage van ultradiepe geothermie aan een duurzame energievoorziening kan zijn, hoe groot vraag en aanbod zijn, en of warmte uit geothermie kan zorgen voor een betaalbaar en betrouwbaar warmtenet. Dit geldt voor CDER, Wijkraad Rijpelberg en dhr. Lodewijks.

Ten derde wordt *veiligheid* veel genoemd in relatie tot ultradiepe geothermie. Hierbij spelen twee hoofdthema's: kans op vervuiling van drinkwater en kans op seismische activiteit. Deze mogelijke effecten hangen samen met de stimulatiemaatregelen die gebruikt worden in een ultradiepe geothermieput. Veel van de geïnterviewden noemen het belang van de bescherming van drinkwater en grondwater. Het gaat om de provincie Noord-Brabant, Brabant Water, Ministerie van I&M, gemeente Helmond, Brabantse Milieufederatie en dhr. Lodewijks. Seismische risico's zijn een aspect dat met nadruk genoemd wordt door CDER, Schaliegasvrij Nederland en dhr. Lodewijks.

Ten vierde verschillen geïnterviewden in de *manier waarop ze met veiligheidsrisico's willen omgaan*. Sommige partijen spreken uit dat bepaalde risico's voor hen niet aanvaardbaar zijn en dat inzichten hierin moeten leiden tot een heroverweging van de plannen voor ultradiepe geothermie of tot het afzien van gebruik van deze energiebron. Zij maken een voorbehoud ten aanzien van chemische en/of hydraulische stimulatie: deze technieken zijn voor verschillende partijen niet acceptabel. Dit geldt bijvoorbeeld voor CDER en dhr. Lodewijks. Andere betrokkenen volgen een procedurele benadering waarbij de risico's in bestaande beoordelingsprocedures worden getoetst. Deze benadering staan het ministerie van I&M en het ministerie van EZ voor. Partijen zoals Brabant Water en de Brabantse Milieufederatie hebben behoefte aan meer kennis op basis waarvan randvoorwaarden kunnen worden opgesteld.

Ten vijfde is de business case voor ultradiepe geothermie voor meerdere actoren nog problematisch. Hiervoor zijn verschillende redenen: het investeringsrisico voor de ontwikkelaar en de kostprijs voor de gebruiker. Voor het Energiefonds Brabant en Platform Geothermie is de business case voor ultradiepe geothermie nog geen uitgemaakte zaak. Voor hen speelt vooral het grote risico dat de energieopbrengst van een boring tegenvalt. Het ministerie van EZ biedt op dit moment een garantieregeling voor diepe geothermieboringen. Deze regeling is echter niet geschikt voor ultradiepe geothermieboringen omdat voor deze dieptes geen goede risico-inschatting kan worden gemaakt (Ministerie van EZ, 2017b). Dit betekent dat een ontwikkelaar bij een boring risico loopt een groot deel van de investering kwijt te raken. Dit risico maakt het zeer onaantrekkelijk voor

ontwikkelaars om in ultradiepe geothermie te investeren.¹⁴ Voor Bavaria en Vlisco is het op dit moment financieel nog niet aantrekkelijk om hun warmtevraag in te vullen met warmte uit een ultradiepe geothermieboring. Aardgas, de huidige bron van warmte, is simpelweg nog te goedkoop. Daarnaast vergt warmte uit ultradiepe geothermie aanpassing van de bedrijfsprocessen. Voor de burgerinitiatieven CDER en Wijkraad Rijpelberg is ultradiepe geothermie interessant vanuit het oogpunt van verduurzaming, maar de beide initiatieven streven voornamelijk naar een betaalbaar warmtenet. Zolang niet duidelijk is wat de kosten zijn van warmte uit een ultradiepe geothermieput, is het voor hen dus niet duidelijk of ultradiepe geothermie interessant is voor hun toepassing.

Ten zesde leven er bij de geïnterviewden nog *veel vragen* over wat ultradiepe geothermie precies inhoudt en wat de mogelijke effecten ervan zijn. De plannen voor ultradiepe geothermie bevinden zich nog in een beginfase, wat betekent dat sommige stakeholders nog geen concrete vragen geformuleerd hebben. In hoofdstuk 4 gaan we uitgebreider in op de vragen die stakeholders stellen over ultradiepe geothermie.

3.8 Conclusie: opvattingen over ultradiepe geothermie

Hoofdstuk 3 toont dat het merendeel van de geïnterviewden ervoor openstaat om de mogelijkheden van ultradiepe geothermie te verkennen, bijvoorbeeld op eigen gelegenheid of wanneer er investeerders zijn. Op dit moment is het zowel voor initiatiefnemers als afnemers nog moeilijk om de business case voor ultradiepe geothermie rond te krijgen. Daarnaast maken diverse partijen een voorbehoud ten aanzien van chemische en/of hydraulische stimulatie: deze technieken zijn voor hen niet acceptabel. Geïnterviewden geven aan zorgen te hebben over het risico op vervuiling van drinkwater of aardbevingen en hebben verschillende ideeën over hoe met deze risico's om te gaan. Ook zien we dat de stakeholders het onderwerp op basis van verschillende waarden en belangen benaderen. Zo wordt geothermie onder andere benaderd vanuit het oogpunt van een betaalbare warmtevoorziening, de impact op het landschap en het behalen van de energiedoelstelling.

¹⁴ Minister Kamp onderzoekt momenteel of het mogelijk is om een garantieregeling te bieden voor ultradiepe geothermieboringen (Ministerie van EZ, 2017b).

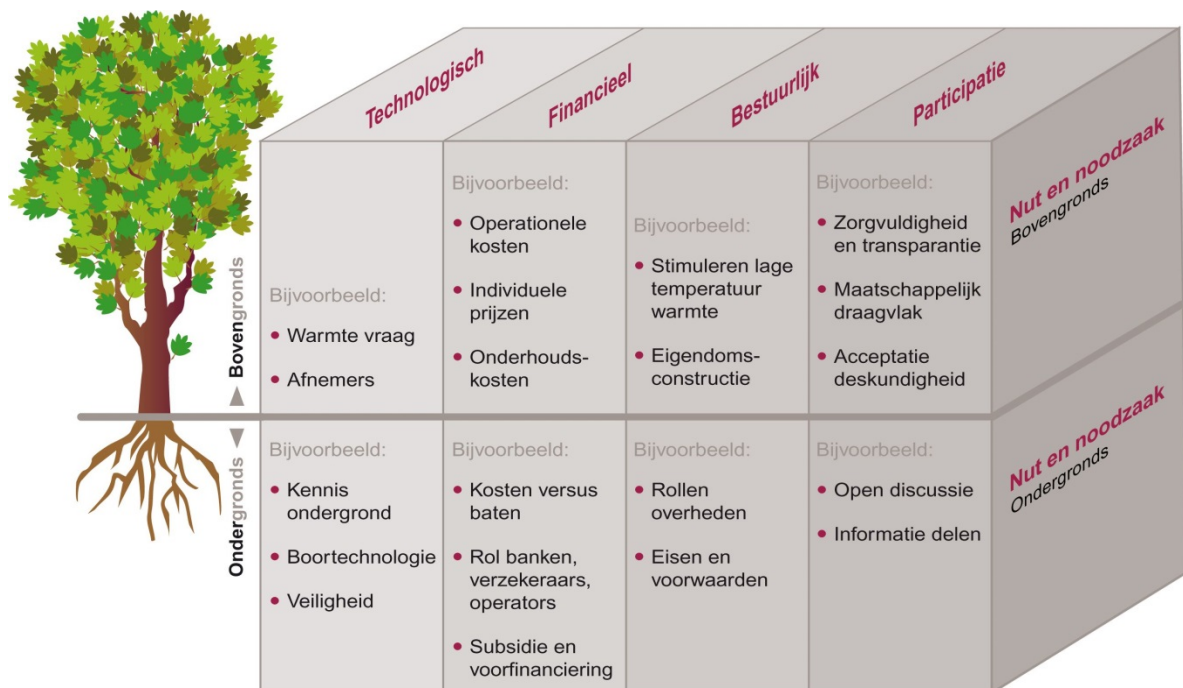
4 Vragen over verschillende aspecten van (ultra)diepe geothermie

Aan alle betrokkenen is gevraagd welke vragen zij hebben over ultradiepe geothermie. Dit kunnen vragen zijn die nu al leven of vragen die op termijn een rol gaan spelen. Omdat betrokkenen vaak geen eenduidig onderscheid maken tussen diepe en ultradiepe geothermie, zijn veel van de vragen ook van toepassing op diepe geothermie. Daarom wordt er in de meeste vragen gesproken van '(ultra)diepe geothermie'. Ten slotte is het belangrijk te vermelden dat de vragen van de geïnterviewden zullen meebewegen met de ontwikkelingen rondom (ultra)diepe geothermie. Dit hoofdstuk biedt dus slechts een eerste set aan vragen.

Voor elk van de vragen van de geïnterviewden is bepaald welk thema hier geadresseerd werd. Vervolgens zijn alle vragen met soortgelijke thema's gegroepeerd. Op deze inductieve wijze hebben we vijf hoofdthema's onderscheiden, te weten: nut en noodzaak, technologie, financiering, bestuur, en communicatie en participatie. Deze thema's overlappen ook voor een groot deel met de aspecten van ultradiepe geothermie die in hoofdstuk 2 behandeld zijn: technologie, business case en wet- en regelgeving. De vragen kunnen verder onderverdeeld worden in vragen over de ondergrondse dan wel de bovengrondse onderdelen van een geothermiesysteem. De ondergrondse onderdelen gaan over de boring en winning van de warmte. Bovengrondse onderdelen behelzen de distributie van warmte en het eindgebruik. De vragen gerelateerd aan nut en noodzaak en aan communicatie en participatie hebben ook betrekking op (ultra)diepe geothermie als geheel.

In dit hoofdstuk beschrijven we eerst de vragen aangaande nut en noodzaak van (ultra)diepe geothermie. Daarna behandelen we de technische, financiële en bestuurlijke vragen die horen bij de *ondergrondse* onderdelen van (ultra)diepe geothermie. Vervolgens worden vragen over dezelfde drie thema's beschreven voor de *bovengrondse* onderdelen van (ultra)diepe geothermie. Ten slotte hebben de laatste vragen betrekking op de communicatie met en participatie van het bredere publiek gedurende het gehele (ultra)diepe geothermietraject. Zie figuur 4.1 voor enkele voorbeeldvragen per categorie.

Omdat de vragen *bottom-up* verkregen zijn uit interviews met betrokkenen met diverse achtergronden kan het zijn de ene geïnterviewde het antwoord heeft op de vraag van de andere geïnterviewde. In een maatschappelijke dialoog zal het beantwoorden van deze vragen relatief eenvoudig zijn.



Figuur 4.1 Overzicht van vragen. Ontwerp: Max Beinema.

4.1 Nut en noodzaak

Allereerst stellen de stakeholders vragen over het nut en de noodzaak van (ultra)diepe geothermie. Hoe verhoudt (ultra)diepe geothermie zich tot het bredere vraagstuk van de energietransitie? Ten eerste vragen geïnterviewden zich af wat de voordelen en nadelen zijn ten opzichte van andere duurzame energiebronnen, zoals wind en zonne-energie. Ten tweede is de vraag wat het potentieel van (ultra)diepe geothermie is: hoeveel water kan er uit de bodem gehaald worden en welke temperatuur heeft dit water? Wat is de opwarmtijd van water dat terugvloeit en hoe lang is een bron dus operationeel? Er wordt warmte onttrokken, maakt dat nog iets uit op de hele lange termijn? En op welke schaal kan (ultra)diepe geothermie toegepast worden? Ten derde willen betrokkenen weten welke warmtevraag er is voor welke toepassing. In welke mate kan (ultra)diepe geothermie een rol spelen bij het invullen van deze vraag?

Tabel 4.1 Vragen nut en noodzaak

Vragen	Aantal stakeholders met deze vraag
<i>Potentie (ultra)diepe geothermie</i>	
Wat is de temperatuur die uit een bron komt?	1
Hoe lang is een bron operationeel?	3
Wat is de opwarmtijd van water dat terugvloeit?	2
<i>Warmtevraag en rol (ultra)diepe geothermie</i>	
Voor welke doeleinden kan (ultra)diepe geothermie gebruikt worden?	2
Is er genoeg vraag naar duurzame warmte (cascadering)?	1
Wat voor soort energie is nodig voor welk doel en hoe past (ultra)diepe geothermie daarin?	1
Hoe groot is het aanbod van warmte uit (ultra)diepe geothermie vergeleken met de vraag? Kan (ultra)diepe geothermie op grote schaal worden toegepast?	3
Is (ultra)diepe geothermie nodig voor een duurzame warmtevoorziening?	1
<i>Alternatieven</i>	
Hoe ziet de ideale energiemix eruit voor energie-neutrale steden?	1
Is (ultra)diepe geothermie duurzamer en concurrerender dan wind- en zonne-energie? Ook op lange termijn?	5

4.2 Ondergronds: Boring

Onderstaande vragen hebben betrekking op de ondergrondse onderdelen van (ultra)diepe geothermie, dat wil zeggen de aspecten rondom de boring en winning van de warmte. Verderop in dit hoofdstuk worden de vragen rondom het eindgebruik besproken, oftewel de bovengrondse onderdelen.

4.2.1 Technologische vragen

Kennis van de ondergrond

Alle betrokkenen geven aan dat er meer kennis van de diepe ondergrond nodig is: hoe ziet de ondergrond eruit? Zij stellen daarbij ook vragen over de bijdrage van seismologische data. Er zijn vragen over de breuklijnen en tektonische spanningen, over de soorten gesteente en/of zoutlagen waar doorheen geboord zal worden, en over de waterdruk. Ook willen partijen graag weten hoe de kans op een succesvolle boring vergroot kan worden. Deze informatie zal helpen met het beantwoorden van de vraag waar de kans op een succesvolle boring het grootst is. Het kan ook uitwijzen dat Brabant geen of een minder geschikte provincie is voor een (ultra)diepe geothermieboring.

Tabel 4.2 Vragen ondergrond

Vragen	Aantal stakeholders met deze vraag
<i>In kaart brengen ondergrond</i>	
Wat is de samenstelling van de ondergrond?	3
Hoe reageert de ondergrond?	2
Hoe betrouwbaar zijn gegevens over de ondergrond?	1
Hoe effectief is seismologisch onderzoek op grote dieptes?	1
Hoe effectief is het reprocessen van bestaande seismologische data?	1
<i>Breuklijnen</i>	
Waar zitten de breuklijnen?	1
Waar liggen de breuken in Noord-Brabant (breukenkaart)?	5
Wat zijn de tektonische spanningen in de ondergrond?	1
<i>Eigenschappen van lagen</i>	
Door welke soorten gesteente moet geboord worden?	2
Moet er door een zoutlaag geboord worden?	1
Wat is de waterdruk?	1
Waar zit het water en hoe stroomt het?	1
<i>Boorlocatie</i>	
Is (ultra)diepe geothermie mogelijk in Brabant? Of zijn andere plekken beter geschikt?	1
Waar is de kans op een succesvolle boring het grootst?	6

Rathenau Instituut

Boortecnologie en stimulatie

Geïnterviewden willen graag weten welke technologie gebruikt wordt voor een (ultra)diepe geothermieboring en voor het op gang brengen van de waterstroom. Vindt er stimulatie plaats door middel van druk en/of chemicaliën? Welke technieken en chemicaliën worden voor stimulatie gebruikt? Zijn hiervoor alternatieve methodes beschikbaar? Is het mogelijk verlaten aardgasputten te gebruiken voor geothermie? Zijn de huidige *casings* (wanden van de boorput) – namelijk die uit de olie- en gasindustrie - geschikt voor water? Welke *casings* worden gebruikt? Wanneer er eenmaal geboord is, welke stoffen komen er dan met het water mee naar boven en hoe wordt dit water weer terug de grond in gepompt? In welke mate zal er corrosie optreden en hoe kan dit tegengegaan worden?

Tabel 4.3 Vragen boortechnologie en stimulatie

Vragen	Aantal stakeholders met deze vraag
<i>Boring en stimulatie</i>	
Welke technieken worden gebruikt? Hoe werken die precies? Wat is de stand van de techniek?	3
Is de bestaande boorapparatuur geschikt voor ultradiepe geothermie?	1
Wat is de doorlatendheid van aardlagen en hoe kan die worden verbeterd?	1
Zijn er alternatieve methodes voor hydraulisch en chemisch stimuleren?	1
Kunnen verlaten gasputten gebruikt worden voor (ultra)diepe geothermie?	1
<i>Casing</i>	
Zijn de huidige casings geschikt?	5
Welke standaardtechniek kan voorgeschreven worden?	1
<i>Bepalen boorlocatie</i>	
Hoe kan de faalkans van boringen teruggebracht worden?	4
Hoe kan de plek voor de tweede put bepaald worden (tiltmeters)?	1
<i>Waterstroom en –injectie</i>	
Hoe krijg je het water terug de bodem in (stroperigheid i.v.m. mineralen, is <i>fracken</i> nodig)?	1
Welke stoffen komen er met het water naar boven?	1
In welke mate is er sprake van corrosie, wat zijn de oorzaken en hoe kunnen deze opgelost worden?	2
<i>Kennis opdoen</i>	
Hoe kan er naast onderzoek ook praktijkervaring opgedaan worden?	1
Hoe kan geleerd worden van ervaringen in het buitenland (meelopen met boringen)?	1

4.2.2 Veiligheid

Veel betrokkenen hebben verschillende vragen over de gevolgen van de hierboven genoemde activiteiten voor de veiligheid. Zij maken zich zorgen over het risico op verontreiniging van grond- en drinkwater en op aardbevingen. Ten aanzien van water wil men weten wat de kansen zijn op een lekkage en welke gevolgen die zou hebben. Wat zijn de risico's van en alternatieven voor het gebruik van chemicaliën? Welke acceptatiecriteria zouden er kunnen gelden in gebieden met een verschillende drinkwatercategorie? Wat betreft aardbevingen is de vraag in hoeverre het injecteren van water kan leiden tot het *smeren* van breuken (het in beweging brengen van breuken). Hoe ver zou een boring bij een breuklijn vandaan moeten blijven om dit te voorkomen? Monitoring is een belangrijk onderwerp. Hoe wordt de veiligheid gemonitord gedurende de boring, in de operationele fase en na uitbedrijfname? Hoe kan lekdetectie gemonitord worden?

Tabel 4.4 Vragen veiligheid

Vragen	Aantal stakeholders met deze vraag
Wat doen boringen met de omgeving?	1
Hoe veilig is (ultra)diepe geothermie?	2
Putintegriteit: aan welke eisen moeten putten voldoen (hoeveel wandig, lekdetectie)?	3
Hoe veilig zijn de chemicaliën die worden gebruikt? Wat zijn de risico's en zijn er milieuvriendelijke alternatieven?	3
Wat gebeurt er met het zeer zoute testwater dat vrijkomt bij aanleg van de put?	3
Kan de warmte uitstralen en wat voor gevolg heeft dat?	3
<i>Monitoring</i>	
Waar vindt monitoring plaats? In de buis of op afstand?	1
Welke monitoringseisen worden gesteld?	3
Hoe worden putten gemonitord tijdens boring en na oplevering?	1
Hoe beveilig je boorputten die niet langer in bedrijf zijn (eeuwigdurende zorg) i.v.m. mogelijke toestroom meststoffen en andere giftige stoffen?	2
<i>Grond- en drinkwater</i>	
Wat zijn de gevolgen/ risico's voor de drinkwatervoorziening?	4
Is er een kans op lekkage? Hoe groot is die en met welke gevolgen?	2
Welke acceptatiecriteria moeten gelden in welke drinkwatercategorie?	1
<i>Aardbevingen</i>	
Wat is de kans op aardbevingen?	6
Wat is het risico dat door het injecteren van water breuken 'gesmeerd' worden (met extra beweging tot gevolg)?	1
Hoe ver zou een boring bij een breuk vandaan moeten blijven?	1

Rathenau Instituut

4.2.3 Financiële vragen

Rondom de boring bestaan ook veel financiële vragen. Is er een business case te maken? Het is onduidelijk in hoeverre ultradiepe geothermie rendabel zal zijn, gegeven het feit dat de kans op een mislukte boring relatief groot is, maar de kosten om een put te boren erg hoog. Het is voor initiatiefnemers een uitdaging om deze boringen en de bijbehorende risico's (voor) te financieren. Bovendien is van bestaande diepe geothermieprojecten niet altijd duidelijk wat de economische opbrengst is, omdat de exploitant van de put ook de afnemer is. Welke rol zouden banken en verzekeraars kunnen spelen in de financiering? Vanwege de financiële risico's is er behoefte aan professionele operators met een hoge financiële draagkracht. Enkele geïnterviewden geven echter aan dat er in Nederland en Europa slechts een handvol operators voor (ultra)diepe geothermie bestaan. Dit leidt tot de vraag of het mogelijk zou zijn een nieuwe operator op te richten. Een andere vraag is hoe de kosten van het boorproces verlaagd kunnen worden.

Tabel 4.5 Vragen financieel ondergronds

Vragen	Aantal stakeholders met deze vraag
<i>Kosten, baten en risico's</i>	
Wat zijn de financiële risico's bij het (proef)boren?	1
Wat zijn de kosten van de projectontwikkeling? Is (ultra)diepe geothermie überhaupt rendabel te krijgen?	3
Welke operationele kosten en risico's zijn er?	2
Wat is de economische opbrengst van een project? Nu is dat vaak onduidelijk omdat exploitant en afnemer een en dezelfde zijn.	1
Hoe kunnen de kosten van het boorproces worden verlaagd?	2
<i>(Voor)financiering en subsidie</i>	
Blijven subsidies bestaan of worden deze op termijn gewijzigd?	2
Wie gaat risico's van boring voorfinancieren?	1
Zouden de voorwaarden voor financiering door het Energiefonds versoepeld kunnen worden?	1
<i>Rol banken en verzekeraars</i>	
Welke rol kunnen verzekeraars en banken spelen/ willen zij investeren?	3
<i>Operator</i>	
Zijn commerciële partijen bereid (ultra)diepe geothermie te ontwikkelen en exploiteren, volgens de eisen van het SodM?	6
Zijn er professionele operators beschikbaar of kunnen we die oprichten?	1

4.2.4 Bestuurlijke vragen

Een (relatief) nieuwe technologie als (ultra)diepe geothermie brengt ook veel bestuurlijke vragen met zich mee, veelal gerelateerd aan de Mijnbouwwet. Een veel gestelde vraag is welke rol de verschillende overheden spelen in een (ultra)diepe geothermieboring. Mag EBN zich bezig gaan houden met geothermie, welke voorwaarden kan de provincie Noord-Brabant stellen aan (ultra)diepe geothermieboringen en in hoeverre kan de overheid een (proef)boring mede financieren? Een ander belangrijk onderwerp is hoe het toezicht op de veiligheid georganiseerd is. In verband met het gebrek aan kennis over de diepe ondergrond is het ook een vraag hoe geologische kennis en ervaring gedeeld kunnen worden; nu is deze kennis veelal nog privaat. Zou bijvoorbeeld de kennis van olie- en gasbedrijven en van EBN openbaar gemaakt kunnen worden? Ten slotte, mag er naar (ultra)diepe geothermie geboord worden op een plek waar ook schaliegas te vinden is?

Tabel 4.6 Vragen bestuurlijk ondergronds

Vragen	Aantal stakeholders met deze vraag
<i>Rollen overheden</i>	
Welke rollen hebben de verschillende overheden?	1
Welke rol spelen EZ en EBN (o.a. subsidie, garantstelling, mee-investeren)	2
Wie houdt toezicht op de monitoring?	1
Op welke manier wordt veiligheid etc. gecontroleerd/ kwaliteit van toezicht gewaarborgd?	1
<i>Eisen en voorwaarden</i>	
Welke regels gelden voor boringen en exploitatie van geothermie (bijvoorbeeld hoeveel wanden dienen er om een pijpleiding heen te zitten)?	2
Welke voorwaarden zou de provincie Brabant kunnen en moeten stellen aan (ultra)diepe geothermie boringen?	1
Wat moet er onderzocht worden voor de Milieu Effect Rapportage?	1
Mag je boren op een plek waar ook schaliegas naar boven kan komen en dus gewonnen kan worden (Mijnbouwwet)?	1
<i>Open discussie en informatie delen</i>	
Hoe waarborgen we de kwaliteit van het onderzoek door de (onderzoeksbureaus)? Hoe kan een open discussie (met EZ) over (ultra)diepe geothermie gewaarborgd worden, waarbij risico's besproken worden?	2
Mag EBN de kennis die zij via private partners heeft, delen?	1
Hoe kan kennis over de ondergrond/ seismologisch onderzoek gedeeld worden en geïnterpreteerd?	2
Wie verkrijgt de seismologische data?	1
<i>Proefboring en subsidie</i>	
Hoe kan de overheid een proefboring financieren?	1
Hoe kan subsidie meegroeien met de put (extra subsidie bij extra bron, lopende verbeteringen)?	1

4.3 Bovengronds: Eindgebruik

Onderstaande vragen gaan over de bovengrondse onderdelen van (ultra)diepe geothermie, oftewel vragen rondom het eindgebruik van geothermische warmte, bijvoorbeeld in stadsverwarming of in bedrijfsprocessen.

4.3.1 Technologische vragen

De eerste vraag is welke warmtevraag er is en hoe deze vraag geografisch verspreid is. De betrokkenen stellen vragen over de aanpassingen die nodig zijn om (ultra)diepe geothermie aan

een warmtenet te koppelen. Kunnen de huidige leidingen gebruikt worden en moet de temperatuur van het water aangepast worden? Hoe zit het met de leveringszekerheid; hoe wordt noodlevering aan huishoudens geregeld? Ten aanzien van bedrijfsmatig gebruik van (ultra)diepe geothermie is de vraag hoe productiesystemen omgezet kunnen worden van stoom naar warmte. Hoe zouden verschillende soorten warmtevraag (hoge en lage temperatuur) gecombineerd kunnen worden?

Tabel 4.7 Vragen technologisch bovengrond

Vragen	Aantal stakeholders met deze vraag
Hoe groot is de warmtevraag en wie heeft welke warmtevraag?	2
Wie zijn potentiële afnemers (per regio)?	3
Wat is de impact op de infrastructuur? Welke (nieuwe) infrastructuur is nodig?	3
Welke mogelijkheden zijn er voor de combinatie (ultra)diepe geothermie en stadsverwarming?	2
Zijn er aanpassingen in de warmte nodig?	1
Hoe combineer je verschillende warmtevragers?	2
Hoe kunnen productiesystemen omgebouwd worden van stoom naar warmte? (i.v.m. zout water en warmtewisselaar)	2
Past het in de omgeving (kijkend naar natuurgebieden, overlast omwonenden, impact op de wijk)?	2
Wat is de leveringszekerheid? Hoe wordt back-up levering aan huishoudens geregeld?	2

4.3.2 Financiële vragen

Enkele geïnterviewden willen graag weten welke kosten (ultra)diepe geothermie met zich meebrengt voor de eindgebruiker. Welke operationele kosten en risico's zitten er aan stadsverwarming of bedrijfsmatige verwarming op basis van (ultra)diepe geothermie? Wat is de prijs voor de individuele gebruiker en hoe worden deze tarieven berekend? Wat zijn de service- en onderhoudskosten? Hoe kan voorkomen worden dat (ultra)diepe geothermie (veel) duurder blijkt te zijn dan huidige systemen?

Tabel 4.8 Vragen financieel bovengronds

Vragen	Aantal stakeholders met deze vraag
Wat is de prijs voor de individuele gebruiker?	3
Hoe worden de tarieven berekend?	3
Wat zijn de service- en onderhoudskosten?	3
Is warmte uit (ultra)diepe geothermie betaalbaar (voor de consument?)	3

Rathenau Instituut

4.3.3 Bestuurlijke vragen

Een aantal geïnterviewden hebben vragen met betrekking tot hoe (ultra)diepe geothermie al dan niet is ingebed in relevant beleid, zoals de Warmtewet.

Tabel 4.9 Vragen bestuurlijk bovengronds

Vragen	Aantal stakeholders met deze vraag
Hoe verhoudt (ultra)diepe geothermie zich tot de Warmtewet?	1
Wie is eigenaar van de warmtewisselaar?	1

Rathenau Instituut

4.4 Communicatie en participatie

Ten slotte stellen meerdere geïnterviewden vragen over hoe ze een breder publiek bij (ultra)diepe geothermie kunnen betrekken en hoe er het beste gecommuniceerd kan worden. Deze vragen gelden zowel voor de ondergrondse als bovengrondse onderdelen van (ultra)diepe geothermie. Specifieke vragen zijn: hoe zorgvuldig en transparant te communiceren terwijl ook de initiatiefnemers nog te maken hebben met vragen? Wat is het maatschappelijk draagvlak voor (ultra)diepe geothermie en hoe kan de stap gemaakt worden van draagvlak onder direct betrokkenen naar een breed maatschappelijk draagvlak? Hoe om te gaan met verschillen in vertrouwen in de deskundigheid van betrokken partijen?

Tabel 4.10 Vragen communicatie en participatie

Vragen	Aantal stakeholders met deze vraag
Hoe kun je zorgvuldig en transparant communiceren terwijl je zelf ook niet alles weet?	6
In hoeverre wordt de deskundigheid van partijen geaccepteerd? Hoe kan deze acceptatie verbeterd worden?	3
Hoe kunnen ervaringen van tuinders gebruikt worden?	4
Wat is het draagvlak voor (ultra)diepe geothermie?	1
Hoe om te gaan met het brede publiek (denk aan Groningen, emoties)?	3
Hoe de stap te maken van draagvlak onder direct betrokkenen naar breed maatschappelijk draagvlak?	1
Hoe zetten we (ultra)diepe geothermie neer?	1

Rathenau Instituut

4.5 Conclusie: vragen over ultradiepe geothermie

Dit hoofdstuk laat zien dat er over (ultra)diepe geothermie uiteenlopende vragen worden gesteld. Deze vragen zijn per thema geordend. In tabel 4.11 wordt per thema een samenvattende hoofdvraag gesteld. Het is belangrijk op te merken dat dit slechts een eerste set aan vragen is van de stakeholders, en dat hun vragen zullen meebewegen met de ontwikkelingen van (ultra)diepe geothermie in de toekomst.

Zo is zowel voor de ondergrondse als bovengrondse aspecten van (ultra)diepe geothermie 'Wat levert het op?' een belangrijke vraag. Wat betreft de ondergrond zijn belangrijke vragen: hoe ziet de bodem eruit; welke activiteiten worden er in de ondergrond verricht; en wat zijn de gevolgen van deze activiteiten voor de veiligheid (en hoe wordt monitoring georganiseerd)? In technologisch opzicht is bovengronds van belang welke aanpassingen nodig zijn t.b.v. een warmtenet.

Vanuit financieel oogpunt zijn er zowel voor de ondergrond als de bovengrond belangrijke vragen over de business case: wat kost (ultra)diepe geothermie voor zowel initiatiefnemer als afnemer? Vanuit bestuurlijk perspectief zijn er veel vragen over hoe (ultra)diepe geothermie is ingebed in beleid en bestuur. Hoe het toezicht is georganiseerd is hier een belangrijke vraag. Ten slotte stellen stakeholders vragen over hoe een bredere groep partijen betrokken kan worden en hoe de communicatie georganiseerd kan worden.

Tabel 4.11 Overzicht van vragen per thema

Aspect van (ultra)diepe geothermie	Hoofdvraag	
	Ondergronds	Bovengronds
Nut en noodzaak	Wat levert (ultra)diepe geothermie op (t.o.v. vraag)?	
Technologisch	Hoe ziet de bodem eruit (breuken)?	Welke aanpassingen zijn nodig t.b.v. warmtenet?
	Welke activiteiten in de ondergrond worden er verricht (boring en stimulatie)?	
Veiligheid	Wat zijn de gevolgen van deze activiteiten voor de veiligheid (grondwater en aardbevingen)? Hoe wordt monitoring georganiseerd?	
Financieel	Is er een business case voor de ontwikkelaar?	Wat zijn de kosten voor de eindgebruiker?
Bestuurlijk	Hoe is (ultra)diepe geothermie ingebed in beleid en bestuur? Hoe is toezicht georganiseerd?	Welk beleid is er over (ultra)diepe geothermie (Warmtewet)?
Participatie en communicatie	Hoe bredere groep stakeholders betrekken en communicatie organiseren?	

5 Opvattingen van stakeholders over de wenselijkheid van een maatschappelijke dialoog

Dit hoofdstuk toont de opvattingen van de geïnterviewden over de wenselijkheid van een maatschappelijke dialoog over ultradiepe geothermie. Wat is volgens hen de volgende stap die gezet moet worden? Op welke manier willen ze de nog ontbrekende kennis over ultradiepe geothermie vergaren? Paragraaf 4.4 bevatte al enkele vragen die de geïnterviewden stellen over het betrekken van andere belanghebbenden bij hun activiteiten. We benadrukken dat het veld van ultradiepe geothermie in Nederland nog sterk in ontwikkeling is en dat de opvattingen van geïnterviewden dus gezien moet worden als een momentopname (zie ook paragraaf 1.1). Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een analyse waarin de ideeën van de verschillende belanghebbenden over de wenselijkheid van een maatschappelijke dialoog over (ultra)diepe geothermie met elkaar vergeleken worden. Hieruit volgen in de conclusie al enkele aandachtspunten voor een maatschappelijke dialoog.

5.1 Politieke en bestuurlijke actoren

Provincie Noord-Brabant

De provincie staat er positief tegenover een dialoog te organiseren. De doelstelling is met name om anderen mee te nemen in het proces van duurzame benutting van de ondergrond en de mogelijke ontwikkeling van (ultra)diepe geothermie. Het doel is om te zorgen voor balans tussen het benutten van de ondergrond en het beschermen van met name de drinkwatervoorziening. De provincie ervaart echter dat er nog onvoldoende beleid is dat stuurt op een dergelijke goede balans.

Ministerie van Economische Zaken

Het ministerie van EZ ziet het belang van een dialoog. Zeker ultradiepe geothermie is een onderwerp om zorgvuldig mee om te gaan. Het is van belang om goed uit te leggen wat de plannen zijn en wat de rol van *fracking* en chemische stimulatie is. Daarbij is zowel een algemene dialoog als een dialoog per concreet project nuttig. Men verwacht het meest van een dialoog rondom een concreet project waarbij er een plan ligt zonder dat er nog een beslissing is genomen. Pas bij een concreet plan worden de belangen duidelijk. Deze zou bij voorkeur georganiseerd moeten worden door de initiatiefnemers.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (Ministerie van I&M)

Dialoog is heel goed, schept een basis voor vertrouwen en is daarom regelmatig nodig. Het kan ook voor alle partijen leerzaam zijn. Zorgen dat je zowel met elkaar praat als het goed gaat, als wanneer het mis gaat. Het ministerie van I&M ziet geen formele rol voor zichzelf. Zoals in hoofdstuk 3 genoemd, is het ministerie al een traject gestart met o.a. drinkwaterbedrijven om een gedifferentieerd beschermingsregime voor drinkwatergebieden uit te werken.

Gemeente Helmond

Volgens de gemeente Helmond moet de overheid een rol spelen in het verkrijgen van meer informatie over de ondergrond. De gemeente is voornemens na de zomer seismologisch onderzoek laten verrichten. Wanneer de uitkomsten kansen voor ultradiepe geothermie laten zien, is het goed om een gesprek te starten over de voorwaarden waaronder een boring plaats zou kunnen vinden. Dit gesprek kan voortbouwen op de overlegstructuren die gevormd zijn rondom de Green Deal Geothermie Brabant en plaatsvinden met de partijen van deze Green Deal.

5.2 Drinkwaterbedrijf

Brabant Water

De organisatie wil eerst de feiten over ultradiepe geothermie kennen, stapje voor stapje, en in openheid onderzoek doen. Beleid moet zorgvuldig opgesteld worden; het voorzorgsprincipe is het uitgangspunt. Eerst meer kennis, dan pas maatschappelijke discussie. In Brabant zit men met direct belanghebbenden om tafel, maar er loopt geen gestructureerd proces met alle stakeholders. In dialoog voorkomen dat extremere beelden de overhand krijgen.

5.3 Mogelijke investeerders en ontwikkelaars

Hydreco

Hydreco is rondom de concrete projecten die binnen Geothermie Brabant worden voorbereid ook bezig met het organiseren van communicatie- en stakeholdermanagement. Hun voorkeur gaat uit naar het parallel organiseren van dialoog en het voorbereiden van projecten. Daarbij moeten stakeholders geleidelijk meegenomen worden in de ontwikkeling. Hydreco wil voorkomen dat het ingewikkelder gemaakt wordt dan nodig en dat een potentieel veelbelovende techniek ten onrechte wordt afgeschreven.

Geothermie Brabant BV, waar Hydreco onderdeel van is, organiseerde in oktober 2017 inloopavonden in Deurne en Someren. Hier werden bewoners geïnformeerd over het onderzoek naar de ondergrond dat Geothermie Brabant BV uitvoert in het kader van de Green Deal Geothermie Brabant (Omroep Venray, 2017; Siris, 2017).

Energiefonds Brabant

Het Energiefonds wil graag op een zakelijke wijze met ultradiepe geothermie aan de slag gaan en is gericht op samenwerking met partijen die kunnen bijdragen aan concrete projecten en de realisatie van businessplannen. Zij zijn bereid een dialoog met meer partijen aan te gaan op het moment dat er op concrete en gestructureerde wijze gesproken kan worden over concrete projecten. Momenteel worden verkennende gesprekken gevoerd over een mogelijke dialoog bij een potentieel project in Brabant. De dialoog moet vanuit hun perspectief gericht zijn op de realisatie van deze projecten.

5.4 Mogelijke afnemers van warmte

Bavaria

Bavaria staat op dit moment voor de beslissing om wel of niet door te gaan met verdere ontwikkeling van ultradiepe geothermie. Seismisch onderzoek is nodig om meer informatie over de ondergrond te krijgen. Mochten de plannen doorgaan dan vindt Bavaria dat de dialoog breder gevoerd moet worden en Bavaria als voortrekker een duidelijke rol moet spelen.

Vlisco

Vlisco heeft behoefte aan meer duidelijkheid over de ultradiepe geothermieplannen. Dialoog is daarom nu nog te vrijblijvend. Er moet een investeerder aan tafel zitten. Of een andere drijvende kracht, bijvoorbeeld de provincie Noord-Brabant. Nu is er voor Vlisco nog geen business case en is verder praten niet zinvol. Het bedrijf zou zich graag richten op een dialoog rondom een concreet project.

Coöperatie Duurzame Energie Reeshof (CDER)

Positief tegenover een dialoog. Als energiecoöperatie verantwoordelijkheid richting de leden om alternatieven goed te onderzoeken. Moeten aan kunnen geven waarom we het een wel doen en het ander niet. Dialoog is goed middel om gehoord te worden en invloed uit te oefenen.

Wijkraad Rijpelberg Helmond

De Wijkraad wil graag meekijken met onderzoek en de mogelijkheden voor ultradiepe geothermie verkennen. Ze hebben eerst behoefte aan een haalbaarheidsstudie. Eventuele concrete mogelijkheden moeten dan gecommuniceerd worden met de wijk. Het is belangrijk om mensen vroegtijdig te betrekken en open kaart te spelen. Mensen moeten de gelegenheid krijgen om vragen te stellen. De Wijkraad stelt zelf vragen aan de Werkgroep van de Greendeal. Verder bepleit de Wijkraad een aanpak waarbij geleerd wordt van een eerste put. Wanneer deze onder controle is, kunnen volgende putten geboord worden.

5.5 Maatschappelijke organisaties

Platform Geothermie

Seismisch onderzoek is nodig, en soms proefboringen, om een goed beeld van de lokale/regionale geschiktheid van de bodem te krijgen. Alleen op die manier kan het reële potentieel in kaart gebracht worden. Daarnaast roept ultradiepe geothermie, net als alle andere mijnbouwactiviteiten, veel vragen op. Het is verstandig om daarom gelijktijdig lokaal/regionaal dialogen te organiseren, daarbij aansluitend op de landelijke gesprekken en onderzoeken die er al lopen. Hierbij is het praktisch om te starten met de *usual suspects* en dan gericht te kijken of er partijen ontbreken. De ervaring tot nu toe is dat er een informatiebehoefte is (wat is wél en wat is niet bekend?) die het beste in een dialoogvorm is weg te werken, en dat er daarnaast gezamenlijke (of individuele) vragen ontstaan die om beantwoording vragen.¹⁵

¹⁵ Platform Geothermie biedt op haar website diverse *factsheets* over geothermie.

LTO Glaskracht

LTO Glaskracht heeft vooral behoefte aan een groter onderzoeksbudget voor zowel diepe als ultradiepe geothermie. Het is gewenst de ondergrond in kaart te brengen ten behoeve van diepe en ultradiepe geothermie, ook gebieden waar geen olie- en gasboringen zijn geweest. Voor een dialoog over ultradiepe geothermie voelt LTO Glaskracht zich niet de aangewezen partij, hiervoor zou beter vereniging van geothermie-operators DAGO, Platform Geothermie of TNO gevraagd kunnen worden. Deelnemers aan een dialoog zouden vooral actieve betrokkenen moeten zijn, zoals de geothermie sector, overheid, toezichthouder, EBN. Het ministerie van EZ moet dit proces organiseren. Het is van belang nu open te communiceren (in de vorm van publiekscampagne) over geothermie om lokale weerstand te voorkomen. Hiervoor zijn zo onafhankelijk mogelijke experts nodig.

Brabantse Milieufederatie (BMF)

De Brabantse Milieufederatie wil graag in een gezamenlijke maatschappelijke dialoog de verschillende risico's van ultradiepe geothermie verkennen. Welke risico's zijn er, hoe kunnen deze worden ingeperkt of beheerst? In dit proces kunnen de randvoorwaarden voor ultradiepe geothermie geformuleerd worden. De optie dat ultradiepe geothermie niet gewenst is (vanwege de risico's of anderszins), moet open gehouden worden. Onder meer het gebruik van *fracken* moet nader onderzocht worden. Omdat *fracking* een 'triggerword' is geworden, is het volgens de BMF goed om in kaart te brengen wat *fracken* in het geval van ultradiepe geothermie precies inhoudt en wat de mogelijke gevolgen zijn. Bij het proces moet een evenwichtige groep partijen betrokken worden: experts en bewoners, commerciële partijen en kritische partijen. Een externe en onafhankelijke partij moet zorgdragen voor de facilitering van het proces. De BMF hecht groot belang aan het opbouwen van vertrouwen tussen de deelnemende partijen, ook voor het creëren van breed geaccepteerde kennis.

Schaliegasvrij Nederland

Schaliegasvrij Nederland vindt een maatschappelijke dialoog van groot belang. Naast initiatiefnemers, gebruikers en deskundigen moeten juist de bewoners betrokken worden. Wanneer zij meedoen aan het proces voorkom je dat indianenverhalen de ronde gaan doen. Het gesprek moet met name gaan over seismiciteit maar bijvoorbeeld ook over het transport bovengronds. Het proces moet in een vroeg stadium van start gaan, je kunt altijd van elkaar leren. Het is onzeker of Schaliegasvrij Nederland zelf de tijd heeft om deel te nemen.

5.6 Overig

Peter van der Gaag, zelfstandig geoloog

Een dialoog is een heel goed idee. Er moet ook open gediscussieerd worden over ultradiepe geothermie. De heer Van der Gaag vindt dat besluiten dienen te worden genomen op basis van gedegen kennis over de ondergrond en dat deze kennis juist vaak ontbreekt. Gesprekken dienen in een vroeg stadium te beginnen. Experts met elkaar laten praten om te voorkomen dat mensen zonder kennis de discussie vertragen en frustreren. Voorkomen dat de experts zich terugtrekken uit deze discussie en zorgen voor eindresultaat waar zowel voor- en tegenstanders zich in kunnen vinden. Geeft aan dat EZ projecten frustreert die voor- en tegenstanders aan het woord laat.

Gevaar is dat mensen zo argwanend worden over alles wat er in de bodem gebeurt (zie Groningen), dat goede initiatieven ook niet meer mogelijk zijn.

Ron Lodewijks, oud-journalist Brabants Dagblad

Omdat er nog geen duidelijkheid is over concrete projecten en of ultradiepe geothermie überhaupt een reële optie is, vindt Lodewijks het te vroeg voor een discussie met het brede publiek. Voor een dialoog met stakeholders zou het van belang zijn om onafhankelijke deskundigen te hebben die vertellen hoeveel ultradiepe geothermie kan bijdragen aan duurzame energie, hoe ultradiepe geothermie veilig kan en hoe het ook economisch interessant zou kunnen zijn. Maar een discussie tussen insiders is niet voldoende voor maatschappelijk draagvlak. In de tussentijd zou de provincie een openbaar te maken toetsingskader voor ultradiepe geothermie kunnen voorbereiden op basis waarvan eventuele booraanvragen worden beoordeeld.

5.7 Analyse

Dit hoofdstuk beschrijft de perspectieven van de geïnterviewden op de wenselijkheid van een maatschappelijke dialoog over ultradiepe geothermie.

We constateren dat de geïnterviewden geïnteresseerd zijn in een vorm van dialoog over ultradiepe geothermie. Enkele van hen zijn al actief in het communiceren en overleggen over (ultra)diepe geothermie. Zo zijn het ministerie van I&M en de drinkwaterbedrijven een overlegtraject gestart om de verhouding tussen geothermie en drinkwater te bepalen. Hydreco heeft enkele inloopavonden georganiseerd over hun seismologische campagne, waar omwonenden informatie kregen en vragen konden stellen. De betrokkenen verschillen echter van mening over het doel van een dialoog, het geschikte moment voor een dialoog, de partijen die uitgenodigd moeten worden, wie de dialoog zou moeten organiseren en de openheid van de uitkomsten. Deze punten worden hieronder nader toegelicht.

Daarnaast hebben meerdere geïnterviewden behoefte aan meer kennis over de ondergrond. LTO Glaskracht pleit voor een ruim onderzoeksbudget voor zowel diepe als ultradiepe geothermie. Ministerie van EZ geeft aan dat er seismisch onderzoek nodig is om de potentie van ultradiepe geothermie in kaart te brengen.¹⁶ De gemeente Helmond is van mening dat het een taak van de overheid is om meer informatie over de ondergrond te verkrijgen.

Ten eerste hebben de betrokkenen verschillende ideeën over *het doel van een dialoog*. Sommigen geven de voorkeur aan een meer algemene discussie over ultradiepe geothermie, over algemene voorwaarden, terwijl anderen een gesprek alleen zinvol vinden als dat over een concreet project gaat. Zo vindt het Energiefonds Brabant dat de dialoog gericht moet zijn op de realisatie van een concreet project. De Brabantse Milieufederatie is juist van mening dat alle keuzes open moeten staan en dat het ook mogelijk moet zijn om te besluiten niet over te gaan tot een geothermieboring. Een voorkeur voor een algemene dialoog is uitgesproken door provincie Noord-Brabant, ministerie van I&M, Brabant Water, Platform Geothermie, Bavaria, LTO Glaskracht, Brabantse Milieufederatie, Schaliegasvrij, dhr. Van der Gaag en dhr. Lodewijks. Voorstanders van een dialoog over een

¹⁶ Dit is inmiddels uitgewerkt in de Green Deal Ultradiepe Geothermie. Zie ook paragraaf 2.9.3.

concreet project zijn ministerie van EZ, gemeente Helmond, Hydreco, Energiefonds Brabant, Vlisco en CDER. Energiefonds Brabant heeft hiervoor al een potentieel project op het oog. Ministerie van EZ ziet ook het nut van een algemene dialoog, naast een dialoog over concrete projecten. Platform Geothermie benadrukt dat de dialogen over concrete projecten wel aansluiting moeten zoeken bij nationale discussies en onderzoeken.

Ten tweede hebben de geïnterviewden een verschillende mening over *het juiste moment* om met een dialoog te starten. Dit heeft te maken met de hoeveelheid informatie over ultradiepe geothermie of concrete projecten die zij wensen te hebben voordat ze een dialoog nuttig achten. Brabant Water en dhr. Lodewijks vinden het bijvoorbeeld nog te vroeg om een dialoog te beginnen. Brabant Water geeft aan eerst meer kennis te willen vergaren en dhr. Lodewijks wil eerst meer weten over nut en noodzaak van ultradiepe geothermie en over concrete projecten: wat levert het op, kan het veilig en is het economisch rendabel? Andere stakeholders willen graag vroegtijdig starten met een dialoog. Dit geldt voor Wijkraad Rijpelberg, Schaliegasvrij Nederland en dhr. Van der Gaag. Andere partijen willen praten op het moment dat er een concreet project ligt. Dit is de positie van ministerie van EZ, gemeente Helmond, Hydreco, Energiefonds Brabant, Platform Geothermie, Vlisco en CDER. De gemeente Helmond heeft een concreet moment voor ogen: nadat de uitkomsten van het seismisch onderzoek beoordeeld zijn.

Ten derde bestaan er verschillende ideeën over de *partijen* die betrokken zouden moeten worden. Platform Geothermie en LTO Glaskracht pleiten voor het uitnodigen van partijen die actief betrokken zijn, eventueel aan te vullen met meer partijen. Andere geïnterviewden zijn voorstander van het betrekken van een bredere groep deelnemers, te weten Bavaria, Schaliegasvrij Nederland, Brabantse Milieufederatie en dhr. Lodewijks. Enkele geïnterviewden noemen ook expliciet het betrekken van (onafhankelijke) experts. Dit geldt voor LTO Glaskracht, Schaliegasvrij Nederland, en dhr. Van der Gaag en dhr. Lodewijks. Enkele betrokkenen zijn huiverig voor het uitnodigen van partijen die zich niet constructief opstellen. Een geïnterviewde stelt voor slechts experts uit te nodigen, om te voorkomen dat mensen zonder expertise de discussie bepalen. Een andere wens is om in een maatschappelijke dialoog onafhankelijke deskundigen in te zetten om informatie over geothermie te presenteren.

Ten vierde hebben enkele betrokkenen een voorkeur voor de *organisator* van de dialoog. Ministerie van EZ ziet graag dat de initiatiefnemers het voortouw nemen en ook ministerie van I&M ziet geen formele rol voor zichzelf. LTO Glaskracht ziet juist graag dat het ministerie van EZ een dialoog organiseert, terwijl Bavaria een belangrijke rol voor zichzelf ziet weggelegd. Ten slotte pleit de Brabantse Milieufederatie voor een onafhankelijke voorzitter.

5.8 Conclusie: wenselijkheid van dialoog

Dit hoofdstuk toont dat de geïnterviewden geïnteresseerd zijn in een vorm van dialoog over ultradiepe geothermie. Enkele van hen zijn al actief in het communiceren en overleggen over (ultra)diepe geothermie. We constateren dat ook de geïnterviewden verschillende ideeën hebben over een mogelijke dialoog over ultradiepe geothermie. Hun inzichten verschillen wat betreft het doel van een dialoog, het geschikte moment voor een dialoog, de gewenste deelnemers en de

organisator. Ten slotte hebben meerdere betrokkenen behoefte aan meer kennis over de ondergrond. Deze kan bijvoorbeeld verkregen worden door seismologisch onderzoek. De Green Deal Ultradiepe Geothermie draagt overigens bij aan dit onderzoek. Seismisch onderzoek kan ook relevante informatie opleveren voor betrokkenen met vragen over de nut en noodzaak van ultradiepe geothermie.

6 Bevindingen en aanbevelingen

In dit slothoofdstuk vatten we de belangrijkste bevindingen van de stakeholderanalyse samen. Daarnaast formuleren we aanbevelingen voor de vormgeving van een maatschappelijke dialoog over ultradiepe geothermie binnen de provincie Noord-Brabant.

6.1 Resultaten stakeholderanalyse

Op basis van literatuuronderzoek en interviews met 17 betrokken maatschappelijke partijen hebben we in de voorgaande hoofdstukken:

- een stand van zaken geschetst van ontwikkelingen op het gebied van (ultra)diepe geothermie (inclusief wat de stakeholders verstaan onder ultradiepe geothermie), met aandacht voor relevante kansen en risico's en regelgeving;
- een overzicht gegeven van welke opvattingen de stakeholders hebben over ultradiepe geothermie;
- een overzicht gegeven van de vragen die de verschillende stakeholders hebben over ultradiepe geothermie;
- in kaart gebracht hoe de verschillende stakeholders aankijken tegen een maatschappelijke dialoog over ultradiepe geothermie.

Hieronder bespreken we kort de resultaten van de stakeholderanalyse.

6.1.1 Perspectieven op ultradiepe geothermie

Uit het literatuuronderzoek en de interviews komt naar voren dat er zowel onder experts als stakeholders geen gedeelde definitie bestaat van ultradiepe geothermie. Ook verschillen de kennisniveaus bij de betrokkenen. Ten behoeve van dit rapport is een werkdefinitie van ultradiepe geothermie geformuleerd. Wij spreken van ultradiepe geothermie bij een boring op een diepte van minimaal 4 km en een temperatuur van 120 graden of hoger, waarbij productie van elektriciteit tot de mogelijkheden behoort. We zijn ons ervan bewust dat deze de grenswaarden in deze definitie enigszins willekeurig zijn.

We stellen vast dat de mogelijke bijdrage van (ultra)diepe geothermie aan de verduurzaming van de energievoorziening door alle betrokkenen wordt onderschreven. Het merendeel van de stakeholders staat er ook voor open om de mogelijkheden van ultradiepe geothermie verder te verkennen. Niemand staat daar op voorhand afwijzend tegenover.

Wel leven er zorgen over risico's die gepaard gaan met ultradiepe boringen. Men noemt dan vooral de mogelijke vervuiling van grond- of drinkwater door boringen of lekkages, en het mogelijke veroorzaken van aardbevingen. Sommigen staan daarom kritisch tegenover chemische of hydraulische stimulatie. Veiligheid is een belangrijk issue. Dit veiligheidsargument alleen al zorgt ervoor dat men breed belang hecht aan maatschappelijk draagvlak voor ultradiepe boringen.

Verder is het zowel voor veel initiatiefnemers als afnemers nog onduidelijk hoe de business case voor ultradiepe geothermie er (precies) uitziet. Wegen de benodigde, hoge investeringen voor ultradiepe boringen op tegen de onzekere opbrengsten ervan?

6.1.2 Vragen over ultradiepe geothermie

Bij alle stakeholders leven belangrijke vragen over ultradiepe geothermie. Deze vragen vloeien deels voort uit het beperkte kennisniveau van de betrokkenen. We hebben in Nederland immers nog geen ervaring opgedaan met ultradiepe boringen. Zo willen veel betrokkenen inzicht in:

- wat (ultra)diepe geothermie oplevert in verhouding tot de warmtevraag;
- de samenstelling van de ondergrond en de aanwezigheid van breuken;
- de veiligheidsrisico's van boringen en de wijze waarop deze worden gemonitord;
- de business case van ultradiepe geothermie, zowel ondergronds (kosten van boringen) als bovengronds (benodigde aanpassingen van een warmtenet);
- de organisatie van het benodigde toezicht;
- op welke manier er verbinding kan worden gezocht met een bredere groep aan betrokkenen.

Deze vele en diverse vragen maken dat de meeste betrokken partijen nog geen vastomlijnd standpunt hebben ingenomen over de wenselijkheid en haalbaarheid van ultradiepe geothermie.

6.1.3 Wenselijkheid dialoog

In de interviews hebben de betrokken partijen zich ook uitgesproken over de wenselijkheid van een dialoog over ultradiepe geothermie. Alle stakeholders onderschrijven het belang van een 'dialoog' of 'gesprek' met de betrokken partijen. Wel heeft men verschillende ideeën over het doel van een dialoog, het geschikte moment, de deelnemers en de organisator.

Een aantal partijen pleit voor een meer algemene discussie over nut en noodzaak van ultradiepe geothermie en daaruit voortvloeiende algemene voorwaarden voor ultradiepe boringen. Die discussie zou in een vroeg stadium moeten worden gestart, met een breed palet aan deelnemers (inclusief bewoners die er mogelijk mee te maken krijgen), zodat er vertrouwen ontstaat in het proces. Volgens anderen is een algemene discussie te vrijblijvend en heeft een dialoog pas zin als er concrete plannen en een business case bestaan voor een project. Vooral actieve partijen zouden hieraan moeten deelnemen. Weer anderen zien een dialoog vooral als een manier om te voorzien in de grote informatiebehoefte van de diverse partijen.

Ook over de organisatie van een dialoog verschillen de meningen. Terwijl sommigen het ministerie van EZ als gewenste organisator zien, denkt het ministerie zelf hiervoor juist aan de initiatiefnemers, en pleiten anderen weer voor een onafhankelijke voorzitter.

6.2 Aanbevelingen

De wens van de provincie Noord-Brabant om door middel van een stakeholderanalyse meer inzicht te krijgen in de discussie over ultradiepe geothermie en de positie van verschillende belanghebbenden daarin, is heel actueel. Onlangs nog heeft het Staatstoezicht op de Mijnen in haar rapport 'De Staat van de Sector – Geothermie' (SodM, 2017a) en in haar kritiek op het project Warmtestad Groningen (SodM, 2017b) meer aandacht gevraagd voor de risico's die geothermie met zich meebrengt. De aandacht voor die risico's is ook van groot belang voor de discussie over ultradiepe geothermie, waarmee we in Nederland nog geen ervaring hebben opgedaan.

Onze stakeholderanalyse laat zien dat het merendeel van de betrokken partijen openstaat om de mogelijkheden van ultradiepe geothermie te verkennen. Tegelijkertijd bestaat er geen gedeeld beeld van wat ultradiepe geothermie precies inhoudt. Ook hebben de geïnterviewden nog veel vragen over nut en noodzaak, veiligheidsrisico's, de business case en benodigde regelgeving.

Daarnaast bestaan er verschillen van mening over hoe en op welk moment de diverse partijen betrokken moeten worden in de verdere ontwikkeling van ultradiepe geothermie. Wel is er grote overeenstemming over dat een bredere kring van betrokkenen een rol moet spelen in die ontwikkeling. Er zijn namelijk nog veel openstaande vragen bij de diverse partijen en er is een breed gedeelde behoefte aan maatschappelijk draagvlak voor ultradiepe geothermie.

Er is daarom veel voor te zeggen om een dialoog met betrokken partijen te organiseren. Een dialoog biedt deelnemers de gelegenheid om hun verwachtingen, zorgen, waarden, belangen en (kennis)vragen kenbaar te maken en verder te articuleren. Het biedt een platform om kennis te nemen van de zienswijzen en vragen van andere betrokkenen. De implicaties van eventuele uitkomsten van de dialoog voor de ontwikkeling van ultradiepe geothermie in de provincie Noord-Brabant kunnen daarbij ook aan bod komen.

Met deze kennis en gebruikmakend van eerder onderzoek van het Rathenau Instituut naar stakeholderprocessen (De Vries et al., 2013; Blankesteyn et al., 2014; Van Est & Van Waes, 2016) formuleren we een aantal aanbevelingen aan de provincie Noord-Brabant voor de organisatie van een dialoog over ultradiepe geothermie.

Begin op korte termijn een dialoog op provinciaal niveau

Een maatschappelijke dialoog op provinciaal niveau over ultradiepe geothermie sluit aan bij de insteek van de Green Deal Geothermie Brabant en bij het streven van de provincie naar een duurzaam gebruik van de ondergrond. Wat betreft deelnemers aan de dialoog kan in de eerste plaats worden gedacht aan de ondertekenaars van de Green Deal. Deze partijen zijn al betrokken bij het onderwerp en zijn ook tot op zekere hoogte geïnformeerd. Zij vertegenwoordigen ook een breed spectrum aan posities en meningen. Afhankelijk van het te bespreken (deel)onderwerp kan de provincie Noord-Brabant de selectie van stakeholders uitbreiden met andere relevante stakeholdersbelanghebbenden.

De dialoog zou op korte termijn van start moeten gaan. Voor het vertrouwen van de diverse partijen in het ontwikkelingsproces van ultradiepe geothermie is het cruciaal dat ze daar in een vroeg stadium bij worden betrokken (Blankesteyn et al., 2014). De ervaringen met bijvoorbeeld proefboringen naar schaliegas laten zien wat er kan gebeuren wanneer activiteiten in gang worden gezet zonder dat relevante betrokken partijen de gelegenheid krijgen om hun zegje te doen. De maatschappelijke weerstand die ontstond naar aanleiding van de plannen leidde uiteindelijk tot een vijfjarig moratorium op schaliegasboringen (De Vries et al., 2013). De groeiende onrust over en de toenemende weerstand tegen boringen in de ondergrond maken het extra urgent om in een vroeg stadium met de dialoog van start te gaan.

Besteed aandacht aan kennisopbouw én discussie over waarden en belangen

Zowel de (kennis)vragen van de diverse partijen als hun verwachtingen, zorgen, waarden en belangen moeten aan de orde komen. Deze twee elementen staan bovendien niet los van elkaar. De vragen en de daaruit voortvloeiende onderzoeksagenda en kennisopbouw staan niet los van de precieze verwachtingen, zorgen en belangen van de diverse partijen. Het belang van financiële investeerders bij een aantrekkelijke business case leidt immers tot andere vragen dan de zorgen van bewoners over mogelijke schade aan huizen als gevolg van aardbevingen. De benodigde kennisopbouw en daarmee samenhangende onderzoeksagenda moet dan ook mede op die belangen en zorgen gebaseerd zijn (Blankesteyn et al., 2014).

Maar extra kennis is zelden toereikend om alle vragen te beantwoorden, alle risico's uit te sluiten en belangentegenstellingen te overbruggen. Pesch et al. (2017) laten zien dat rechtvaardigheid een belangrijke rol kan spelen in de maatschappelijke discussie over nieuwe energietechnologieën. Bijvoorbeeld wanneer het gaat om een rechtvaardige verdeling van lusten en lasten. Zo ging de discussie over ondergrondse CO₂-opslag in Barendrecht onder meer over de vraag of het acceptabel is om de risico's van ondergrondse opslag bij een bepaalde groep mensen neer te leggen (Cuppen et al., 2015). Als het gaat om ultradiepe geothermie is het verstandig, gezien de zorgen over mogelijke aardbevingen, om vooraf te praten over compensatie in het geval er schade mocht ontstaan.

Dit rapport biedt overigens een belangrijke, eerste aanzet voor een gemeenschappelijke kennisopbouw over ultradiepe geothermie. Het beschrijft niet alleen de huidige stand van zaken met betrekking tot (ultra)diepe geothermie, maar geeft ook een overzicht van de (kennis)vragen die bij de diverse stakeholders leven. In dit proces van kennisopbouw is het van belang om te komen tot een gedeelde definitie van ultradiepe geothermie en om aandacht te besteden aan de urgentie van de warmtetransitie, aan de business case en aan de risico's.

Uit dit rapport komt ook naar voren dat sommige stakeholders antwoorden hebben op de vragen van anderen. Actief kennisdelen tussen de diverse partijen kan dus substantieel bijdragen aan gemeenschappelijke kennisopbouw. De provincie Noord-Brabant zou hierin een actieve rol moeten spelen.

Stel samen een onderzoeksagenda op

Gemeenschappelijke kennisopbouw vormt een belangrijk onderdeel van de dialoog. Daarom moeten de deelnemers aan de dialoog in de gelegenheid worden gesteld om aan de hand van hun vragen gezamenlijk een onderzoeksagenda te formuleren.

Experts die in dit verband worden geraadpleegd, moeten voor alle deelnemers acceptabel zijn. Dat betekent dat de selectie van experts heel zorgvuldig moet gebeuren.

Communiceer open en transparant

De provincie Noord-Brabant moet op open en transparante wijze communiceren over ultradiepe geothermie. Eerder onderzoek laat zien dat wanneer een energietechnologie omgeven is door vragen en onzekerheden en er diverse partijen met verschillende perspectieven bij betrokken zijn, het essentieel is dat alle partijen kennis kunnen nemen van de gang van zaken (Van Est & Van Waes, 2016; Cuppen et al., 2015; Cuppen et al., 2016; Metze et al., 2012; Metze, 2014).

Het gebruik van hydraulische of chemische stimulatie bij ultradiepe geothermie is vanwege de daarmee gepaard gaande veiligheidsrisico's een gevoelig onderwerp. Diverse stakeholders geven aan dat ultradiepe geothermie wat hen betreft geen optie is wanneer gebruik gemaakt wordt van *fracking*. Tegelijkertijd bestaat er ook de nodige verwarring over wanneer er precies sprake is van *fracking*. Vanwege deze onduidelijkheden en vanwege de gevoeligheden rond stimulatie ervan, is het cruciaal dat de provincie ook hierover open communiceert. Alleen dan kan duidelijk worden of, en onder welke voorwaarden, vormen van hydraulische of chemische stimulatie aanvaardbaar zijn.

Deel inzichten met andere overheden

Op het gebied van duurzame warmtevoorziening kan de provincie een scharnierrol vervullen tussen de diverse overheden. Op provinciaal en lokaal niveau speelt de provincie een centrale rol op het gebied van de warmtevraag en de geplande geothermieprojecten die voortvloeien uit de Green Deal Geothermie Brabant. Op lokaal niveau kunnen kennis en inzichten die de provincie opdoet gemeentelijke energie- en duurzaamheidsspecialisten helpen bij hun afwegingen ten aanzien van (ultra)diepe geothermie.

De inzichten uit de maatschappelijke dialoog vormen ook nuttige input voor beleidsprocessen op landelijk niveau. Het gaat hier met name om STRONG en de Green Deal Ultradiepe Geothermie. De provincie kan hierin een belangrijke bijdrage leveren door ervaringen uit de lokale en provinciale context uit te wisselen met andere provincies en de landelijke overheid.

Omgekeerd kan de provincie leren van onderzoek en ervaringen elders in het land. In het najaar van 2017 wordt in het Trias Westlandproject voor het eerst in Nederland een geothermieput geboord van 4 km diep. Hydreco voert de boring uit. De provincie Noord-Brabant zou deze eerste ultradiepe boring als *pilot* kunnen inzetten bij hun maatschappelijke dialoog. Zo kan de provincie aan de hand van een concreet project meer algemene vragen aan de orde te stellen. Daarmee kunnen verschillen worden overbrugd tussen de stakeholders die een meer algemene discussie willen voeren over nut en noodzaak, en diegenen die aan de hand van een concreet project de

dialogoog willen aangaan. Wij raden de provincie zeker aan om de mogelijkheid te onderzoeken om het Trias Westlandproject als *pilot* te benutten.

Schep voorwaarden voor een vruchtbare dialoog

Eerder onderzoek naar participatieprocessen rondom energievraagstukken levert de volgende relevante lessen op voor een adequate vormgeving van een maatschappelijke dialoog (Van Est & Van Waes, 2016; zie ook Turnhout en Metze, 2015):

- Een dialoog moet onderdeel zijn van bestaande politieke en beleidsprocessen, zodat de resultaten ervan ook worden meegenomen in die processen. De Green Deal Geothermie Brabant uit 2016 en de Green Deal Ultradiepe Geothermie uit 2017 lijken hiervoor heel geschikt.
- Tegelijkertijd mag een maatschappelijke dialoog niet slechts dienen ter legitimering van bestaande beleidsplannen. Voor het maatschappelijk draagvlak van de uitkomsten van een dialoog moet de agenda ervan een open karakter hebben. De deelnemers moeten ook tot de slotsom kunnen komen dat ultradiepe geothermie onwenselijk is, omdat aan belangrijke voorwaarden niet wordt voldaan.
- De deelnemers moeten de kans krijgen om gezamenlijk de voorwaarden te formuleren waaraan een project, namelijk een ultradiepe boring, moet voldoen.
- De deelnemers moeten uitgenodigd worden om gezamenlijk aan het begin van de dialoog afspraken te maken over de verdere vormgeving van het proces (doel, agenda, deelnemers, communicatie, spelregels). Tijdens het proces moet het mogelijk zijn om deze vormgeving desgewenst aan te passen.
- Het organiseren van een dialoog is vakwerk. Zorg ervoor dat de organisatie in vakkundige handen rust.
- Zorg voor een onafhankelijke voorzitter, waarin de diverse deelnemers vertrouwen kunnen stellen.

Bibliografie

20 minutes (2009). Un anniversaire géothermique fêté à Melun. <http://www.20minutes.fr/paris/334865-20090625-anniversaire-geothermique-fete-a-melun>. [Laatst bezocht op 22 november 2017].

Atlas Natuurlijk Kapitaal (2017). Kaarten. <http://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/kaarten>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

Blankesteijn M., G. Munnichs & L. van Drooge (2014). *Wetenschap als strijdtoneel. Publieke controversen rond wetenschap en beleid*. Den Haag, Rathenau Instituut.

Bloemendal, M., J. Hoogendoorn & S. Rijk (2016). Bodemenergie & Drinkwaterwinningen. Den Haag: KNW. <https://www.h2owaternetwerk.nl/index.php/vakartikelen/713-bodemenergie-drinkwaterwinningen>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

Bruhn, D. (2014). Exploitation of Deep Geothermal Resources for the Provision of Energy – Development and Research Questions. *Natural Resources* 6:3, 26-29.

Bundesverband Geothermie (2017). Geothermie Holzkirchen: Die zweite Bohrung übertrifft alle Erwartungen. <http://www.geothermie.de/news-anzeigen/2017/03/24/geothermie-holzkirchen-die-zweite-bohrung-ubertrifft-alle-erwartungen.html>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

CBS (2015). Sterke groei aandeel duurzame energie. Heerlen: CBS. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2015/27/sterke-groei-aandeel-hernieuwbare-energie>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

CE Delft (2015). Schaliegas in Nederland. Verkenning van maatschappelijke effecten. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/schaliegas/documenten/rapporten/2015/07/10/verkenning-van-maatschappelijke-effecten>. [Laatst bezocht op 25 november 2017].

Cuppen, E., S. Brunsting, U. Pesch & Y. Feenstra (2015). How stakeholder interactions can reduce space for moral considerations in decision-making: A contested CCS project in the Netherlands. *Environment & Planning A*, 1963-1978.

Cuppen, E., U. Pesch, S. Remmerswaal & M. Taanman (2016). Normative diversity, conflict and transition: shale gas in the Netherlands. *Technological Forecasting and Social Change*; available online 29 nov 2016.

DAGO (2017). DAGO persbericht als reactie op de Staat van de Sector van SodM 14-07-'17. <http://www.dago.nu/nl/nieuws>. [Laatst bezocht op 22 november 2017].

De Vries A., R. van Est & A. van Waes (red.) (2013). *Samen winnen. Verbreding van schaliegasdiscussie en handvatten voor besluitvorming*. Den Haag, Rathenau Instituut.

Degens G., M. Zijp, J. de Boer, A. Obdam, F. Jedari Eyvazi (2012). BIA Geothermal – TNO Umbrella Report into the Causes and Solutions to Poor Well Performance in Dutch Geothermal Projects. <http://nlog.nl/en/publications>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

EBN (2017a). EBN treedt toe tot Green Deal Geothermie Brabant. <https://www.ebn.nl/ebn-treedt-toe-tot-green-deal-geothermie-brabant/>. [Laatst bezocht op 22 november 2017].

EBN (2017b). Hoe werkt gaswinnen? Ondergrond. <https://hoewerktgaswinnen.nl/img/ondergrond/infoD.png>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

Eindhovens Dagblad (2017). Boringen naar aardwarmte op vijf locaties in de regio. 20 mei.

Energiea (2012a). INTERVIEW. Tien jaar geothermie: wat wordt het probleem van 2013? 23 oktober.

Energiea (2012b). TNO: injectiviteitsprobleem is veelkoppig monster. 17 oktober.

Energiea (2012c). Nieuwste domper in geothermieland heet injectiviteit. 19 april.

Energiea (2015). Aardwarmteproject Green Well Westland ziet alle kinderziektes voorbijkomen. 17 juli.

Energiea (2017a). Akkoord over ultradiepe geothermie in Brabant. 29 juni.

Energiea (2017b). Commissie voor de Mer blijft kritisch op visie op ondergrond. 13 juli.

EOS Wetenschap (2017). Nu ook geïnduceerde aardbevingen in Vlaanderen. <https://www.eoswetenschap.eu/technologie/nu-ook-geinduceerde-aardbevingen-vlaanderen>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

Est, R. van & A. van Waes m.m.v. A. de Vries (2016) *Elf lessen voor een goede Energiedialoog*. Den Haag, Rathenau Instituut.

European Geothermal Energy Council (2013). Fact sheet on enhanced geothermal systems: Why it is different to shale gas. <https://www.egec.org/position-papers/factsheet-on-enhanced-geothermal-systems-egs/>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

Expertisecentrum financiering duurzame energieprojecten (2015). Technische aspecten van geothermie projecten. Amsterdam: Nederlandse Vereniging van Banken.

Expertisecentrum warmte (2013). Warmte en koude in Nederland. Utrecht: RVO.

FD (2017). De afstand van Binnenhof tot Kurhaus, zo diep wordt er geboord in het Westland. 11 mei.

Gasunie (2017). Gasunie Unit converter. <https://unit-converter.gasunie.nl/>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Geothermie Brabant BV (2017). Over geothermie Oost Brabant. <http://projectengeothermiebrabant.nl/> Over geothermie Oost-Brabant. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

GFActueel (2017). Brabant: geothermie niet door telers laten uitvoeren. <http://www.gfactueel.nl/Glas/Nieuws/2017/8/Brabant-geothermie-niet-door-telers-laten-uitvoeren-176112E/>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

Green Deal Geothermie Brabant Breed (2014). <https://www.brabant.nl/-/media/d3b49cebab734283920bd2ee5ba6ed77.pdf>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Green Deal Geothermie Brabant (2016). <http://www.greendeals.nl/gd201-geothermie-brabant/>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Green Deal Ultradiepe Geothermie (2017). www.greendeals.nl/gd217-ultradiepe-geothermie/. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Groene Courant (2017). VITO en ENGIE Fabricom realiseren eerste diepe geothermiecentrale in België. <http://groenecourant.nl/wetenschap/vito-en-engie-fabricom-realiseren-eerste-diepe-geothermiecentrale-in-belgie/>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

Haffner, R., H. van Til, H. de Jong, W. Mans & L. de Graaf (2016). Evaluatie Warmtewet en toekomstig marktontwerp warmte. Rotterdam: Ecorys.

Hagedoorn, S. & R. Harmsen (2011). Aardwarmte: alternatief voor de gasketel?. In: Ganzevles, J. & R. van Est (red.). *Energie in 2030: Maatschappelijke keuzes van nu*. Den Haag: Rathenau Instituut.

IF Technology (2016). Evaluatie algemeen instrumentarium geothermie. Arnhem: IF Technology. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/05/30/evaluatie-algemeen-instrumentarium-geothermie>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

IF WEP, Ecofys & TNO (2011) Diepe geothermie 2050: een visie voor 20% duurzame energie voor Nederland. Rapport in opdracht van Agentschap NL (nu RVO.nl).

Kas als energiebron (2013). Stappenplan winning aardwarmte voor glastuinbouw. https://www.kasalsenergiebron.nl/content/research/14899_Stappenplan_Aardwarmte_12-2013.pdf. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Kas als energiebron (2014). Versnellingsplan aardwarmte glastuinbouw 2014-2017. https://www.kasalsenergiebron.nl/content/docs/Over_ons/Versnellingsplan_Aardwarmte.pdf. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

KWR Water (2016). Risico's van geothermie voor grondwater. [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). [Laatst bezocht op 24 november 2017].

Majer E.L., R. Baria, M. Stark, S. Oates, J. Bommer, B. Smith & H. Asanuama (2007). Induced seismicity associated with enhanced geothermal systems. *Geothermics* 36, 185-222.

Metze, T. A. P. (2014). Fracking the Debate: Frame Shifts and Boundary Work in Dutch Decision Making on Shale Gas. *Environmental Policy and Planning*, online first.

Metze, T. A. P., & E. Turnhout (2014). Politiek, participatie en experts in besluitvorming over super wicked problems. *Bestuurskunde*, 23(2), 3-12.

Metze, T. A. P., L.T. van den Dool & S. van Zuydam (2012). De rol van de raad bij maatschappelijke controverses: de casus proefboring schaliegas. Tilburgse School voor Politiek en Bestuur (TSPB) i.o.v. Rekenkamer Bostel.

Milieu Centraal (2017). Gemiddeld energieverbruik. <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/snel-besparen/grip-op-je-energierekening/gemiddeld-energieverbruik/>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Ministerie van Economische Zaken (2015). Kamerbrief warmtevisie. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2015/04/02/kamerbrief-warmtevisie>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Ministerie van Economische Zaken (2016a). Kamerbrief over uitkomsten Energiedialoog. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2016/11/21/kamerbrief-over-uitkomsten-energiedialoog>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Ministerie van Economische Zaken (2016b). Kamerbrief over onderzoek financieringsinstrumentarium geothermie. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2016/07/11/kamerbrief-over-onderzoek-financieringsinstrumentarium-geothermie>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Ministerie van Economische Zaken (2017a). Delfstoffen en aardwarmte in Nederland. Jaarverslag 2016. nlog.nl/cm/browsers?id=0622f8b3-d4f2-4cf1-a6a6-749a564b6907

Ministerie van Economische Zaken (2017b), Kamerbrief over Green Deal Ultradiepe Geothermie. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2017/06/19/kamerbrief-over-green-deal-ultradiepe-geothermie>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Ministerie van Infrastructuur & Milieu (2015). Nota van Beantwoording Zienswijzen op de Conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau planMER Structuurvisie Ondergrond. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2015/07/10/nota-van-beantwoording-zienswijzen-op-de-cnr-d-planmer-structuurvisie-ondergrond>. [Laatst bezocht op 22 november 2017].

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2016). Ontwerp structuurvisie ondergrond. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/11/11/ontwerp-structuurvisie-ondergrond>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

NAM (2017). Fracking: wat en waarom. <https://www.nam.nl/techniek-en-innovatie/fracking-more-efficient-gas-production/fracking-wat-en-waarom.html>. [Laatst bezocht op 25 november 2017].

Omroep Venray (2017). Inloopavond over onderzoek naar aardwarmte in de gemeente Venray. <https://www.omroepvenray.nl/nieuws/2017/10/23/inloopavond-over-onderzoek-naar-aardwarmte-de-gemeente-venray>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Onderzoeksraad Voor Veiligheid (2015). Aardbevingsrisico's in Groningen. Veiligheid geen rol bij gaswinning Groningen. <https://www.onderzoeksraad.nl/nl/onderzoek/1991/aardbevingsrisico-s-in-groningen/publicatie/1620/veiligheid-geen-rol-bij-gaswinning-groningen#fasen>. [Laatst bezocht op 22 november 2017].

Onderzoeksraad Voor Veiligheid (2017). Aardbevingsrisico's in Groningen. Aanpak problemen gaswinning Groningen te gefragmenteerd. <https://www.onderzoeksraad.nl/nl/onderzoek/1991/aardbevingsrisico-s-in-groningen/publicatie/1711/aanpak-problemen-gaswinning-groningen-te-gefragmenteerd#fasen>. [Laatst bezocht op 22 november 2017].

Pesch, U., A. Correljé, E. Cuppen & B. Taebi (2017). Energy justice and controversies: Formal and informal assessment in energy projects. *Energy Policy*, 109, 825-834.

Platform Geothermie (2017a). Projecten in Nederland. <https://geothermie.nl/index.php/nl/geothermie-aardwarmte/projecten-in-nederland>. [Laatst bezocht op 22 november 2017].

Platform Geothermie (2017b). SodM publiceert 'Staat van de sector'. Reactie Platform. <https://www.geothermie.nl/index.php/nl/actueel/nieuws/203-sodm-publiceert-staat-van-de-sector-reactie-platform>. [Laatst bezocht op 22 november 2017].

Rijksoverheid (2017). Winning van schaliegas in Nederland. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/schaliegas/schaliegas-in-nederland>. [Laatst bezocht op 25 november 2017].

RIVM (2015). Schaliegas en de winning. http://www.rivm.nl/Onderwerpen/S/Schaliegas/Schaliegas_en_de_winning. [Laatst bezocht op 25 november 2017].

RTV Noord (2017). Stad zet aardwarmteproject in de ijskast; strop in totaal 6 miljoen euro (update). <http://www.rtvnoord.nl/nieuws/185609/Stad-zet-aardwarmteproject-in-de-ijskast-strop-in-totaal-6-miljoen-euro-update>. [Laatst bezocht op 22 november 2017].

RVO (2014). Kansen voor diepe geothermie bij industriële processen. Rapport in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken.

RVO (2015). Zonneboilers voor de industrie: Kerngegevens over het toepassen van duurzame warmte bij bedrijven door zonneboilers. Utrecht: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

RVO (2016). Presentatie Geothermie SDE 2016. <https://www.rvo.nl/file/presentatie-geothermie-sde-2016pptx>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Sigfusson, B. & A. Uihlein (2015) 2015 JRC Geothermal Energy Status Report. https://setis.ec.europa.eu/sites/default/files/reports/2015_jrc_geothermal_energy_status_report.pdf. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

Siris (2017). Inloopavond onderzoek naar aardwarmte. <https://siris.nl/artikel/82621560/inloopavond-onderzoek-naar-aardwarmte>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Staatstoezicht op de Mijnen (2017a). Staat van de Sector Geothermie. <https://www.sodm.nl/documenten/rapporten/2017/07/13/staat-van-de-sector-geothermie>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Staatstoezicht op de Mijnen (2017b). Advies aan minister over opsporingsvergunning aardwarmte Groningen. <https://www.sodm.nl/documenten/brieven/2017/10/02/advies-aan-minister-over-opsporingsvergunning-aardwarmte-groningen>. [Laatst bezocht op 22 november 2017].

Staatstoezicht op de Mijnen (2017c). Expertpanel Kennisprogramma Effecten Mijnbouw (KEM) geïnstalleerd. <https://www.sodm.nl/actueel/nieuws/2017/5/30/expertpanel-kennisprogramma-effecten-mijnbouw-kem-geinstalleerd>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

Süddeutsche Zeitung (2016). Warum in Poing die Erde bebt. <http://www.sueddeutsche.de/muenchen/geothermie-warum-in-poing-die-erde-bebt-1.3312381>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

Süddeutsche Zeitung (2017). Geothermie wieder am Netz. <http://www.sueddeutsche.de/muenchen/erding/nach-mikro-beben-abgeschaltet-geothermie-wieder-am-netz-1.3709958>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

TNO (2012). Regionale studie aardwarmtepotentie provincie Limburg. Utrecht: TNO. Rapport in opdracht van de provincie Limburg.

TNO (2013). ThermoGIS. Wat is aardwarmte? http://www.thermogis.nl/algemene_info.html. [Laatst bezocht: 22 november 2017].

TNO (2015). Ultradiepe geothermie in Nederland: Branche innovatie Agenda. Utrecht: TNO. <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/energie/geo-energy/transitie-naar-duurzame-energie/ultra-diepe-geothermie-in-nederland/>. [Laatst bezocht: 24 november 2017].

TNO (2016). Ultra-diepe geothermie: Overzicht, inzicht en to-do ondergrond <http://www.nlog.nl/cm/brower?id=workspace%3A//SpacesStore/b1088291-05ed-46d8-9952-0b7476e453ab>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

TNO (2017). Welkom bij de geologische dienst Nederland.

<https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/energie/geological-survey-of-the-netherlands/welkom-bij-de-geologische-dienst-nederland/>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

TNO ThermoGIS (2017). Wat is aardwarmte? <http://www.thermogis.nl/images/doublet.png> [Laatst bezocht op 22 november 2017]. [Laatst bezocht: 24 november 2017].

Tweede Kamer (2017a). Vragen van het lid Beckerman (SP) over de staat van de sector geothermie.

<https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/kamervragen/detail?id=2017Z10495&did=2017D21819>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

Tweede Kamer (2017b). Vragen van het lid Wassenberg (Partij voor de Dieren) over zorgen die er bij het Staatstoezicht op de Mijnen bestaan over de veiligheid bij delfstoffenwinning en geothermie.

<https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/kamervragen/detail?id=2017Z10563&did=2017D21950>. [Laatst bezocht op 23 november 2017].

VITO (2017). Diepe geothermie in de Kempen: what's next? <https://vito.be/nl/media-events/nieuws/diepe-geothermie-de-kempen-whats-next>. [Laatst bezocht op 24 november 2017].

VITO, IOK, KVK De Kempen (2015). Geothermie 2020: Stappenplan voor de ontwikkeling en implementatie van geothermie als duurzame, stabiele en betaalbare bron van warmte en elektriciteit in Vlaanderen. Mol: VITO.

Bijlage I: Lijst van afkortingen en definities

Afkringing/definitie	Toelichting
BMF	Brabantse Milieufederatie
CDER	Coöperatie Duurzame Energie Reeshof
Chemische stimulatie	Het injecteren van bepaalde vloeistoffen (bijvoorbeeld zuren) in het reservoir, eventueel onder hoge druk, om de mineralen waaruit het gesteente bestaat deels te laten oplossen
DAGO	Dutch Association of Geothermal Operators
EBN	Energie Beheer Nederland, participeert in alle olie- en gasboringen in Nederland
EGS	Enhanced Geothermal Systems: geothermieput waarbij stimulatie wordt toegepast
Fracking	Het breken van gesteente door middel van hydraulische stimulatie
Green Deal Geothermie Brabant Breed	Green Deal van Brabantse publieke partijen, getekend oktober 2014
Green Deal Geothermie Brabant	Green Deal van Brabantse publieke en private partijen, getekend april 2016
Green Deal Ultradiepe Geothermie	Landelijke Green Deal over ultradiepe geothermie, getekend juni 2017
Hydraulische stimulatie	Het onder hoge druk injecteren van een vloeistof (bijvoorbeeld water) in het reservoir waardoor het gesteente kunstmatig gebroken wordt
Ministerie van EZ	Ministerie van Economische Zaken
Ministerie van I&M	Ministerie van Infrastructuur en Milieu

RVO	Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland, uitvoeringsorganisatie van ministerie van EZ
SDE+	Stimulering Duurzame Energieproductie: subsidieprogramma
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen: toezichthouder op de delfstoffen- en energiewinning in Nederland
STRONG	Structuurvisie Ondergrond
TNO	Onderzoeksinstelling voor toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek
Ultradiepe geothermie	Geen eenduidige definitie voorhanden. Werkdefinitie in dit rapport: 'een boring op een diepte van minimaal 4 km en een temperatuur vanaf 120 graden waarbij productie van elektriciteit eventueel ook mogelijk is'
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
WKO	Warmte Koude Opslag

Rathenau Instituut

Voor introductie van de stakeholders, zie paragraaf 1.2

Bijlage II: Lijst van interviews

Eerste ronde interviews: augustus – oktober 2016

Stakeholder	Datum
Provincie Noord-Brabant	18 augustus 2016
Coöperatie Duurzame Energie Reeshof	22 augustus 2016
Brabant Water	23 augustus 2016
Ministerie van I&M	24 augustus 2016
Wijkraad Rijpelberg Helmond	24 augustus 2016
Vlisco	24 augustus 2016
Platform Geothermie	30 augustus 2016
Bavaria	2 september 2016
Energiefonds Brabant	5 september 2016
Schaliegasvrij Nederland	5 september 2016
Ministerie van EZ	15 september 2016
Peter van der Gaag	21 september 2016
Ron Lodewijks	21 september 2016
Gemeente Helmond	21 september 2016
Hydreco	26 september 2016
LTO Glaskracht	26 september 2016
Brabantse Milieufederatie	31 oktober 2016

Tweede ronde interviews: maart – mei 2017

Stakeholder	Datum
Brabant Water	24 maart 2017
Hydreco	24 maart 2017
Wijkraad Rijpelberg Helmond	28 maart 2017
Ministerie van I&M	29 maart 2017
Schaliegasvrij Nederland	10 april 2017
Energiefonds Brabant	12 april 2017
Gemeente Helmond	19 april 2017
Ministerie van EZ	21 april 2017
LTO Glaskracht	25 april 2017

Dankwoord

Graag willen we de mensen bedanken die hun medewerking hebben verleend aan de totstandkoming van dit rapport.

Robby Berloznik (VITO), David Bruhn (TU Delft) en Geert Verbong (TU Eindhoven) hebben ons op weg geholpen met eerste inzichten in de technologie van ultradiepe geothermie, verwijzingen naar nuttige informatiebronnen en relevante stakeholders in het veld. Hartelijk dank voor deze oriënterende interviews!

De stakeholders hebben hun opvattingen over ultradiepe geothermie met ons gedeeld. Bedankt voor het inzichtelijk maken van jullie opvattingen, vragen en zorgen! We voerden gesprekken met provincie Noord-Brabant, ministerie van Economische Zaken, ministerie van Infrastructuur en Milieu, Gemeente Helmond, Energiefonds Brabant, Hydreco, Vlisco, Bavaria, Platform Geothermie, LTO Glaskracht, Brabant Water, Coöperatie Duurzame Energie Reeshof, Wijkraad Rijpelberg, Brabantse Milieufederatie, Schaliegasvrij Nederland, Peter van der Gaag en Ron Lodewijks.

We bedanken ook Geert Munnichs, die vanuit het Rathenau Instituut feedback heeft geleverd op eerdere versies van dit rapport en suggesties heeft gedaan voor verbeteringen.

Ten slotte gaat onze dank uit naar de leden van de Begeleidingscommissie voor hun feedback op een conceptversie van dit rapport. Hartelijk dank aan: Erik Heskes, Jaap van der Velden, Sjoerd Sibbing (allen provincie Noord-Brabant), Frank Schoof (Platform Geothermie) en Frans Swinkels (Brabantse Milieufederatie).

Over de auteurs

Magda Smink

Dr. Magda Smink is onderzoeker bij het Rathenau Instituut. Zij houdt zich bezig met het thema energie en duurzaamheid. Het versnellen van de energietransitie zorgt voor toenemende discussie over nieuwe en bestaande (energie)technologieën. In haar onderzoek richt Magda zich op deze politieke en maatschappelijke discussie en de mogelijkheden om met verschillende partijen een effectieve dialoog te organiseren. In 2015 promoveerde ze op haar proefschrift naar de rol van gevestigde belangen in de Nederlandse energietransitie, bij de afdeling Innovatie Studies aan de Universiteit Utrecht. Eerder studeerde Magda Internationale Organisaties en Internationale Betrekkingen (BA) aan de Rijksuniversiteit Groningen. Tijdens haar bachelor was zij een jaar uitwisselingsstudent aan de Université Laval in Québec, Canada. Na haar bachelor volgde zij haar interesse in duurzaamheidsvraagstukken en begon in 2008 met de master Sustainable Development (MSc) aan de Universiteit Utrecht. Zij volgde hier vakken die zich richten op de beleidskant van milieuvraagstukken. Voordat Magda bij het Rathenau Instituut begon, werkte zij bij Stichting Natuur & Milieu, als onderdeel van het energieteam.

Jos van den Broek

Jos van den Broek MSc is senior onderzoeker bij het Rathenau Instituut. Hij houdt zich met name bezig met het thema innovatie en de rol van steden en regio's daarin. Wetenschaps- en innovatiebeleid lijken zich te verplaatsen naar de regio en specifiek de stedelijke omgeving waar samenwerkingsverbanden van bedrijven, overheden, kennisinstellingen en in toenemende mate ngo's en burgers een gedeelde verantwoordelijkheid nemen. Jos onderzoekt deze en andere trends in regionale innovatie en de gevolgen hiervan voor de governance van wetenschap, technologie en innovatie. Jos studeerde sociale geografie (BSc) aan de Radboud Universiteit Nijmegen (RU). Na een minor European Studies aan de Universiteit Maastricht en een uitwisselingsperiode aan het Institut d'Études Politiques in Aix-en-Provence behaalde hij in 2008 een master Economische Geografie aan de RU. Daarna werkte hij ruim acht jaar als adviseur bij ERAC BV op het gebied van regionale ontwikkeling en innovatie met een focus op onderzoek, strategievorming en programmaontwikkeling. Naast zijn werk houdt Jos zich als buitenpromovendus aan de RU bezig met onderzoek naar de rol van de (nationale) grens in regionale innovatiesystemen. Hij kijkt daarbij naar de invloed van de grens op beleidsmakers, kennisinstellingen en samenwerkende MKB'ers.

Tamara Metze

Dr. Tamara Metze is universitair hoofddocent Public Administration and Policy aan Wageningen University and Research. Zij onderzoekt democratische innovaties in de samenwerking tussen overheden, bedrijven en samenleving op het gebied van de planologie, energie en voedselvraagstukken. Sinds 2011 onderzoekt zij de framing van feiten en onzekerheden in energiecontroversen, onder andere in de casus van schaliegas en de gasboringen in Groningen. Bovendien heeft zij veel ervaring in het opzetten van lerende netwerken, interactieonderzoek en serious gaming. Door ontwerp en uitvoering van leerprocessen ontwikkelt zij samen met betrokkenen 'next practices' in plaats van best practices.

Metze studeerde cum laude af in de politicologie en cum laude in Science and Technology studies aan de Universiteit van Amsterdam. In 2010 promoveerde zij aan diezelfde universiteit op het proefschrift 'Innovation Ltd.: Deliberative Governance in Land use planning over participatieve processen bij de herontwikkeling van het Bijlmerpark en op het gebied van duurzame industriële landbouw in Nederland en de Verenigde Staten.

Eefje Cuppen

Dr. Ir. Eefje Cuppen is universitair hoofddocent aan de Faculteit Technologie, Bestuur en Management (TBM) van de Technische Universiteit Delft. Haar onderzoek richt zich op governance van duurzaamheidstransities. Ze leidt een NWO project over controversiële energieprojecten, waarin samengewerkt wordt met een consortium van 8 private partijen uit de energiesector. Doel van dit project is om maatschappelijk verantwoorde besluitvorming rond energieprojecten te bevorderen. Dit project bouwt voort op eerder NWO onderzoek naar maatschappelijk verantwoord innoveren rond schaliegas. Ook is ze betrokken bij een NWO project over uitwisseling van industriële reststromen, waarin ze een werkpakket leidt over governance van dergelijke uitwisseling. Eerder deed ze onderzoek naar maatschappelijk draagvlak voor CCS, schaliegas en werkte ze aan participatieve scenariomethoden toegepast op de toekomst van gas in Nederland. Voordat Eefje Cuppen begon aan de TU Delft, werkte zij bij het Instituut voor Milieuvraagstukken aan de VU Amsterdam, waar zij een proefschrift schreef over methoden voor participatieve beleidsvorming. Ze heeft ruime ervaring met het opzetten van participatieve processen (bijv rond biomassa, toekomst van gas in Nederland, waterstof, schaliegas) en spreekt regelmatig op wetenschappelijke en professionele congressen over 'public engagement' en participatie in vraagstukken rond energie en duurzaamheid.

Rinie van Est

Dr. ir. Rinie van Est is themacoördinator bij het Rathenau Instituut. Hij is natuurkundige en politicoloog en houdt zich bezig met de politiek van nieuwe technologieën: van nanotechnologie, robotica en persuasieve technologie tot klimaatengineering en energie. Hij heeft meer dan vijftien jaar ervaring met het opsporen van wetenschappelijke en technische trends en met het ontwerpen en uitvoeren van studies en debatten over de maatschappelijke betekenis daarvan. Tevens doceert hij aan de subfaculteit Technische Innovatie Wetenschappen van de Technische Universiteit in Eindhoven.

Elisabeth van de Grift

Elisabeth van de Grift MSc is promovenda aan de Faculteit Technologie, Bestuur en Management (TBM) van de Technische Universiteit Delft. Ze doet onderzoek naar besluitvorming rondom controversiële energieprojecten. Haar promotieonderzoek maakt onderdeel uit van het NWO-project RESPONSE dat wordt geleid door Eefje Cuppen. Dit onderzoeksproject is deel van het NWO-programma dat zich richt op maatschappelijk verantwoord innoveren. In 2012 behaalde Elisabeth een master culturele antropologie aan de Universiteit van Utrecht. Voor haar afstudeerproject verrichtte ze etnografisch onderzoek naar ideologische en gemeenschapsdynamiek binnen een op duurzaamheid gericht burgerinitiatief in Engeland. Voordat Elisabeth in 2015 met haar promotieonderzoek begon, was zij na haar bachelor journalistiek werkzaam als freelance

communicatieconsultant voor diverse nationale en internationale organisaties, waaronder Wageningen Universiteit en UNEP-WCMC.

Arnoud van Waes

Ir. Arnoud van Waes is innovatieonderzoeker bij het Copernicus Institute of Sustainable Development van de Universiteit Utrecht. Zijn onderzoek gaat over hoe business model innovatie en instituties zich tot elkaar verhouden. Daarvoor werkte hij als onderzoeker/projectleider bij het Rathenau Instituut. Hij was betrokken bij projecten over deeleconomie, circulaire economie, energie innovaties, participatie & energietransitie en technologie & arbeid. Hij studeerde Innovation Sciences aan de Technische Universiteit Eindhoven. Ook heeft hij een bachelor in werktuigbouwkunde. Arnoud adviseerde bedrijven en deed onder meer onderzoek in Nicaragua en aan de Aalborg University in Kopenhagen.



Het **Rathenau Instituut** stimuleert de publieke en politieke meningsvorming over de maatschappelijke aspecten van wetenschap en technologie. We doen onderzoek en organiseren het debat over wetenschap, innovatie en nieuwe technologieën.

Rathenau Instituut

Onderzoek & dialoog | Wetenschap, technologie en innovatie