
Gezamenlijk advies

Garantieregeling geothermie

Advies op ontwerp van decreet houdende wijziging van het decreet van 8 mei 2009 betreffende de diepe ondergrond, wat betreft de garantieregeling voor aardwarmteprojecten in de diepe ondergrond.

Datum van goedkeuring	3/10/2017
Datum goedkeuring SERV	2/10/2017
Volgnummer	17 21
Coördinator + e-mailadres	Stefanie Corens, Stefanie.Corens@minaraad.be
Co-auteur + e-mailadres	, Yves Pepermans, ypermans@serv.be

Inhoudstafel

Krachtlijnen.....	3
Procesbeschrijving.....	5
Situering.....	6
1 Essentiële begrippen.....	6
2 Voorgaande beleidsstappen	6
3 Inhoudelijke toelichting voorliggende ontwerpregeling	7
4 Reguleringsimpactanalyse	8
5 Advies Inspectie Financiën.....	9
Advies.....	10
6 Beoordeling voorliggende ontwerpregeling.....	10
6.1 Positieve tendens naar de gestroomlijnde ondersteuning van groene energie .	10
6.2 Werk onduidelikheden weg inzake de doelmatigheid, budgettaire aspecten en additionaliteit	11
6.3 Maak een nieuwe reguleringsimpactanalyse	12
7 Werk een op cijfers gebaseerde visienota aardwarmte uit.....	15
7.1 Vul ontbrekend cijfermateriaal inzake reëel potentieel, gevolgen op de omgeving en interferenties aan en neem hiervoor gepaste maatregelen.....	15
7.2 Plaats het cijfermateriaal in een gepaste omkadering voor geothermie.....	18
7.3 Maak een analyse van alle hernieuwbare energiebronnen en de plaats daarin voor aardwarmte	21
8 Werk een regeling uit voor de overgang van demonstratieproejecten naar mature (energie)technologie	22
Bijlage – informatief gedeelte	24
9 Definiëring.....	24
10 Aandeel in de Vlaamse energiemix.....	28
11 Bestaande Vlaamse ondersteuning	32
12 Boor- en geologische risico's verbonden aan geothermie	36
Bibliografie.....	39

Krachtlijnen

De uitdagingen voor de omschakeling naar een koolstofarme samenleving zijn groot en urgent. De Vlaamse Regering erkent hierbij de noodzaak om de wereldwijde temperatuurstijging te beperken tot onder de 2°C ten aanzien van het pre-industrieel niveau en om inspanningen te leveren om deze stijging zelfs onder de 1,5°C te houden. Daarmee onderschrijft onze regering de tekst van het Akkoord van Parijs. In deze context steunt de Vlaamse Regering ook de Europese langetermijndoelstelling om de uitstoot van broeikasgassen tegen 2050, via tussentijdse doelstellingen, te verminderen met 80 tot 95% tegen 2050 – in vergelijking met de uitstoot van 1990.

Innovatieve doorbraken, onder andere in duurzame energie, zijn hiervoor nodig. De SERV en Minaraad vinden het onderzoeken, via demonstratieprojecten, van de mogelijke rol van (ultra)diepe aardwarmte in de Vlaamse energiemix zinvol. Er zijn immers indicaties dat deze energiedrager lokaal en continue beschikbaar is, onafhankelijk van externe factoren (weer, seizoenen) en vrij van fossiele en andere broeikasgassen. Geothermie kan in dat opzicht één van de mogelijke ontbrekende schakels zijn in het stabiliseren van de energievoorziening. Maar er reteren echter nog heel wat vragen inzake het concreet potentieel (1), het mogelijk aandeel in en samenhang met de andere energiebronnen in de Vlaamse energiemix (2), de impact op onze leefomgeving (aardbevingen, radioactieve elementen, vervuiling, enz.) (3), interferenties met andere economische activiteiten in de onder- en bovengrond (4), een correcte inschatting en het berekend opvangen van boor- en geologische risico's (5) en tot slot kennishiaten van onder andere de geologische kenmerken in de diepe ondergrond (dieper dan 2 km) (6). De Raden willen de bestaande projecten voor de exploitatie van aardwarmte in de (ultra)diepe ondergrond allesbehalve tegenhouden, maar verwachten wel dat dit met de nodige omzichtigheid gebeurt alsook dat de kennishiaten zo snel mogelijk weggewerkt worden. Zowel de kennis uit de in uitvoering zijnde demonstratieprojecten, tezamen met het beantwoorden van de kennishiaten, zijn immers essentieel om het nuttig en bruikbaar potentieel van (ultra)diepe geothermie verder in kaart te kunnen brengen alsook om maatregelen te nemen tegen de mogelijke negatieve gevolgen van deze energiedrager op de (lokale) omgeving en bevolking. De Raden vinden dat deze ontwikkelingen, in het kader van openbaarheid van bestuur en het draagvlak voor deze technologie, op een transparante manier gecommuniceerd dienen te worden naar alle betrokkenen.

Voorliggend ontwerpdecreet schuift een regeling naar voor met als doel het geologisch risico in te dekken via een garantieregeling. De Raden vragen zich af in hoeverre dit bijkomend systeem aanvullend zou zijn en hoe deze desgevallend gefinancierd kan worden. Zij hebben ook bedenkingen bij een rendementsverzekering op het bestaande geologische risico vanuit de overheid. De Raden zijn er – tot op heden – niet van overtuigd dat een garantiesysteem, met één partner, de beste manier is om een resterend en prangend risico in te dekken. Tevens is het onduidelijk in hoeverre er met deze regeling al dan niet prioriteit wordt gegeven aan groene warmte en /of elektriciteit. Hoewel de Minaraad en SERV wel appreciëren dat een

reguleringsimpactanalyse uitgevoerd werd ter voorbereiding van deze ontwerpregeling, vinden zij echter dat er te veel onvolkomenheden inzitten. Deze analyse dient best zo snel mogelijk opnieuw gedaan te worden, om rekening te houden met de investeringszekerheid/het investeringsklimaat voor op stapel staande projecten.

Naast deze technische, financiële en juridische opmerkingen op de voorliggende garantieregeling bevelen de Raden ten zeerste aan om reeds met de huidige kennis van deze energiedrager, geothermie in te bedden in een visie, als potentiële aanvulling op groene warmte en/of groene elektriciteit. De Raden achten het ook nuttig hierbij een keuze te maken tussen eerder projectmatige versus een geplande aanpak. De Raden vragen zich af of de Vlaamse overheid voldoende informatie heeft om dergelijke gebiedsgerichte visie uit te bouwen? Daar kan gerekend worden op de private partijen die omgekeerd afhankelijk zijn van de overheid voor de nodige vergunningen en omkadering. Ook academische instellingen en nutsmaatschappijen kunnen een rol hierin vervullen. Daarom bevelen de SERV en Minaraad partnerschappen aan om binnen een demonstratiekader deze hiaten op te vullen (zie hoofdstuk 8). In het kader van de Europese langetermijndoelstelling inzake de uitstoot van broeikasgassen tegen 2020, 2030 en 2050, adviseren de Raden om alle ondersteuning en planning van (ultra)diepe geothermie af te stemmen in functie van de gewenste energiemix én dit met alle betrokken Vlaamse als federale overheidsinstanties.

Tot slot bevelen de Minaraad en SERV aan om werk te maken van een systeem dat de overgang regelt van demonstratieprojecten, zoals bijvoorbeeld (ultra)diepe geothermie in Vlaanderen, naar mature (energie)technologie. De architectuur van ondersteuning achten de Raden immers even belangrijk als de keuze voor ondersteuning. Bij verschillende fasen van ontwikkeling horen namelijk specifieke keuzes van ondersteunende instrumenten.

Procesbeschrijving

Datum adviesvraag:	7 september 2017
Naam adviesvrager + functie	Joke Schauvliege, Vlaams minister van Omgeving, Natuur en Landbouw
Rechtsgrond van de adviesvraag	
Adviestermijn	30 dagen
Samenwerking	Gezamenlijk advies met de SERV
Overlegcommissie	
Vergaderingen: soort + datum	Zie hieronder

Via de site van de Vlaamse Regering (“Beslissingen Vlaamse Regering”) werden de SERV en Minaraad op de hoogte gebracht van de principiële goedkeuring van het decreet over de Diepe Ondergrond (van 08 mei 2009)¹. De wijziging heeft betrekking op het invoeren van een garantieregeling voor aardwarmteprojecten in de diepe ondergrond. Beide adviesraden worden om advies gevraagd. Gezien de Minaraad en de SERV in het verleden telkens hebben samengewerkt inzake diepe geothermie, werd opnieuw beslist hierover een gezamenlijk advies uit te brengen. De Raden hebben zich gebaseerd op de teksten die online ter beschikking gesteld werden, aangezien een officiële aanvraag pas op 6 september 2017 (SERV) en 7 september (Minaraad) toegekomen was.

Een eerste bespreking over de tekst vond plaats op 31 augustus 2017 in een vergaderzaal bij de Minaraad.

Daarop volgende een tweede bespreking op 12 september bij de SERV.

Een derde bespreking vond plaats op donderdag 21 september opnieuw bij de Minaraad.

De laatste fysieke bijeenkomst van SERV en Minaraad in dit dossier was op 28 september bij de Minaraad.

¹ <https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801e8618>;
<https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801e85ef>;
<https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801e8617>

Situering

1 Essentiële begrippen²

- **Geothermie:** het benutten van energie die opgeslagen zit in de ondergrond. Deze warmte is voor een relatief klein deel afkomstig van de restwarmte uit de periode waarin de aarde gevormd werd (30%) en vooral van natuurlijk radioactief verval (70%). Hoe dieper in de ondergrond, hoe warmer de temperatuur. In Vlaanderen is er een onderscheid tussen gewone geothermie (tot 500 meter in de ondergrond) en diepe geothermie (meer dan 500 meter in de ondergrond). Daarnaast is nog een derde categorie te onderscheiden, namelijk ultradiepe geothermie (meer dan 4 km diepte). Deze categorie werd tot op heden nog niet legislatief vastgelegd. Vanaf 100°C kan niet enkel thermische energie maar ook elektrische energie geëxploiteerd worden.
- **Doublet:** diepe aardwarmteproject met een productie- en een injectieput.
- **Hydrothermaal systeem:** boren tot aan en exploiteren van de energie uit een natuurlijk watervoerende laag in de ondergrond
- **Enhanced geothermal system (EGS):** indien kenmerken in watervoerende laag onvoldoende zijn om een de gewenste opbrengst te genereren, kan men de verbindingen tussen poriën en spleten in de ondergrond bewerken/verbeteren.
- **Verticale warmtesonde:** (meestal ondiepe geothermie) met gesloten sonde dat verticaal in de ondergrond wordt geplaatst.
- **Organic Rankine Cycle (ORC):** is een installatie voor de opwekking van elektriciteit uit warmte.
- **Technisch risico:** risico's die verbonden zijn aan de boring, zoals een misboring, obstructie van boorkanalen, boorapparatuur die stuk gaat, enz.
- **Geologisch risico:** risico's die te maken hebben met de kenmerken in de ondergrond, zoals de temperatuur, het debiet, het zoutgehalte, enz. Deze kenmerken zijn bepalend voor het vermogen en bijgevolg ook de opbrengst van een (ultra) diepe geothermieproject.
- **Misboring:** als een boring een teleurstellend resultaat heeft.

2 Voorgaande beleidsstappen

Het voor advies voorgelegde voorontwerpdecreet houdende wijzigingen van het decreet van 8 mei 2009 inzake de diepe ondergrond, wat betreft de garantieregeling voor aardwarmteprojecten in de diepe ondergrond, kan gelinkt worden aan het

² Deze begrippen komen, met wetenschappelijke referenties, uitgebreid(er) terug in het theoretische gedeelte.

Regerakkoord, de Beleidsnota en de Beleidsbrief 2016-2017 – in dat opzicht dat het tracht diepe geothermieprojecten te faciliteren:

- Vlaams Regerakkoord 2014-2019: “Voorts faciliteren we de ontsluiting van geothermie”³
- Beleidsnota 2014-2019: “Het regerakkoord voorziet in een facilitering van de ontsluiting van diepe en ondiepe geothermie. Het beleidsveld Leefmilieu zal worden ondersteund bij het uitwerken van een juridisch en milieuveilig beleidskader voor deze toepassing.”⁴
- Beleidsbrief 2016-2017: “Wat geothermie betreft, worden de eerste Vlaamse projecten momenteel op de sporen gezet. Om voor volgende projecten het investeringsrisico met betrekking tot diepe boringen verder te kunnen beperken, werd aan PMV de opdracht gegeven een mogelijk verzekeringssysteem te onderzoeken, dat het risico van diepe geothermieprojecten in Vlaanderen beperkt.”⁵

De basis voor een model waarin de Vlaamse overheid een garantieregeling invoert voor geologische risico's verbonden aan diepegeothermieprojecten werd al op 21 april 2017 gelegd via het de artikelen 21 t.e.m. 24 van het Programmadecreet⁶.

3 Inhoudelijke toelichting voorliggende ontwerpregeling

Op 14 juli 2017 stelde de Vlaamse Regering principieel het voorontwerp van decreet vast over de Diepe Ondergrond (van 08 mei 2009)⁷. De wijziging heeft betrekking op het invoeren van een garantieregeling voor aardwarmteprojecten in de diepe ondergrond. Inhoudelijk geeft het voorontwerpdecreet de juridische basis voor het model van zo'n garantieregeling. Het betreffende voorontwerpdecreet is geënt op en geïnspireerd door het Nederlandse systeem van garantieregeling. De Vlaamse overheid stelt zich in essentie garant voor een nog te bepalen maximumbedrag (als partiële terugbetaling voor projectgebonden kosten) als een bepaald geologisch risico⁸) zich realiseert binnen een bepaalde tijd⁹. Meer concreet omvat de regeling dat er aan de initiatiefnemers die gebruik willen maken van de garantieregeling gevraagd wordt vooraf een aanvraag te doen die goedgekeurd moet worden, een premie te betalen alsook een *businessmodel* (rendabiliteit, opbrengsten, projectgebonden kosten, enz.) te laten valideren. Eenmaal

3 <https://www.vlaanderen.be/nl/publicaties/detail/het-regerakkoord-van-de-vlaamse-regering-2014-2019>

4 <https://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2014-2015/g148-1.pdf>

5 http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/beleid/Beleidsbrief_Energie_2016_2017.pdf

6 <http://www.flanders.be/en/nbwa-news-message-document/document/09013557801d4d4a>

7 <https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801e8618>;
<https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801e85ef>;
<https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801e8617>

8 Het betreft kenmerken in de diepe ondergrond waaronder: het zoutgehalte, permeabiliteit, temperatuur, debiet, diepte van de top van de watervoerende laag enz. met een impact op de productiviteit en dus ook het rendement van een project. Zie ook theoretisch gedeelte hoofdstuk 12.

9 Het geologisch risico mag niet verward worden met het boorrisico (dat eveneens verzekerd kan worden). Meer toelichting eveneens in hoofdstuk 12 van het theoretisch gedeelte.

deze voorwaarden vervuld zal de Vlaamse overheid een deel van de projectgebonden kosten terugbetalen indien blijkt dat de verwachte opbrengst niet overeenstemt met de reële opbrengst. De oorzaak hiervan dient rechtstreeks te maken te hebben met het geologisch risico op het beoogde stratigrafisch diepteniveau op een specifieke locatie.

In geval van uitwinning van het project kan via een audit het *businessmodel* gecontroleerd worden. Aanvullingen en de verdere uitwerking van deze garantieregeling zal door de Vlaamse Regering per besluit uitgeklaard worden. Het betreft hier onder andere de aanvraagprocedure, de voorwaarden van dergelijke aanvragen, de in aanmerking komende kosten, het premiepercentage, de steunintensiteit en het maximale steunplafond. Het voorliggend voorontwerpdecreet houdt rekening met de Europese Groepsvrijstellingsverordening (AGVV)¹⁰.

4 Reguleringsimpactanalyse

In de reguleringsimpactanalyse (RIA) met betrekking tot voorliggend voorontwerp van decreet worden drie scenario's uitgestippeld¹¹.

- Bij de nuloptie wordt er geen gebruik gemaakt van een garantieregeling voor diepe geothermie. Bovendien wordt gesteld dat van zodra diepe aardwarmteprojecten geen strategisch karakter meer hebben, steun via strategische ecologische steun stopgezet zal worden.
- Optie twee betreft het invoeren van een garantieregeling voor aardwarmteprojecten in de diepe ondergrond – waarbij de Vlaamse overheid zich garant stelt voor een gedeeltelijke terugbetaling van zulke projecten indien het risico zich manifesteert binnen een bepaalde tijd. De ontwikkelaar betaalt hierbij een premie als percentage van de maximale uitkering. Bij “voldoende aanvragen¹²” kan het risico gespreid worden en dekken bijgevolg de geslaagde projecten de kosten van de mislukte projecten.
- De derde en bijgevolg laatste optie betreft het invoeren van een investeringssteun – via een nieuwe steunregeling – voor de boring(en) naar aardwarmte in de diepe ondergrond. Deze investeringssteun wordt aangehaald als alternatief op de voorliggende ontwerpregeling voor geologische risico's. Daarnaast zou deze subsidie ook een vervanging zijn voor de huidige strategische ecologische steun bij de boringen – indien de boringen als standaardtechnologie beschouwd worden.

Bij de drie opties wordt telkens gekeken naar de voor- en nadelen inzake het al dan niet dekken van het geologische risico, nieuwe investeringen in diepe geothermie, administratieve lasten, het al dan niet halen van de Europese hernieuwbare energiedoelstellingen tegen 2020, de impact op de Vlaamse overheidsmiddelen en bijkomende administratieve lasten voor de Vlaamse overheid.

¹⁰ <https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801e8619>

¹¹ <https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801e8619>

¹² Geen definiëring wat binnen deze context voldoende aanvragen zijn.

Zowel de te betalen premie alsook de eventuele uitwinning zullen terechtkomen in/uit de algemene middelen. *“Gelet op de huidige interesse in diepe geothermie wordt momenteel ingeschat dat in de beginfase een bedrag aan waarborgen van 30 miljoen voldoende is.”*¹³

5 Advies Inspectie Financiën

- [1] Het advies van de Inspectie Financiën over het voorliggende ontwerpdecreet werd verleend op 7 april jl. Het betreft hier een ongunstig advies. Hierin wordt vooreerst gefocust op het gebrek aan doelmatigheid van de voorliggende ontwerpgarantieregeling. Er wordt gesteld dat het verlenen van een gewestwaarborg door de Vlaamse overheid weliswaar vrij gebruikelijk is, maar dat “het afdekken door de overheid van een rendementsrisico voor activiteiten die uitgevoerd worden in een marktomgeving” echter “ongebruikelijk is”. Dit doet immers vragen rijzen over de risicoverdeling tussen de subsidiërende overheid en de private investeerder.
- [2] Daarnaast vindt de Inspectie Financiën het allesbehalve vanzelfsprekend dat een overheid voorgelegde businessmodellen correct kan inschatten en vervolgens fraude hierbij kan uitsluiten. Met de voorgestelde regeling is het, tot op heden, onduidelijk hoe de beoogde validatie er inhoudelijk zal uitzien alsook wat de uitwinning zal behelzen en welke gevolgen hieraan nog zullen kunnen verbonden worden. Daarom maakt de Inspectie zich zorgen over de controle van aardwarmteprojecten in de diepe ondergrond. Om de budgettaire gevolgen beter te kunnen inschatten stelt de Inspectie voor dat er, minstens al in de ontwerpfase van dit legislatieve voorstel, dient aangegeven te worden: Wat het bekomen rendement is van de in uitvoering zijnde en reeds uitgevoerde geothermie-projecten in binnen- en buitenland?¹⁴ En wat de normale premie zou zijn op de markt voor het verzekeren van een dergelijk risico?

¹³ <https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801e85ef>

¹⁴ Het betreft hier dus ook de evaluatie van de huidige, lopende proefprojecten.

6 Beoordeling voorliggende ontwerpregeling

6.1 Positieve tendens naar de gestroomlijnde ondersteuning van groene energie

- [3] De SERV en Minaraad hebben in eerdere adviezen al herhaaldelijk gewezen op de dringende noodzaak aan een ambitieus beleid inzake groene warmte – omwille van een nog groot onbenut potentieel om de klimaat- en energiedoelstellingen in 2020 (en de daarop volgende periodes) te halen¹⁵. De voorliggende garantieregeling heeft blijkbaar als doel om groene warmte – meer specifiek diepe geothermie – te stimuleren en resterende barrières voor investeerder in geothermie weg te werken. Dit wordt als beleidsintentie gewaardeerd en gesteund door de Raden. Zij waarderen dat de Vlaamse Regering de geothermische demonstratieprojecten een kans geeft om na te gaan wat hun rol zou kunnen zijn in een duurzame Vlaamse energiemix. Uit diepe geothermie kan echter – afhankelijk van de diepte en dus temperatuur – ook elektrische energie gehaald worden¹⁶. Het is onduidelijk in deze regeling of zowel warmte als elektriciteit of een van beide energievormen ondersteund worden.
- [4] In het verleden werden heel wat kosten voor ondersteuning van hernieuwbare energie doorgerekend, via taksen en heffing, als bijkomende distributiekost in de elektriciteitsstarieven. Dit heeft de energiefactuur sterk doen oplopen en het draagvlak voor hernieuwbare energie verkleind. De Raden zijn er dan ook tevreden over dat er gekozen werd voor een ander financieringskanaal ten gunste van groene energieprojecten – met een hoge investeringskost.
- [5] Voorliggend voorontwerpdecreet is tot stand gekomen op basis van een samenwerking tussen de bevoegd Vlaams minister voor Energie (Bart Tommelein) alsook bevoegd Vlaams minister voor Leefmilieu (Joke Schauvliege). Het decreet heeft immers betrekking op de hernieuwbare energiebron diepe aardwarmte maar heeft ook te maken met vergunningen, infrastructuur en exploitatie in de boven- en ondergrond. Daarnaast heeft Participatiemaatschappij Vlaanderen (PMV) hiervoor een voorbereidende studie gedaan. PMV heeft een samenwerkingsovereenkomst met de Vlaamse overheid via bevoegd Vlaams minister voor Economie en Innovatie (Philippe Muyters). Ook in de conceptienota “Diepe geothermie” ziet men een gelijkaardige samenwerking overheen de verschillende bevoegde Vlaamse departementen en ministers. De Raden moedigen zulke noodzakelijke beleidsmatige samenwerkingsverbanden aan en vragen deze zelfs nog te versterken. Dit kan onder andere door in te zetten op een grondige evaluatie van de reeds bestaande ondersteuningssystemen voor diepe geothermie – met als doel overlapping te vermijden, overeenstemming te stimuleren, ondersteuningsvolumes in

¹⁵ “Advies groene warmte”, SERV en Minaraad, 30 september 2011; “Advies BVR groene warmte en diepe geothermie” SERV en Minaraad, 28 mei 2015; “Advies een warmtegolf voor Vlaanderen”, SERV en Minaraad, 12 juli 2016

¹⁶ Zie theoretisch gedeelte pagina 23-24.

overeenstemming te brengen met de nood en financiële, technische en legislatieve drempels weg te werken (zie hoofdstuk 6) . Een gelijkaardige analyse zou ook overigens zeer gunstig zijn voor de andere vormen van hernieuwbare energie in Vlaanderen (zie Hoofdstuk 9). Tot slot achten de Raden dat ook een samenwerking tussen Vlaanderen en het federale beleidsniveau nuttig en nodig is (eveneens in hoofdstuk 6).

6.2 Werk onduidelijkheden weg inzake de doelmatigheid, budgettaire aspecten en additionaliteit

- [6] De Minaraad en SERV zijn het eens met de kritische bedenkingen uit het ongunstig advies van de Inspectie Financiën inzake de onduidelijkheden over doelmatigheid en budgettaire aspecten van de voorliggende ontwerpregeling (zie hoofdstuk 5).
- [7] De Minaraad en SERV vragen zich af of naast de voorliggende garantieregeling geen meer doelmatigere oplossingen te bedenken zijn om het geologisch risico te dekken in de huidige demonstratiefase voor de exploitatie van diepe geothermie. Zo is er amper kennis van de geologische kenmerken in de Vlaamse ondergrond op meer dan 2 kilometer diepte (zie hoofdstuk 9). Daarnaast zijn de proefprojecten nog niet gefinaliseerd om een inschatting te kunnen maken over mogelijke effecten en risico's van zulke projecten in de ondergrond. Momenteel zijn er maar 2 geplande projecten gekend en is het onduidelijk in hoeverre er nog interesse bestaat om nieuwe projecten op te starten. Dit is enigszins logisch aangezien de resultaten van de geplande proefprojecten bepalend zullen zijn voor de inschatting van draagvlak (aardbevingen, radioactieve elementen, inferenties, visuele hinder enz.) en het praktisch potentieel van deze energiebron naar de toekomst toe (zie hoofdstuk 6).
- [8] De Raden hebben daarenboven bedenkingen bij een rendementsverzekering als overheidsinstrument. "Rendement" moet daarbij niet bekeken worden als een garantie op businessmodellen, maar als een technische parameter¹⁷ (zie hoofdstuk 12). Hiermee rekening houdend, kan nog de vraag gesteld worden of het de taak is van een overheid om een verschil bij te passen tussen een theoretisch en technisch rendement ten gevolge van geologische parameters? En hoe zal dit beoordeeld worden door de Europese Unie in het kader van het proces van *unbundling*? De Raden vrezen ook dat met het voorliggende systeem van garantie op rendement de deur geopend wordt voor het afdekken van het bestaande geologische risico ten aanzien van andere (hernieuwbare energie)technologieën. Naast de resterende kennishiaten inzake deze technologie en de ondergrond waarin het zicht bevindt, zal het ook een ware uitdaging zijn om geologische risico's bij de exploitatie van aardwarmte op te volgen. De SERV en Minaraad vinden dat bij een ondersteuningsregeling, minimaal een zeer performant auditsysteem zou opgezet moeten worden – om (de huidige) informatie-asymmetrie op te vangen. Het is ook in het kader van opvolging en rolverdeling eigenaardig dat er een verzekering zou komen voor een rendementsderving, met maar één partner (naast de

¹⁷ De geologische parameters in de ondergrond bepalen het rendement van een project. Als bijvoorbeeld de temperatuur van het formatiewater in de ondergrond lager blijkt te zijn dan theoretisch ingeschat, dan zal het project een lagere opbrengst hebben (dan aanvankelijk ingeschat).

Vlaamse overheid) – die daarenboven door de ontwikkelaar zelf naar voren geschoven wordt.

- [9] Daarnaast vragen de SERV en Minaraad zich af in hoeverre dit bijkomende ondersteuningssysteem aanvullend en doelmatig zou zijn om aardwarmte te stimuleren. Zoals grofweg berekend in de bijlage (hoofdstuk 11), zijn er de laatste 7 jaar al financiële alsook niet-materiële stimulansen gegaan naar diepe geothermie in Vlaanderen. Als we kijken naar de financiële kant van publieke ondersteuning, dan komen we op een bedrag van meer dan 20 miljoen euro. Met de voorliggende garantieregeling zou, via de algemene middelen, een bijkomend bedrag van 30 miljoen euro gereserveerd worden. In de begeleidende teksten van dit voorstel, wordt niet verwezen naar de reeds gerealiseerde ondersteuning voor diepe geothermie in Vlaanderen. De Raden stellen zich de vraag in hoeverre het bijkomend systeem aanvullend en nodig is om aardwarmte afdoende te stimuleren. Tot op heden werd echter geen motivering gegeven waarom het opvangen van het geologisch risico primeert voor het verkrijgen van extra financiële ondersteuning alsook dat dit dan bij voorkeur dient te gebeuren via een rendementsverzekering. Het geologisch risico zou bijvoorbeeld verkleind kunnen worden met een onderzoek van de diepe ondergrond vooraleer er begonnen wordt aan de effectieve exploitatie. Daarnaast is het tot op heden onduidelijk in hoeverre de huidige Strategische Ecologiesteun voldoende is om de het risico van de boring te deken. Indien extra ondersteuning nodig zou zijn voor de proefprojecten diepe geothermie, dan dient minstens met cijfers en argumenten toegelicht te worden.
- [10] Tot op heden zijn de Raden er dus niet van overtuigd dat het voorliggende systeem, met als doel het geologisch risico te dekken via een garantie op het rendement, de beste manier is om een resterende nood aan ondersteuning voor de proefprojecten inzake aardwarmte in te dekken. Om tegemoet te komen aan de huidige informatieve hiaten, doelmatigheid en timing in de ontwikkeling van nieuwe energietechnologie in Vlaanderen, bevelen de Minaraad en SERV aan diepe en dus riskante geothermieprojecten afdoende te integreren in een op (alsmaar meer) data gestoelde visie (zie hoofdstuk 7) alsook om deze technologie beleidsmatig te benaderen afhankelijk van de verschillende fasen van ontwikkeling voor deze technologie. Afhankelijk van de uitkomst in de verschillende fasen van het proefproject (verkenning, boring, exploitatie) kan nagegaan worden in hoeverre een volgende stap in het project wenselijk is en welke eventuele ondersteuning hiervoor nodig is.

6.3 Maak een nieuwe reguleringsimpactanalyse

- [11] De Raden vinden het positief dat voor deze voorgestelde garantieregeling een reguleringsimpactanalyse uitgevoerd werd. Het is echter onduidelijk waarom de garantieregeling in de analyse rechtstreeks in relatie komt te staan met de bestaande steun voor strategische ecologiesteun inzake de boring(en). Beiden zijn afzonderlijke ondersteuningssystemen met een verschillende doelstelling, namelijk financiering bij nadelig geologisch risico en financiering bij de kostelijke boring. Het lijkt de Raden wel nuttig om de verschillende ondersteuningssystemen met elkaar te vergelijken en een

analyse te maken in hoeverre ze elkaar kunnen aanvullen, vervangen of aangepast kunnen worden. Dan dient echter ook rekening te worden gehouden met de call groene warmte. Dit zou trouwens conform de Beleidsnota Energie 2014-2019 zijn¹⁸.

- [12] Het is ook eigenaardig dat bij de derde optie als alternatief voor de garantieregeling gekozen werd voor investeringssteun als “nieuwe” steun voor aardwarmteprojecten in de diepe ondergrond. Er bestaat reeds een ondersteuning voor diepe geothermie via investeringssteun, namelijk via de call groene warmte, restwarmte, biomethaan en diepe geothermie. Bij de laatste herziening van de call werd het systeem zelfs aangepast om van toepassing te zijn voor diepe geothermie. Deze ondersteuning is gekoppeld aan het (thermisch vermogen van het) warmtenet (per 5MW) en de ORC (*Organic Rankine Cycle*)¹⁹. Periodiek²⁰ worden echter aanpassingen van het call-systeem voorzien. Mocht ervoor gekozen worden af te stappen van strategische ecologiesteun, indien na bepaalde tijd de boortechnologie “matuur” blijkt te zijn, dan zou via een aanpassing van de call de boring met investeringssteun mee gefinancierd kunnen worden (in plaats van de strategische ecologiesteun). Daarnaast is noch strategische ecologiesteun, noch investeringssteun (als nieuw systeem voor de boring of via aanpassing van de call groene warmte) een echt alternatief op een garantieregeling om het geologisch risico in te dekken. In de plaats daarvan zou bijvoorbeeld een fonds en/of het regelen van goedkope leningen (die bij een misboring niet volledig dient terug betaald te worden) meer geschikt kunnen zijn.

Ook bij de afweging van de voor- en nadelen bij de drie gekozen opties zijn enkele kritische opmerkingen te maken. Zo is de vraag dat bij gebrek aan het invoeren van een garantieregeling geen nieuwe diepe geothermieprojecten gerealiseerd zullen worden. VITO heeft voor zijn lopende aardwarmteproject in de diepe ondergrond, dat weliswaar een semipubliek karakter heeft en binnen een onderzoekscontext tot stand komt²¹, zelf een oplossing gevonden heeft voor het geologisch risico inzake diepe geothermie. Zo staat de instelling zelf in voor het geologisch risico. VITO heeft bovendien de ambitie om nog verschillende aardwarmteprojecten in de diepe ondergrond te realiseren. De organisatie wilt immers, in samenwerking met nog enkele andere partners, het aantal boorputten verhogen om warmte en elektriciteit uit diepe geothermie te voorzien voor het hele gebied van de Limburgse en Antwerpse Kempen – wat neerkomt op 45 gemeenten. Hiervoor zou VITO wel ook ondersteuning willen krijgen vanuit de Vlaamse Regering. De instelling vraagt een eengemaakt concessiebeleid voor het geothermisch gunstig gebied van deze 45 gemeenten en de aanpassing van de huidige EPB-

¹⁸ De ondersteuning uit de calls groene warmte/restwarmte en de ondersteuning van strategische ecologiesteun voor warmtenetten worden maximaal op elkaar afgestemd, waarbij de investeerder centraal staat.
<https://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2014-2015/g148-1.pdf>

¹⁹ Dit maakt dat een doornsnee project van diepe aardwarmte uit de ondergrond gebruik kan maken van meerdere calls zodat dit cumulatief kan meegerekend worden in het totale ondersteuningsbudget.

²⁰ Eerste evaluatie in 2015 en vervolgens om de twee jaar.

²¹ Jansen Pharmaceutica heeft als private partner een verschillende ondersteuning alsook een andere financiële opbouw en risicoprofiel dan VITO. Ook de verscheidene “aangeboorde” financieringsbronnen verschillen bij beide projecten, hetgeen een verschillende benadering inzake het geologisch risico kan verklaren.

regelgeving²². Het verlenen van een concessie aan een bepaalde partij is een vorm van risicodeling tussen projecten maar zou het echter onmogelijk maken voor andere (markt)partijen om aardwarmte te exploiteren. Daarbij stellen de Raden zich de vraag of het verlenen van zo'n gunning aan één partij – die *de facto* als marktspeler optreedt en een monopolie over een publiek goed wordt cadeau gedaan – opweegt ten aanzien van de maatschappelijke kost en/of efficiëntieverliezen. De Raden bevelen daarom de Vlaamse Regering aan een keuze maakt tussen verschillende modellen voor ontwikkelaars, rekening houdende met veel betrokken actoren en de voordelen te zien van partnerschappen tussen die actoren (zie hoofdstuk 7 en 8). De vraag tot aanpassing van EPB-regelgeving, in het kader van groene warmte en/of elektriciteit en de daarbij horende infrastructuur, vinden de Raden echter van strategisch belang en om verder te onderzoeken.

- [13] Daarnaast is het geschat praktisch potentieel voor diepe geothermie – zoals berekend in het warmteplan – maar 164 MW of 1,8% van de doelstelling voor groene warmte in 2020²³. Rekening houdend met het potentieel vanuit de warmtekaart, vinden de Raden het onproportioneel - ten aanzien van de andere hernieuwbare energiebronnen (zoals zonne-energie, windenergie en biomassa) om ervan uit te gaan dat het niet realiseren van deze garantieregeling ervoor zou zorgen dat er geen geothermieprojecten in 2020 gerealiseerd worden en dat bijgevolg de Europese doelstelling hernieuwbare energie in 2020 niet gehaald zou worden. Gezien de huidige fase van ontwikkeling alsook heel wat ontbrekend cijfermateriaal over de gevolgen van (ultra)diepe geothermie, is het momenteel te vroeg om inschattingen te maken van deze technologie op middellange en lange termijn. De (resultaten van de) eerste demonstratieprojecten zullen hierin erg belangrijk zijn.
- [14] Bij optie drie is het, op dit moment, nog niet zeker om te stellen dat het blijven geven van investeringssteun (nadat de boringen standaardtechniek geworden zijn) een groter beslag zal leggen op de overheidsmiddelen dan bij een garantieregeling waarbij enkel bij het verschil tussen vooropgesteld en behaald vermogen betaald dient te worden. Het is namelijk nog afwachten op de proefprojecten om meer zicht te hebben op de kennis inzake diepe geothermie als energiebron in Vlaanderen en de geologische structuur van onze ondergrond (op meer dan 2 km diepte) en dus ook op de verdere ontwikkeling van het aantal aardwarmteprojecten in de diepe ondergrond. Volgens de DYNAK studie uit 2014 zou het aantal geothermieprojecten in 2020 vijf zijn en zou dit aantal uitgroeien tot ongeveer 100 projecten tegen 2050²⁴. Anno 2017 zijn er slechts twee geplande projecten. Zoals reeds aangehaald, zal de toekomst van aardwarmte als energiebron in grote mate bepaald worden door het succes bij deze in ontwikkeling zijnde proefprojecten.

22 <https://www.demorgen.be/wetenschap/zo-belangrijk-kan-geothermie-worden-voor-vlaanderen-b80e2b18/>;
<https://vito.be/nl/nieuws-evenementen/persberichten/vito-belooft-inwoners-van-mol-en-dessel-ruim-20000-gezinnen-met-diepe-geothermie-gedurende-komende-20-jaar-een-even-lage-warmtefactuur-als-vandaag>

23 <https://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2016-2017/g1196-1.pdf>

- [15] Tot op heden is het nog onzeker hoe hoog het percentage voor uitkeringen zal liggen in Vlaanderen. Enkel bij het project van VITO op de Ballmatt site werden reeds boringen uitgevoerd en zal (op eigen risico²⁵) het verschil in kaart gebracht worden tussen het vooropgesteld en behaald vermogen hieruit. In Nederland (waarop het systeem geïnspireerd is) werden de laatste tien jaar al om en bij 20 projecten van aardwarmte uit de diepe ondergrond uitgevoerd. Bovendien heeft men bij de Noorderburen ook, omwille van historische en geologische factoren, betere kennis van de diepe ondergrond (zie bijlage hoofdstuk 9). Daar bleek de kans op falen en uitbetalen 1 kans op 10 te zijn²⁶. Zonder meer dit getal overnemen zou evenwel niet verstandig zijn.
- [16] Indien blijkt dat extra ondersteuning voor de hangende demonstratieprojecten nodig is, vragen de SERV en Minaraad een nieuwe reguleringsimpactanalyse te maken, met als derde optie een fonds of een gelijkaardige financiële regeling voor het dekken van het geologisch of een ander risico²⁷. Die regeling kan in de plaats te komen van een garantieregeling in de vorm van een verzekering²⁸ – waarbij vraagtekens geplaatst worden bij de rol van de overheid hierin (zie hoofdstuk 6).

7 Werk een op cijfers gebaseerde visienota aardwarmte uit

7.1 Vul ontbrekend cijfermateriaal inzake reëel potentieel, gevolgen op de omgeving en interferenties aan en neem hiervoor gepaste maatregelen

- [17] Hoewel diepe geothermie in Vlaanderen een onbenut maar theoretisch haalbaar potentieel heeft in de Vlaamse energiemix, vinden de Raden het momenteel nog te vroeg om uitspraken te doen over het praktische haalbaar potentieel. Pas na de realisatie van de twee proefprojecten kunnen daar concrete inschattingen over gemaakt worden.
- [18] Bovendien zijn er tot op heden nog steeds specifieke aandachtspunten en onopgeloste vragen inzake de kosten en baten van deze technologie alsook inzake de impact op de natuurlijke omgeving (in de ondergrond én bovengrond) én op de mens²⁹. De Raden wensen hierbij telkens een onderverdeling tussen ondiepe, diepe en ultradiepe geothermie te maken. De Raden verwachten dat de volgende kennishiaten en fundamentele vragen, op een transparante manier, ingevuld worden en dit vooraleer een nieuw systeem van ondersteuning – zoals de voorliggende garantieregeling – zou worden opgestart:

25 VITO staat zelf in voor het geologisch risico. Het project is buiten een commerciële context opgebouwd als proefproject

26 <https://mijn.rvo.nl/documents/20448/49305/SEI+RNES+risico+aardwarmte+2017.pdf/70d6d5f9-24a6-452f-8749-498570c39290>

27 “Advies diepe aardwarmte”, SERV en Minaraad, 7 september 2015

28 De Raden wensen geen ontwikkelingskansen te ontnemen van de geplande demonstratieprojecten. De nood aan een nieuwe RIA moet dus afgewogen worden tegen de timing waarmee de 2 proefprojecten doorgang kunnen vinden.

29 “Advies BVR groene warmte en diepe geothermie” SERV en Minaraad, 28 mei 2015; “Advies diepe aardwarmte”, SERV en Minaraad, 7 september 2015

- Omwille van boringen en artificiële beïnvloeding van geologische structuren kan er interferentie zijn tussen naburige activiteiten in de diepe ondergrond. In het Decreet diepe ondergrond kan de vergunning door de Vlaamse Regering ingetrokken worden als *“de uitvoering van de vergunning op een ongunstige wijze interfereert met andere voordien vergunde activiteiten in de ondergrond”*. Maar er is geen regeling ter beslechting van een eventueel conflict tussen met elkaar concurrerende activiteiten in de diepe ondergrond (op een zelfde moment).³⁰ Geothermie, gasopslag en nucleaire berging zijn waarschijnlijk afhankelijk van dezelfde geologische laag met schaarse geologische karakteristieken. Hierbij kan dan de vraag gesteld worden, welke activiteit(en) in de ondergrond voorrang heeft/hebben op (een) andere activiteit(en). Volgens het Federaal regeerakkoord moet in 2019 – nog voor het einde van de legislatuur – de knoop doorgemaakt worden over wat de beste manier is om het radioactief nucleair afval te bergen³¹. Om mogelijke conflicten tussen het federale en Vlaamse niveau te vermijden, vragen de SERV en Minaraad om zo snel mogelijk de concurrerende activiteiten inzake gasopslag en nucleaire berging (federaal niveau) en de winning van diepe aardwarmte (Vlaams niveau) op elkaar af te stemmen. Daarnaast vragen de Raden te (laten) onderzoeken welke rol diepe geothermie kan spelen na stopzetting van aanlevering van gas uit Nederland, middels een grondige kosten-baten analyse. Dit kan onder andere gebeuren vanuit een algemene visie op de energiemix via het intra-Belgische Energiepact en de uitwerking van de Vlaamse Energievisie. Ook binnen het Ruimtelijk Beleidsplan Vlaanderen zijn hiervoor opportuniteiten.
- Ten tweede kan interferentie optreden met een effect op zowel ondergrondse als bovengrondse elementen. Zo is er een wetenschappelijk bewezen samenhang tussen diepe geothermie en aardbevingen die een effect hebben op zowel de ondergrond als bovengrond.³² Met de exploitatie van (ultra)diepe geothermie worden immers bestaande spleten en breukjes opgeperst en/of gebroken. Hierbij komt elastische vervormingsenergie vrij, wat aardbevingen tot het gevolg heeft³³. Een sterk opgebroken geothermisch reservoir, vol met kleine breukjes en spleten in alle richtingen, is de beste garantie dat de seismische activiteit beperkt blijft tot

30 Het kan hier gaan om twee naburige aardwarmteprojecten in de diepe ondergrond die gelijktijdig een vergunning willen aanvragen. Maar het kan ook gaan om twee projecten die verschillend van aard zijn, bijvoorbeeld een aardwarmteproject van een bepaald bedrijf versus een gemeente die beslist om radioactief afval te bergen of aan geologische opslag van aardgas te doen.

31 *“De regering zal de nationale beleidsmaatregelen uitvaardigen voor het beheer van het nucleair afval van categorie B en C. De gemeente(n) die na een breed participatief proces gekozen wordt (worden), zal (zullen) naar analogie met de oppervlakteberging categorie A gecompenseerd worden.”*
http://www.premier.be/sites/default/files/articles/Accord_de_Gouvernement_-_Regeerakkoord.pdf Hierover is momenteel nog steeds onenigheid tussen de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Splijtstoffen (NIRAS), het Federaal Agentschap voor Nucleaire controle (FANC) en de Belgische Regering.
http://www.standaard.be/cnt/dmf20170816_03020684

32 Uit meer dan 30 jaar wereldwijde ervaring met geothermie blijkt namelijk dat aardbevingen inherent zijn aan de productie van warmte en/of elektriciteit uit (ultra)diepe geothermie. <https://www.eoswetenschap.eu/technologie/nu-ook-geïnduceerde-aardbevingen-vlaanderen>

33 Een klassieker voorbeeld hiervan is *The Geysirs* in Californië, als grootste geothermische productie site ter wereld, waar jaarlijks duizenden geïnduceerde microaardbevingen geregistreerd worden. Ook de injectietesten in het geothermisch pilootproject op de Balmatt-site te Mol hebben een zwerm van microaardbevingen in de directe omgeving van de injectieput veroorzaakt. <https://www.eoswetenschap.eu/technologie/nu-ook-geïnduceerde-aardbevingen-vlaanderen>

microaardbevingen. Hoe groter het breukvlak, hoe sterker de mogelijk aardbeving. Grote breuken zijn negatief voor de productie van energie (warmte, koeling en/of elektriciteit) én veroorzaken “grote” aardbevingen³⁴. De Raden vragen dit risico op (grote) aardbevingen nauwlettend op te volgen en de gegevens hierover transparant kenbaar te maken.

- Ten derde is gebleken dat in bepaalde geothermische reservoirs de radioactieve elementen uranium en thorium, afkomstig van natuurlijk verval, aanwezig zijn³⁵. Bij het oppompen van het warme water uit de diepe ondergrond naar een geothermische installatie, komen deze radioactieve stoffen mee naar de oppervlakte. Daar kunnen ze vrijkomen of zich afzetten in de installaties (= *scaling*). Niet elke watervoerende laag in de diepe ondergrond bevat evenveel natuurlijke radioactieve elementen³⁶. Naast de impact van radiologische aspecten op mens en omgeving³⁷, zorgt *scaling* ook voor een daling in de efficiëntie van de installatie, vooral bij de warmtewisselaars. Preventie (bij de boring en de aanleg van het project) en remediëren (bij onderhoud na een periode van exploitatie) zijn dus van groot belang. Het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) heeft daarom het formatiewater uit open (diepe) geothermiesystemen³⁸ geherklasseerd naar NORM (*Naturally Occurring Radioactive Material*) reststof³⁹ alsook de activiteiten van opsporing en winning toegevoegd aan de lijst artikel 4 van het koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende Algemeen Reglement op de Bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de Ioniserende Stralingen (ARBIS)⁴⁰. Bij het eerste aardwarmteproject in Vlaanderen, op de Balmatt-site, werd het formatiewater uit de diepe ondergrond bij de proefboring opgevangen in een bassin. Uit een Vlaamse parlementaire vraag blijkt dat dit bassin niet is afgedekt aangezien dit geen vereiste in de milieu- of bouwvergunning was⁴¹. Hoewel in antwoord op deze parlementaire vraag informatie aangeleverd werd aangaande de samenstelling van het formatiewater –

34 Een voorbeeld hiervan is een geothermisch *Hot-Dry-Rock* project in het Zwitserse Basel waarbij de boringen geleid hebben tot een aardbeving met een magnitude van 3.6 op de Richterschaal en wat ook het einde betekende voor het geothermisch productiepotentieel. Hoewel dit risico hoger ligt bij projecten die gebruik maken van *fracking*, is opvolging en preventie steeds aangeraden

35 <http://www.fanc.fgov.be/nl/page/informatiefiche-norm-geothermie/1996.aspx>

36 Zo is in het Kolenkalk-reservoir (Saint-Ghislain bij Mons) een laag zoutgehalte alsook is het aandeel radioactieve stoffen binnen de aanvaardbare stralingsdosis. In het Dinantiaan-reservoir in de Kempen (waar momenteel de Vlaamse geothermieprojecten gepland zijn) werden echter in het verleden al waarden gemeten tot 78 Bq/L Radium -226 en 22 Bq/L Radon 222, wat hoog blijkt te zijn.

37 Het oppompen en vervolgens lozen van formatiewater uit de (diepe) ondergrond alsook onderhoudsoperaties zoals vervanging, reiniging en verwerking brengen het hoogste risico op radioactieve blootstelling. Het voornaamste risico voor het leefmilieu en de bevolking zijn ongecontroleerde afvoer en/of verwerking van reststoffen met natuurlijke radioactiviteit die de niveaus van NORM-residu's overschrijden.

38 Enkel voor open geothermiesystemen en dit omwille van “het risico op vormen van neerslag in bovengrondse installaties bij continue aanvoer van grond- en formatiewater”

39 De impact is vergelijkbaar met de impact van gas en olie

40 Dit betekent dat de bedrijven die een opsporings- en/of winningsvergunning voor diepe geothermie (in België) aanvragen, verplicht aangifte dienen te doen hiervan bij het FANC en onder toepassing van de nucleaire wetgeving (kunnen vallen). Installaties die onder deze regeling vallen krijgen periodieke dosisopmetingen om zowel externe stralingsbelasting van werknemers in te schatten alsook om de mate van besmetting ban de leidingen en componenten vast te stellen.

41 https://docs.vlaamsparlement.be/docs/handelingen_commissies/2015-2016/commLEE-20160720-1075086.pdf

meer bepaald ijzerconcentratie, natriumchloride pekel, bicarbonaatgehalte, zuurtegraad en ontgassing CO₂ – werd geen informatie gegeven over de radioactieve waarden hiervan. Er werd, met de betreffende parlementaire vraag, ook naar het overzicht en de inhoudelijke krijtlijnen van de adviezen over de opslag en verwerking van het opgepompte formatiewater gevraagd. Bevoegd Vlaams minister voor Energie Bart Tommelein heeft hier geen antwoord op gegeven aangezien dit een bevoegdheid is van het FANC (een instelling op federaal niveau)⁴². Hoe dan vinden de Minaraad en de SERV het belangrijk dat ook de Vlaamse overheid en alle stakeholders deze informatie ter beschikking krijgt. Dit zal niet alleen ten goede komen van de transparantie inzake deze energiebron, maar is ook nodig om het risico in te schatten op het mogelijke effect van radioactieve elementen uit die diepe geothermie op de Vlaamse leefomgeving (wat een Vlaamse bevoegdheid is).

7.2 Plaats het cijfermateriaal in een gepaste omkadering voor geothermie

- [19] De SERV en Minaraad vragen al enige tijd om op basis van objectieve informatie en actuele cijfers een visienota op te stellen over een gepaste omkadering voor diepe geothermie. Zoals reeds meermaals aangekaart, is de aardwarmte als mogelijk beloftevolle en potentieel aanvullende hernieuwbare energiebron momenteel nog onvoldoende becijferd, is nog niet alle essentiële informatie over de voor- en nadelen bekend, zijn de bestaande ondersteuningssystemen tot op heden onvoldoende aan elkaar gelinkt en is het nog onduidelijk in hoeverre er in de verschillende fasen van ontwikkeling van deze proefprojecten bijkomende ondersteuning nodig zou zijn en hoe desgevallend gefinancierd kan worden. De Raden wensen hier zo snel mogelijk duidelijkheid over om stappen vooruit te zetten inzake de exploratie van de rol van (ultra) diepe geothermie in Vlaanderen.
- [20] Data zijn als het ware de zintuigen of richtingaanwijzers van een beleid om na te gaan hoe een bepaalde situatie op een bepaald moment is en hoe men dit wenst te sturen met acties en instrumenten om achteraf nog te evalueren en eventueel bij te sturen. Ook de sector van (geo)thermische energie en andere belanghebbenden zullen de vruchten plukken van meer informatie en transparantie hierover⁴³. Eerst en vooral suggereren de Raden dat de Vlaamse overheid alle bestaande en beschikbare informatie inzake geothermische energie – op een correct geaggregeerd niveau en zonder disproportionele rapporteringsverplichtingen - ontsluit en toegankelijk maakt. Prioritair vinden de Minaraad en SERV dat er een overzicht gepresenteerd dient te worden van de marginale kostencurves alsook de voor- en nadelen van diepe geothermie en dit in vergelijking met de andere hernieuwbare energiebronnen. Daarnaast kan cijfermateriaal

⁴² Johan Daenen: “U hebt nog geen antwoord gegeven op de vraag of de verstrekte adviezen werden opgevolgd. Minister Bart Tommelein: “Dat klopt. Dat is federale materie. Leefmilieu en Natuur hebben geen adviezen gegeven op dat vlak. Er zal dus een dossier moeten worden opgemaakt voor het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC). Het is federale materie, dus heb ik daarvan momenteel geen overzicht.”.

⁴³ Geïnteresseerde partijen immers sneller en duidelijker interessante en rendabele opportuniteiten zien en opnemen. Het draagvlak voor geo(thermische) energie zal tevens vergroten bij meer duidelijkheid en transparantie. Tot slot kan een bewuste en geïnformeerde consument ook eenvoudiger en doelgerichter energiekeuzes maken.

bij de buurlanden en andere (Europese) landen inspirerend zijn om te vergelijken hoe kosten-efficiënt en voordelig het implementeren van aardwarmte als energiebron in Vlaanderen is binnen een breder Europees perspectief. Ook (andere) resterende kennis- en datahiaten dienen in een volgende vergaard en ter beschikking gesteld te worden. Bij al dit cijfermateriaal is het trouwens essentieel te werken met de meest nauwkeurige data en die aan een breed publiek aan te bieden. Indien bepaalde informatie of cijfermateriaal – omwille van privacy – niet algemeen verspreid kan worden, dan kan gekozen worden voor sluitende garanties op anonimisering, steeds binnen het kader van de bestaande regelgeving rond openbaarheid van bestuur

- [21] Losstaande van cijfermatige en informatieve gegevens, is bij het opstellen van een visienota en de bijhorende maatregelen, ook belangrijk om rekening te houden met alle relevante aspecten van diepe geothermie. Zoals reeds aangehaald in het theoretische gedeelte van deze adviesnota (hoofdstuk 9.) zijn er verschillende vormen van zowel ondiepe als diepe geothermie. De voorgestelde garantieregeling focust enkel op één vorm, met name op het klassiek hydrothermaal systeem. Als we kijken naar de vraagzijde, valt te bemerken dat, afhankelijk van de temperatuur, andere partijen zijn die gebruik maken van thermische energie. Zo zijn er residentiële gebruikers en tuinbouwers die vooral rekenen op verwarming en/of warm water. Maar een geheel ander profiel zijn de industriële gebruikers die voor hun productieprocessen nood hebben aan warmte op een hoge temperatuur (100 tot 200°C). Aan de kant van de aanbodzijde voor thermische energie, en meer specifiek met betrekking tot aardwarmte, zijn er ook meerdere mogelijkheden: warmtepompsystemen en WKO als vormen van ondiepe geothermie; diepe geothermie en ultradiepe geothermie met verschillende systemen.
- [22] Naast warmte kan er ook elektriciteit gewonnen worden met aardwarmte in de (ultra)diepe ondergrond. Het rendement van elektriciteit uit geothermie in onze contreien blijkt doorgaan relatief laag te liggen, maar dat wil niet zeggen dat dit niet verder kan onderzocht worden. Hoe dan ook is het aanbod via verschillende geothermiesystemen nauw verbonden aan de verschillende energienoden bij de diverse maatschappelijke gebruikers. Het zou bijgevolg meer omvattend zijn om in een ondersteuningsregeling ook rekening te houden met alle (huidige) technologievormen en bijgevolg alle (huidige en toekomstige) energienoden. Buurland Nederland maakt bijvoorbeeld al langer een opdeling tussen hoge temperatuurwarmte en lage temperatuurwarmte – zonder het oog te verliezen voor de synergie tussen de (thermische) energievormen. In hun Energieagenda (“naar een CO₂-arme energievoorziening in 2050”) wordt er voor de verschillende warmtetechnologieën, waaronder die van geothermie, nagegaan hoe zij maximaal in het land geïmplementeerd kunnen worden en in hoeverre de verschillende Nederlandse overheden daar ondersteunde rol in kunnen hebben. Een gelijkaardige visie voor Vlaanderen is volgens de Raden noodzakelijk en nuttig. Specifiek voor Vlaanderen geldt

er een moratorium op *fracking* voor schaliegas⁴⁴ Deze techniek wordt echter ook toegepast bij ultradiepe geothermie). In de huidige wetgeving staat er niets over het al dan niet toepassen van *fracking* bij andere energiebronnen.

- [23] Tot op heden nog geen keuze gemaakt tussen een model waarin private leveranciers het initiatief nemen en een model waarbij de overheid de leiding neemt⁴⁵. Het eerste model is erop gericht dat verschillende private actoren de opportuniteit krijgen om aardwarmteprojecten te ontwikkelen. Hierbij neemt de overheid een ondersteunende rol in, via de ontwikkeling en/of afstemming van regelgeving alsook via financiële steun. Belangenconflicten worden uitgevochten in vergunningsprocedures en rechtszaken. Hier tegenover staat een model waarbij de overheid een leidinggevende rol opneemt met een gebiedsgerichte visie op de verdere (lokale) uitbouw van het energiesysteem. Op die manier kan bepaald worden waar warmtenetten dienen te komen – al dan niet gekoppeld aan geothermie. Maar zo'n visie laat ook toe te bepalen waar andere energiebronnen en -infrastructuur dienen geplaatst te worden – rekening houdende met vergunningscriteria, veiligheid, impact op het milieu, sociale gevolgen, enz.. De Raden vragen zich af of de Vlaamse overheid voldoende info heeft om dergelijke gebiedsgerichte visie uit te bouwen waar de realisatie dan ook van volgt? Betrekken van andere (private en/of academische) actoren kan hier een oplossing voor zijn (zie hoofdstuk 8). De Raden stellen daarom voor om beide modellen grondig te evalueren alsook om na te gaan welke actoren hier desgewenst in betrokken kunnen worden om vervolgens een onderbouwde keuze inzake deze modellen te (kunnen) maken.
- [24] Tot slot hebben de Minaraad en SERV vragen bij de vele petjes die VITO opzet. De instelling vervult immers niet alleen een leidinggevende rol in het onderzoek naar technisch en economisch potentieel van deze energiebron in Vlaanderen, maar is ook zelf ontwikkelaar van het eerste Vlaamse geothermieproject en wenst, liefst via een concessiesysteem, het meest geschikte geothermisch gebied (Kempens Bekken) te exploiteren met een honderdtal boorputten en bijhorende installaties om warmte én elektriciteit in die regio te voorzien. Omwille van de vele rollen die VITO opneemt, lijkt het de Raden niet verstandig om (enkel) het cijfermateriaal van VITO als *baseline* te hanteren voor een audit- en opvolgsysteem.

⁴⁴ "Het potentieel aan schaliegas in de Vlaamse ondergrond is nog totaal onbekend, en de winning ervan vereist de inzet van de omstreden *fracking*-techniek. Onder andere de mogelijke impact van daarbij gebruikte chemicaliën op waterwinning uit watervoerende lagen is reden tot bezorgdheid. Tot er meer duidelijkheid is over de voorwaarden om schaliegas te winnen zonder schade aan mens en milieu, is er in Vlaanderen een moratorium van kracht op de winning van schaliegas." MIRA Vlaanderen - Systeembalans (2017).

⁴⁵ Tot op heden zijn er bijvoorbeeld twee modellen voor de inplanting van windturbines op de rechter- (ad-hoc projecten) en linkeroever (planmatige projecten) in Antwerpen.

7.3 Maak een analyse van alle hernieuwbare energiebronnen en de plaats daarin voor aardwarmte

- [25] In Vlaanderen wordt een belangrijk aandeel van hernieuwbare energieproductie geleverd door biomassa-energie⁴⁶. Volgens bevoegd minister voor Energie Bart Tommelein kan diepe geothermie “het wegvallen van hernieuwbare energie uit grote biomassacentrales ... deels opvullen”⁴⁷. In het warmteplan zou diepe geothermie – tegen 2020 – slechts 1,8% van de productiedoelstelling groene warmte innemen⁴⁸. Aangezien er voor de gedeeltelijke vervanging van de weggevalen biomassa door diepe geothermie (tot op heden) geen officiële berekeningen bestaan, raden SERV en Minaraad aan zo spoedig mogelijk deze berekeningen te maken alsook ze op een transparante manier kenbaar te maken. Bij deze herberekening van het huidig én toekomstig aandeel van verschillende hernieuwbare energiebronnen is het ook noodzakelijk te kijken naar de bredere context van deze bronnen. “zo moet er o.a. bekeken worden welke technologieën er zijn, wat hun economisch potentieel en hun leercurve is, welke voor- en nadelen ze hebben op het vlak van duurzaamheid, leveringszekerheid en systeemkosten, Verder gaat het o.a. om de vraag welke concrete bijdrage men verwacht van de voorgestelde regeling in het realiseren van de HE - en klimaatdoelstellingen, of de voorgestelde wijzigingen zullen volstaan om het potentieel dat aanwezig is daadwerkelijk aan te boren, welke steun daarvoor nu en in de toekomst nodig is (cf. leercurve), hoe de steun best wordt gefinancierd (cf. financieringsdiscussie), welke niet-financiële barrières moeten worden aangepakt, enz. .”⁴⁹
- [26] De Adviesraden stellen daarom voor een algemene analyse te laten maken van alle hernieuwbare energiebronnen in Vlaanderen en dit op zowel korte als middellange termijn om op die manier niet enkel de klimaat- en energiedoelstellingen van 2020 alsook die van 2030 op te volgen – als tussentijdse doelstellingen naar 2050 toe. Hierbij is het van belang een evenwichtige, kosten-efficiënte en doelmatige ondersteuning vanuit de Vlaamse overheid aan te bieden⁵⁰. Dit wilt zeggen met oog op het

46 De biomassacentrale van Max Green, bijvoorbeeld, heeft een vermogen van 277 MW, wat goed is voor meer dan een derde van de hernieuwbare elektriciteitsproductie in Vlaanderen (2016). Uit het meest recente inventaris van hernieuwbare energie (2015) blijkt bio-energie, met een aandeel van 75%, (nog steeds) de belangrijkste energievorm voor hernieuwbare energie in Vlaanderen te zijn. In 2016 heeft de Vlaamse Regering een nieuwe conceptnota goedgekeurd met een voorstel van nieuwe subdoelstellingen hernieuwbare energie in 2020 – het zogenaamde energieplan. Hierbij werd de reconversie van Langerlo werd nog meegerekend. Naar analogie van het Zonne- en Windplan werd op 2 juni jongstleden ook het Warmteplan uitgebracht – met als doel de kloof tussen de beoogde doelstellingen in 2020 en de productieprognose voor 2020 te overbruggen. Ook de cijfergegevens uit deze conceptnota houden nog geen rekening met het wegvallen van de energiecentrale in Langerlo. <http://www.vreg.be/nl/groene-stroom>; <http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/beleid/Samenvatting-InventarisHE2005-2015.pdf>; <http://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2015-2016/g870-1.pdf>; <http://www.flandre.be/fr/nbwa-news-message-document/document/09013557801df935>

47 <http://www.tommelein.com/diepe-geothermie-aanmoedigen-via-garantieregeling/>

48 <https://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2016-2017/g1196-1.pdf>

49 “Advies BVR groene warmte en diepe geothermie” SERV en Minaraad, 28 mei 2015

50 “*Het hernieuwbare energiebeleid moet slim kiezen wat waar wanneer ondersteuning verdient: welke energiedragers (elektriciteit, warmte, biobrandstoffen), welke bronnen (stromingsbronnen zoals windenergie en zonne-energie, niet-stromingsbronnen zoals bio-energie), welke biomassaströmen, welke technologieën, welke toepassingen (waar, bij wie, welke), in welke fase (technologieontwikkeling, investering, exploitatie) en wanneer (nu, later). Impliciet bepaalt dit ook*

maximaliseren van de baten (zowel op milieu- als op systeemniveau), voldoende inzet op innovatie voor beloftevolle technologieën, vermijden van oversubsidiëring en dat er gekozen moet worden voor technologieën die voldoen aan de randvoorwaarden van duurzaamheid met een realistisch en voldoende hoog potentieel die het minste ondersteuning behoeven én die potentie tonen om markt maturiteit te bereiken – teneinde een koolstofarme energiemix tot stand te kunnen brengen, in lijn met de Europese roadmaps en onze engagementen ten aanzien van het Parijsakkoord.. Tot slot lijkt het de Raden interessant om de technische, financiële, energetische, klimatologische en ruimtelijke troeven en hindernissen van de verschillende hernieuwbare energievormen in Vlaanderen op te lijsten. Periodieke opvolging, evaluatie en bijsturing van deze analyses zullen allicht nuttig zijn in de overgang naar een koolstofarme samenleving.

8 Werk een regeling uit voor de overgang van demonstratieprojecten naar mature (energie)technologie

- [27] Ook in dit dossier wordt aangehaald dat strategische ecologiesteun voor de boringen van diepe geothermie slechts een tijdelijke ondersteuning is – bedoeld voor proefprojecten – en dat naar een oplossing gezocht moet worden indien de boringen matuur worden. De Raden begrijpen deze bekommernis en sluiten zich hierbij aan. Maar in plaats van een oplossing te zoeken, enkel inzake aardboringen voor de exploitatie van geothermie, vinden ze dat er best gewerkt worden aan een systeem dat de overgang in de ontwikkelingscurve van alle (energie)technologie regelt en dit afstemt met de gepaste ondersteuningssystemen. De Raden vinden immers de architectuur van ondersteuning even belangrijk als de keuze voor ondersteuning. Uniforme en standvastige regels bij elke ontwikkelingsfase zullen een positieve invloed hebben op het investeringsklimaat en bijgevolg ook op de doorbraak van nieuwe (energie)technologie.
- [28] Los van een systeem voor het regelen van de overgang van tijdelijke demonstratiesteun naar andere aanvullende ondersteuningsvormen, vinden de SERV en Minaraad het eveneens nuttig om bij innovatieve hernieuwbare energietechnologieën (met een potentieel omvangrijke impact op de energiemix) na te gaan in hoeverre partnerschappen uitgewerkt kunnen worden tussen de overheid, universiteiten en geïnteresseerde sectoren & bedrijven om pilootprojecten beter te kunnen begeleiden, opvolgen en toekomstig beleid hier beter op af te stemmen. Zoals reeds vermeld in hoofdstuk 6 is een integrale benadering door voldoende afstemming met en samenwerking tussen alle bevoegde kabinetten en administraties essentieel. Zulke samenwerkingsverbanden kunnen, afhankelijk van de technologie en resterende hiaten ingevuld worden. Indien er een kennisprobleem is bijvoorbeeld, kunnen verschillende private en publieke partijen een akkoord, verbintenis of consortium realiseren in

het ambitieniveau van het hernieuwbare energiebeleid. Nu al laat de beschikbare informatie toe om gericht te kiezen en om zo de maatschappelijke baten te verhogen en de maatschappelijke kosten te beperken. Geleidelijk kan deze keuze verfijnen en de vorm krijgen van een volwaardige beleidsstrategie, overlegd en onderbouwd op basis van periodiek geactualiseerde scenario's." "Advies hernieuwbare energie." SERV en Minaraad, 17 november 2011.

verband met kennisuitwisseling en/of kennisvergadering. Maar ook voor praktische demonstraties kan er samengewerkt worden. In het geval van de boringen naar aardwarmteprojecten via een hydrothermaal systeem, kan de overheid bijvoorbeeld onderzoeken wat de beste vormen van ondersteuning zijn om tegemoet te komen aan de hoge investeringskost van de boringen terwijl bedrijven terugkoppeling bezorgen over de praktische kant van een proefproject. Kennisdeling kan het eventueel aanwezig potentieel beter helpen ontsluiten. De daarop volgende stap is loskomen van de demonstratiefase om eventueel tot vervolprojecten te komen – om alzo de energievoorziening in Vlaanderen substantieel en op een kosten-efficiënte manier te verduurzamen. Concluderend kan dus via een flexibel systeem van regels een samenwerking gerealiseerd worden tussen verschillende publieke, private en academische partijen om beloftevolle hernieuwbare energietechnologieën afdoende te stimuleren in hun ontwikkelingsproces. Een mooi voorbeeld hiervan is de Green Deal uit Nederland inzake ultradiepe geothermie. Daar wordt er samengewerkt tussen de ministeries van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu, Energiebeheer Nederland (EBN)⁵¹, Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO)⁵² en zeven consortia van bedrijven om zowel kennishiaten als praktische hiaten te dichten. Omwille van de beperkte kennis van de Nederlandse diepe ondergrond op meer dan 4 km, gaat men initieel van start met een uitgebreid geologisch onderzoek. Dit onderzoek zal duidelijk maken in hoeverre een aantal vooraf gekozen gebieden geschikt zijn voor een proefproject en onder welke omstandigheden warmte van de gewenste temperatuur al dan niet kan aangetroffen worden. Op basis van deze informatie zullen de praktische ontwikkelingen van de projecten plaatsvinden. De Nederlandse overheid onderzoekt en verleent hierbij zowel haar financiële inbreng als zijn expertise (die niet door de marktpartijen ingebracht kan worden). Onze Noorderburen hebben hierbij de intentie om alle data hiervan publiek bekend te maken. Het betreft hier zowel ondergronddata- en kennis, inclusief informatie over de benodigde technologie en de effecten van ultradiepe geothermie op de leefomgeving. Een gelijkaardig partnerschap achten de Raden nuttig om toe te passen in Vlaanderen. Gezien onze huidige kennis en ervaring met diepe geothermie op 500 meter tot 3 kilometer in de ondergrond zeer beperkt is, is een gelijkaardige samenwerking met geologisch onderzoek alsook praktische samenwerkingsverbanden wenselijk. Dit zou kunnen passen binnen de werking van de speerpuntcluster Energie. Flux50⁵³.

51 EBN is een onderneming die namens de Nederlandse Staat investeert in de opsporing, winning en opslag van gas en olie.

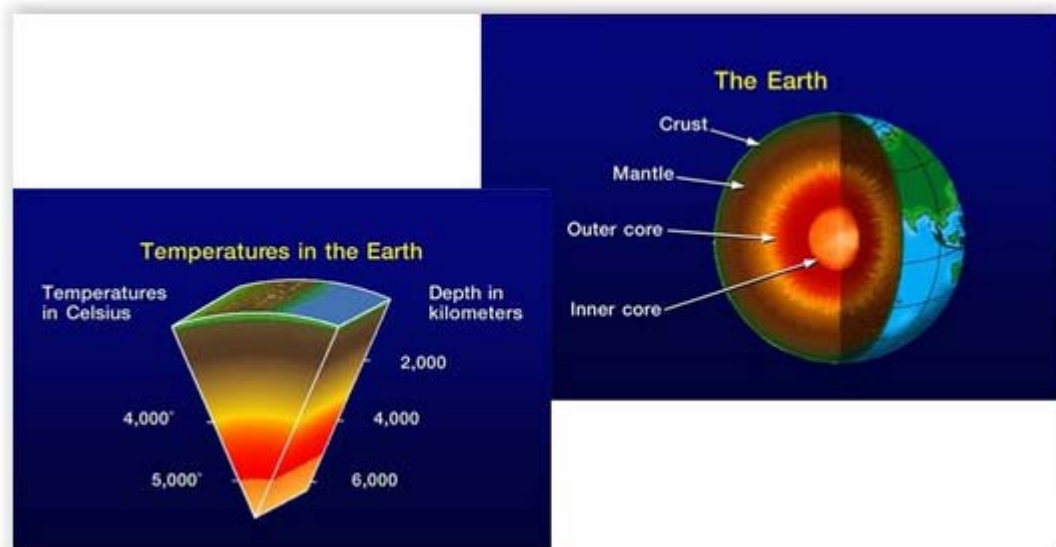
52 TNO is een onderzoeksinstituting dat in opdracht van overheden en andere marktpartijen wetenschappelijke kennis in de praktijk toepast.

53 "Flux50 moet Vlaamse bedrijven uit de energie-, IT- en bouwsector helpen om commerciële doorbraken te realiseren bij de transitie naar een duurzaam energiesysteem, via living labprojecten in vijf themagebieden."
<http://www.vlaio.be/nieuws/vlaamse-energiecluster-wordt-flux50>

Bijlage – informatief gedeelte

9 Definiëring

Aardwarmte is warmte-energie die opgeslagen zit in de ondergrond⁵⁴. Deze warmte is voor een relatief klein deel afkomstig van de restwarmte uit de periode waarin de aarde gevormd werd (30%) en vooral van natuurlijk radioactief verval (70%)⁵⁵. Het gevolg van deze processen is dat er een quasi constante toevoer van warmte naar de bovenste laag van de aardkorst wordt gestuwd. In dat opzicht wordt geothermische energie beschouwd als een hernieuwbare bron – die onafhankelijk is van externe factoren zoals seizoenen en het weer.



Figuur 1: Aardwarmte⁵⁶

De benutting van geothermie verwijst naar alle toepassingen die gebruik maken van de warmte uit de aarde⁵⁷. Dit kan gaan van het onttrekken van warmte voor een warmtepomp, het gebruiken van thermische energie voor koeling en/of verwarming via een warmtenet, stoom voor industrieel gebruik tot elektriciteitsproductie⁵⁸ via een *Organic Rankine Cycle* (ORC)⁵⁹ (>100°C). 'Diepe' geothermie heeft betrekking op de oorsprong van aardwarmte – dieper in de ondergrond. In Vlaanderen is diepe

54 <https://www.kampc.be/content/dam/kampc/Bedrijven/documenten-pdfs/20140613-Finaal-rapport-DYNAK.pdf>

55 Geothermische energie is voor ongeveer 70% het resultaat van "radioactief verval processen van natuurlijke langlevende isotopen, zoals uraan-235 en U238, thorium-232 en kalium-40. Deze elementen zijn in de kristalroosters van bepaalde mineralen ingebouwd, bijvoorbeeld in veldspaat en mica in graniet. Het vermogen dat uit het radioactieve verval ontstaat bedraagt ongeveer $16 \cdot 10^{12}$ watt". <https://www.monavzw.be/node/290>

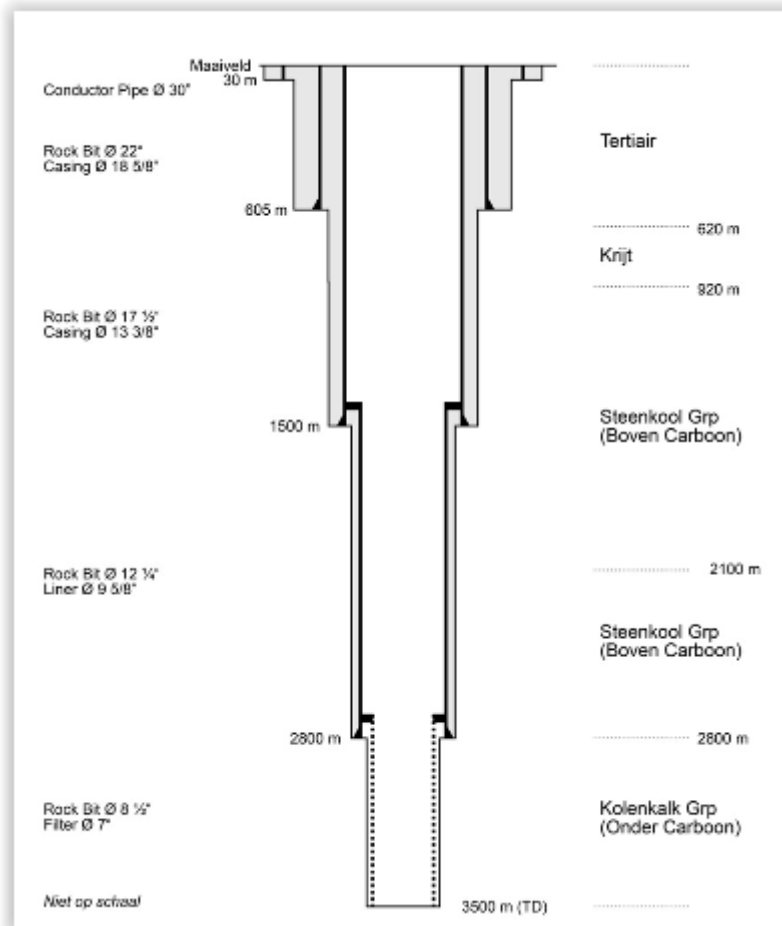
56 http://article.sapub.org/image/10.5923.j.ijtmp.20130301.05_001.gif

57 <http://www.diepegeothermie.be/nl/aardwarmte-voor-pros/wat-is-diepe-geothermie/>

58 Bij warmteprojecten is de netwerkinfrastructuur en nabijheid van gebruikers van veel groter belang. Door enkel vanuit de bron te redeneren wordt niet de maximale kostenefficiënte situatie gecreëerd. Wel dient vanuit de vraagzijde, op basis van procesvereisten, bekeken te worden welke groene warmtebron de ideale fit heeft voor een specifieke gebruiker en context.

59 Installatie voor de opwekking van elektriciteit uit warmte.

geothermie op een diepte van ten minste 500 meter onder TAW-hoogte⁶⁰. Diepe geothermie levert gemiddeld warmte op tussen de 60 tot 100°C⁶¹. Deze temperaturen zijn gunstig voor de residentiële en tuinbouwsector die gebruik maken van een warmtepomp en/of KWO (koude-warmteopslag). Er is ook nog een derde categorie, namelijk ultra diepe geothermie. Het grootste verschil met diepe geothermie is dat er dieper dan 4 km in de ondergrond geboord wordt. De temperaturen liggen hierdoor hoger, namelijk van 200 tot 250°C. Deze hoge temperaturen bieden kansen op een andere warmteafzetmarkt, waaronder die van bepaalde processen in de industrie⁶².



Figuur 2: Ontwerp boringen met doorkruising van verschillende aardlagen⁶³

Zowel bij diepe als ultradiepe geothermie bestaat er nog een onderscheid tussen een hydrothermaal systeem, een *Enhanced Geothermal System* (EGS) en een verticale warmtesonde⁶⁴.

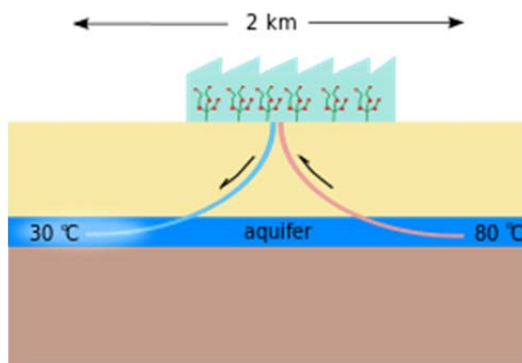
60 TAW is de afkorting voor 'Tweede Algemene Waterpassing'. Dit is de gemiddelde hoogte van de Noordzee bij eb voor de kust van Oostende en vormt het nulpeil waartegen topografische hoogtes worden afgemeten ('boven of onder zeeniveau'). Decreet van 25 maart 2016 tot wijziging van het decreet van 8 mei 2009 betreffende de diepe ondergrond, wat betreft het invoegen van een hoofdstuk over het opsporen en het winnen van aardwarmte en een hoofdstuk over een structuurvisie inzake de diepe ondergrond. https://emis.vito.be/nl/actuele_wetgeving/25-maart-2016-decreet-tot-wijziging-van-het-decreet-van-8-mei-2009-betreffende-de

61 <https://geothermie.nl/index.php/nl/actueel/nieuws/194-green-deal-ultra-diepe-geothermie-udg-getekend>

62 Papierindustrie, brouwerijen, chemische industrie, enz.

63 <http://docplayer.nl/docs-images/23/1916534/images/31-0.png>

- Bij het eerste systeem wordt er geboord in de diepe ondergrond tot men terecht komt op een natuurlijke watervoerende laag. Het warm water uit dit reservoir wordt via één of meer boorputten opgepompt uit de ondergrond. Vervolgens wordt de warmte uit het opgepompte water via een warmtewisselaar overgedragen naar de toepassing (verwarming, koeling of elektriciteit). Tot slot wordt het afgekoelde water via één of meer boorputten opnieuw in de ondergrond gepompt. Alzo creëert men een lus (doublet) en wordt bijgevolg het waterniveau in het ondergrondse bassin op peil gehouden. Hierbij is het echter wel essentieel dat er een goede watervoerende laag (= met de geschikte temperatuur en met voldoende verbonden poriën en spleten zodat water er gemakkelijk door kan stromen) aanwezig is⁶⁵. Bij een klassiek hydrothermaal geothermiesysteem wordt er doorgaans geboord tot op gemiddeld 2 tot 3 km diepte). Hierbij kan warmte geleverd worden tussen de 60 tot 100°C. Een voorbeeld hiervan is Dürnrhaar (De).



Figuur 3 Hydrothermaal geothermie systeem (doublet)⁶⁶

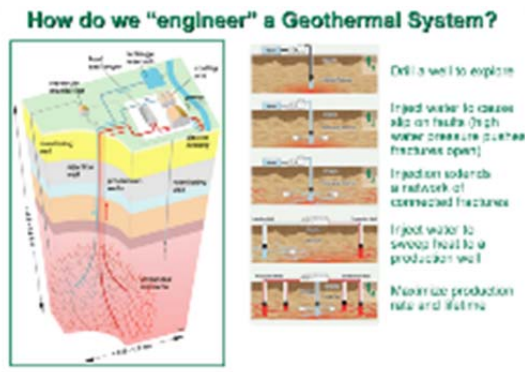
- Wanneer de stromingseigenschappen in een watervoerende laag niet voldoen, kan men trachten de verbinding tussen de poriën en spleten te verbeteren. In dat geval spreekt men van een verbeterd ('enhanced') geothermisch systeem of EGS⁶⁷. Maar het is ook mogelijk warm water te winnen uit droge, hete gesteenten in de diepe ondergrond. Doorgaans zijn deze gesteenten zeer compact en bevatten ze weinig of geen verbonden poriën. Om alsnog thermische en/of elektrische energie hieruit te kunnen winnen, moet er een netwerk van spleten gecreëerd door zand of keramische korrels samen met water – onder hoge druk – in de laag te injecteren (= *fracking*). Een voorbeeld hiervan is Soultz-sous-Forêts (Fr).

64 <https://geothermie.vito.be/nl/hoe-kunnen-we-aardwarmte-aanwenden>

65 In België betreft dit watervoerende lagen in het Kolenkalk-reservoir (Wallonië – bij Mons) en Dinantiaan-reservoir (Vlaanderen – een deel van de Antwerpse en Limburgse Kempen).

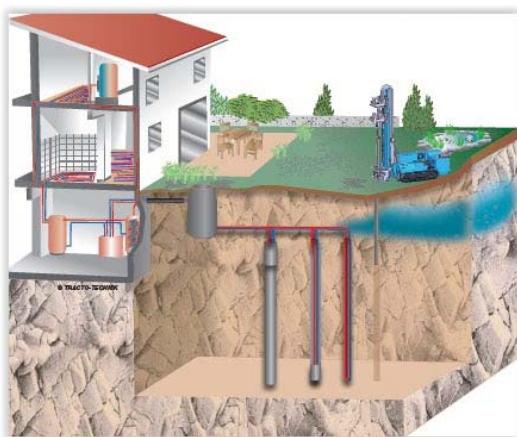
66 <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8e/GeothermalDoublet.svg/260px-GeothermalDoublet.svg.png>

67 In Europa wordt EGS toegepast op een diepte tussen de 3 en 10 km in de ondergrond – met temperaturen rond de 150°C. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544213010487>



Figuur 4: Enhanced Geothermal System⁶⁸

- Er is ook nog een alternatief voor EGS en Hot Dry Rock, namelijk de verticale warmtesonde. Verticale warmtesondes zijn het meest courant voor ondiepe toepassingen, maar kunnen even goed gebruikt worden voor het winnen van thermische energie op grote diepte. Een voorbeeld hiervan is het SuperC-project in Aken (De).



Figuur 5 Verticale warmtesonde⁶⁹

Hoewel aardwarmte, en bijgevolg de benutting ervan, in principe overal toegepast kan worden, zijn er op aarde zones met groter en minder groot potentieel. Het grootste potentieel van geothermie is terug te vinden in vulkanisch actieve gebieden. In landen als IJsland, Italië, de Verenigde Staten, Mexico en de Filipijnen – waar aardwarmte zelfs tot aan de oppervlakte komt – heeft geothermie een lange traditie en prominente plaats in de energiemix. Hier tegenover staan ‘koude’ gebieden waar de nuttige warmte op grote diepte gezocht moet worden. De hoge kosten voor de boringen naar grote dieptes, een lage (potentiële) benuttingsgraad van de opgepompte warmte en een gebrekkige kennis van de diepe ondergrond maakten dat grote koudere gebieden van Europa nauwelijks geothermische energie benutten. Maar de laatste 10 jaren hebben

68 https://astro.temple.edu/~davatzes/Geothermal/Geothermal/EGS_files/droppedImage_1.png

69

https://www.google.be/search?biw=1366&bih=659&tbm=isch&sa=1&q=gesloten+systeem+aardwarmte&oq=gesloten+systeem+aardwarmte&gs_l=psy-ab.3...820079.826741.0.826963.29.28.1.0.0.106.2186.26j2.28.0.dummy_maps_web_fallback...0...11.64.psy-ab.0.19.1509...0j0i67k1j0i5130k1.0.yL.PVL2zWPK0#imgcr=VHVQOeiqRACp5M:

ook landen die zich in koude gebieden (in Europa) bevinden een toegenomen interesse voor geothermieprojecten. Dit heeft te maken met de stijgende energieprijzen, een reeks technologische ontwikkelingen (inzake boorinstrumenten) en uiteraard ook landgebonden factoren.

- Zo had buurland **Nederland** zijn (diepe) ondergrond al grondig geëxploreerd via een intens programma van duizenden proefboringen naar aardgas en aardolie⁷⁰. Dat maakt dat de kennis van de Nederlandse ondergrond, internationaal gezien, van een hoog niveau is. Bovendien wordt de kennis bij het ontwerp en de analyses van geothermieprojecten betrokken en is die zelfs openbaar beschikbaar⁷¹. De eerste diepe aardwarmteprojecten waren operatief in 2007-2008. De meeste van die projecten zijn gebonden aan de tuinbouw, maar alsmaar meer projecten worden nu ook gebruikt om thermische netten te voeden.
- In **Frankrijk** is vooral het bekken van Parijs interessant voor geothermische toepassingen. Daar begon men al aan de exploitatie van warmte uit de ondergrond na de oliecrisis in de jaren '70. De technologie is daar intussen in volle maturiteit, met tientallen boorschachten en uitbreidingen die verbonden zijn aan een grootschalig en uitgebreid warmtenet.
- Het zuiden van **Duitsland** heeft al bijna vijftien jaar ervaring met diepe geothermie projecten. Ook hier zijn thermische netten al flink ingeburgerd. Van al onze buurlanden is Duitsland het enige land dat naast thermische energie ook elektrische energie haalt uit diepe geothermie.

Het gebruik van aardwarmte is niet helemaal hernieuwbaar in dat opzicht dat er bij de benutting warmteverlies optreedt⁷². Doorgaans wordt er een berekening gemaakt voor de mate waarin en de termijn waarop een geothermieput zijn warmtekracht verliest. Bij het diepe geothermieproject Green Well Westland in Nederland, bijvoorbeeld, wordt 185 kubieke meter water van 85 graden Celsius naar boven gepompt, om het na afkoeling tot 35 graden weer te injecteren in dezelfde aardlaag, anderhalve kilometer van de productieput. Uit berekeningen blijkt dat deze bron ongeveer dertig jaar meegaat, tot het moment waarop het hete water en het teruggepompte water elkaar zullen raken. Dit wordt de doorbraaktijd genoemd. Het waterreservoir is dan één graad afgekoeld. Als dan de exploitatie voor die geothermieput stopt, is deze na een eeuw terug op temperatuur.

10 Aandeel in de Vlaamse energiemix

Tot op heden bleven in Vlaanderen geothermieprojecten beperkt tot warmtepomptoeepassingen uit ondiepe grondlagen⁷³. Met uitzondering van enkele kleine

70 <http://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2013-2014/g2478-1.pdf>

71 <https://geothermie.nl/index.php/nl/thema-s/effecten-ondergrond/seismiciteit>

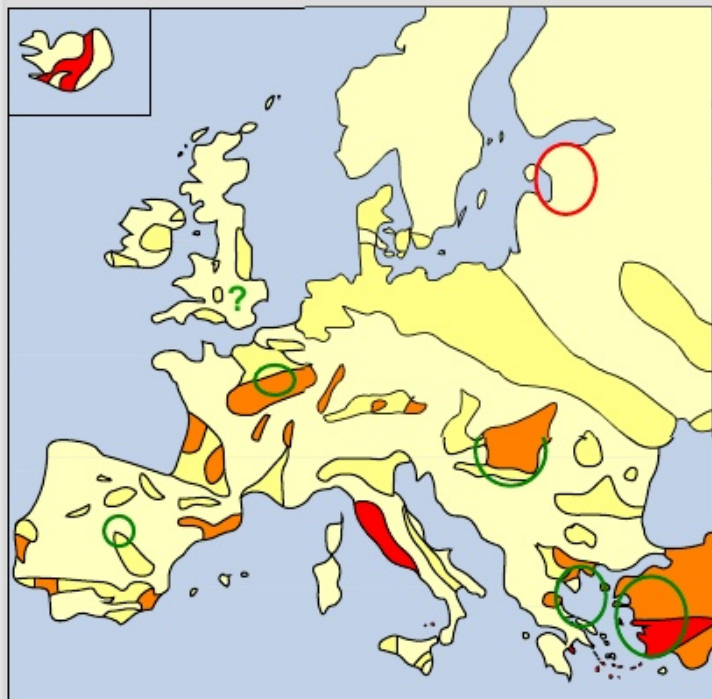
72 <https://www.nemokennislink.nl/publicaties/kan-aardwarmte-opraken--2/>

73 https://www.kampc.be/content/dam/kampc/Bedrijven/documenten-pdfs/20140613_Finaal-rapport-DYNAK.pdf

projecten na de oliecrisis van de jaren '70, waarbij het diepst geboord werd in Merksplas in de jaren '80 (tot 1760m). De beoogde serreverwarming is echter nooit operationeel geraakt.

Dat Vlaanderen lang de boot heeft afgehouden inzake de benutting van energie uit aardwarmte heeft grotendeels te maken met het beperkt gunstig geothermisch potentieel, ten aanzien van de Europese (buur)landen.

The geothermal development - deep



Map showing main basins and high-enthalpy geothermal areas

Current main growth regions for deep geothermal in Europe

European Geothermal Energy Council



Figuur 6: ontwikkelingen diepe geothermie in Europa⁷⁴

Daarnaast heeft het ook te maken met onze energiekeuzes: Vlaanderen heeft in tegenstelling tot Duitsland en Frankrijk geen traditie in stads- of wijkverwarmingsnetten als transportleidingen voor thermische energie zoals diepe geothermie. De Belgische focus lag vooral op de sterke uitbouw van een zeer uitgebreid aardgasnet. In tegenstelling tot Nederland is ook de consolidatie binnen de glastuinbouw beperkt gebleven. Dit alles heeft vervolgens bij ons gezorgd voor een versnipperd energielandschap. Daarnaast heeft Vlaanderen “slechts zeer beperkte kennis over de eigenschappen van de ondergrond op een diepte van meer dan 2 km”⁷⁵. Deze beperkte kennis zorgt voor een groot risico bij de eerste boring. Zo’n boring is de grootste investeringskost van het totale project – met een kostprijs van 3 tot 7 miljoen

⁷⁴ <https://image.slidesharecdn.com/egectallin170409sanner-090517163556-phpapp01/95/market-for-geothermal-energy-in-the-eu-and-the-legal-aspects-by-dr-burkhard-sanner-10-728.jpg?cb=1242578323>

⁷⁵ https://www.kampc.be/content/dam/kampc/Bedrijven/documenten-pdfs/20140613_Finaal-rapport-DYNAK.pdf

euro naargelang de diepte. Tot slot is ook het transport van de (geothermische) warmte relatief duur⁷⁶. In een ideale situatie rekent men op een gunstige watervoerende laag waaruit de aardwarmte gehaald kan worden, staat de bron centraal en gebeurt de warmte-afzet over een korte afstand, met een bepaalde bouwdichtheid (> 35 woningen/ha). Toepassingen die hieronder vallen zijn een dense woonwijk, een bedrijventerrein of een serrecluster.

Sedert 2015 zijn echter twee pilootprojecten diepe geothermie opgestart in de Antwerpse Kempen:

- Het eerste proefproject bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (**VITO**) in **Mol**. Na een hele reeks tests, berekeningen en inschattingen, werd de eerste boring gestart in september 2015⁷⁷. Inmiddels is ook de tweede boring (re-injectie van het gebruikte water) reeds succesvol beëindigd. De boringen waren op een diepte van 3.175 tot 3.830 meter diepte⁷⁸. De temperatuur van de ondergrond is daar ongeveer 138° C. Indien het opgepompte water naar het aardoppervlak wordt gehaald, bedraagt de temperatuur 126 tot 128° C – wat in de lijn van de verwachtingen van VITO ligt. Momenteel wordt er bovengrond gewerkt aan de installatie van de pompen, warmtewisselaars alsook aan de bouw van de geothermiecentrale en een warmtenet naar de terreinen van SCK – VITO. Eind 2017 zouden deze werkzaamheden afgerond zijn. Op die manier zou de volgende winter de eerste geothermische warmteproductie in Vlaanderen een feit moeten zijn. Verder wordt er ook een ORC gebouwd om elektriciteit te produceren uit het diepe aardwarmtewater. In het meest optimistische scenario ziet VITO mogelijkheden waarbij het de Limburgse en Antwerpse Kempen, via een honderdtal boorputten en bijhorende installaties, zal voorzien van duurzame warmte én elektriciteit⁷⁹. VITO denkt deze diensten zelf te kunnen aanbieden tegen energieprijzen die lager zouden liggen dan vandaag en die constant zouden blijven voor de komende tientallen jaren.
- Een tweede diepe geothermie project is terug te vinden bij **Janssen Pharmaceutica in Beerse**⁸⁰. Het bedrijf wil na de zomer van 2017 starten met diepe aardwarmte uit de watervoerende grondlaag op 2,4 kilometer diepte onder haar bedrijfssite te Beerse-Vosselaar. Het bedrijf zou deze aardwarmte benutten voor de verwarming en koeling van haar gebouwen. Hiermee zal Janssen Pharmaceutica het eerste bedrijf in Vlaanderen zijn dat diepe geothermie zal aanwenden als groene energiebron. Bovendien kan het bedrijf hierdoor haar aardgasverbruik laten dalen met 85 GWh per jaar en de CO₂-uitstoot tot 30 procent dalen, namelijk met bijna 16000 ton per jaar. Aanvankelijk zou Jansen Pharmaceutica nog werken aan een tweede fase met een boring tot op 3,5 kilometer diepte. Dit zou water opleveren

76 <http://www.geopower-i4c.eu/docs/nederlandsevesieboekgeothermie.pdf>

77 <https://www.bouwkroniek.be/article/diepe-geothermie-project-vito-eind-dit-jaar-succesvol-afgerond.14099>

78 <https://www.bouwkroniek.be/article/diepe-geothermie-project-vito-eind-dit-jaar-succesvol-afgerond.14099>

79 https://geothermie.vito.be/sites/geothermie.vito.be/files/documents/efro910_eindrapport_ruimtelijkeanalyse.pdf

80 <https://www.ode.be/ode/publicaties/nieuwsbrief/99-warmtenetten/3282-warmtenet-janssen-pharmaceutica-met-diepe-geothermie>

met een temperatuur van 110 tot 115 graden waardoor ook elektriciteit opgewerkt zou kunnen worden. Daarenboven zou er nog voldoende restwarmte overblijven om de omliggende gemeenten van thermische energie (via een warmtenet) te voorzien. Uiteindelijk werd beslist hiervan af te stappen⁸¹. Er werden geen partners gevonden en het project bleek niet haalbaar te zijn.

Volgens het Warmteplan zou tegen 2020 164 MW aan warmte moeten voorzien vanuit diepe geothermie – wat neerkomt op 1,8% van de productiedoelstelling groene warmte⁸². Bovenstaande projecten zijn in deze berekening opgenomen.

GWh	Inventaris 2015	2016	2017	2018	2019	2020
Groene stroom	7.449	7.772	8.197	8.800	11.213	12.081
Zon	2.220	2.309	2.444	2.695	3.054	3.540
Wind (onshore)	1.368	1.680	1.993	2.305	2.617	2.929
Waterkracht	10	10	10	10	10	10
Biomassa	2.804	2.708	2.676	2.701	4.326	4.396
Restafval	289	289	289	289	316	316
Biogas	758	775	785	800	890	890
Groene Warmte	7.112	7.673	7.993	8.383	8.720	9.197
Biomassa overig	3.197	3.346	3.581	3.885	4.004	4.327
Biomassa huishoudens	3.494	3.850	3.850	3.850	3.850	3.850
Zonneboiler	154	168	186	207	227	246
Warmtepompen	267	309	376	441	532	610
Diepe geothermie	0				107	164
Biobrandstoffen	1.746					3.796
TOTAAL	16.307					25.074
Doelstelling Vlaanderen						25.074

Figuur 7: Conceptnota Vlaamse Regering – Warmteplan 2020 (2017)⁸³

GWh	Productie 2014 (inventaris)	Productie-prognoses 2020	(sub)doelst. 2020 VR 31/01/14	Overschot (+) Verschil(-)	Verschil (%)
	GWh	GWh	GWh	GWh	(%)
Groene warmte	6.604	8.662	9.170	-508	-6%
Biomassa overig	3.182	3.878	4.264	-386	-9
Biomassa	3.050	3.850	3.850	0	0

81 http://www.gva.be/cnt/dmf20160924_02484261/janssen-pharmaceutica-beperkt-project-geothermie-voor-eigen-gebruik

82 <https://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2016-2017/g1196-1.pdf>

83 <http://www.flandre.be/fr/nbwa-news-message-document/document/09013557801df935>

resident.					
Zonneboiler	139	253	262	-9	-4
Warmtepomp	233	516	711	-195	-27
Diepe geothermie	0	164	83	81	98

Figuur 8: Productie, prognose en de subdoelstelling van groene warmte (2016)⁸⁴

Ondanks deze relatief kleine te verwachten warmteproductie uit diepe geothermie tegen 2020, heeft de studie “Beknopte wegwijzer, geothermie in België” van VITO (in het kader van het Europees gesubsidieerde onderzoek GEO.POWER (uit 2012))⁸⁵ uitgewezen dat er een zeker technisch potentieel is aan diepe geothermie in het bekken van de Kempen. Het betreft hier de geografische zone in het noorden van de provincies Antwerpen en Limburg⁸⁶. In de rest van Vlaanderen zit de warmte in diep compact gesteente dat enkel via het kunstmatig kraken of fracken gewonnen kan worden. De DYNAC-studie van IDEA Consult (uit 2014)⁸⁷ bouwt verder op de berekeningen en inschattingen van VITO en schatte dat er, met de toenmalige info over en interesse in geothermie, vijf actieve geothermieprojecten tegen 2020 gerealiseerd zouden kunnen worden en zelfs rond de honderd van zulke centrales in 2050⁸⁸. Uit de Hernieuwbare Energie Atlas, opgemaakt door VITO, blijkt dat diepe geothermie – in theorie – een maximaal technisch potentieel zou hebben van 16.874 MW via 468 energiecentrales⁸⁹. Bij dit theoretisch model werden in het geschikt gebied (= Antwerpse en Limburgse Kempen) een maximaal aantal centrales geplaatst die minstens op drie km van mekaar verwijderd zijn. We kunnen hieruit afleiden dat het te verwachten potentieel van geothermische energie (warmte) – uit het Warmteplan – en het maximaal theoretisch/technisch potentieel van diepe geothermie – uit de berekeningen van VITO – voorlopig nog ver uit elkaar liggen.

11 Bestaande Vlaamse ondersteuning

Vanuit de Vlaamse overheid werden de laatste jaren beleidsintenties en maatregelen uitgewerkt die een gunstig impact zouden moeten hebben op de ontplooiing van diepe geothermie als verbreding van de Vlaamse energiemix. Ze worden hieronder, in chronologische volgorde, gepresenteerd:

⁸⁴ <http://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2015-2016/g870-1.pdf>

⁸⁵ <http://www.geopower-i4c.eu/docs/nederlandseversieboekgeothermie.pdf>

⁸⁶ Enkel hier watervoerende kalklagen – op circa 3500 tot 600 m diep. Op die diepte zou cogeneratie van zowel warmte als elektriciteit mogelijk zijn.

⁸⁷ https://www.kampc.be/content/dam/kampc/Bedrijven/documenten-pdfs/20140613_Finaal-rapport-DYNAC.pdf

⁸⁸ Een 5-tal geothermische energiecentrales tegen 2020; een 25- tal van die centrales tegen 2030 en zelfs rond de 100 centrales in 2050. Deze centrales zijn gebaseerd op diepteboringen type V2 (= boringen tot 2250 meter met thermische energie) en type V3 (boringen tot op 3750 meter met thermische en elektrische energie). Een energiecentrale zou een output leveren van 20 tot 30 MWth en zo'n 3 MWe.

https://geothermie.vito.be/sites/geothermie.vito.be/files/documents/economischeanalyse_rapport_geothermie2020.pdf

⁸⁹

http://www.vlaamseklimateatop.be/sites/default/files/atoms/files/Hernieuwbare_atlas_Vlaamse_gemeenten_finaal_v20160921.pdf

gegevens werden teruggevonden over de eventuele cofinanciering vanuit de Vlaamse overheid.

- De **roadmap studie GEOTHERMIE 2020** heeft onderzoek verricht naar de nodige technologische ontwikkelingen om de efficiëntie van geothermische toepassingen in de Kempen te verbeteren⁹⁷. Daarnaast heeft het project een basis willen leggen voor de maatschappelijke transitie om geothermie op grote schaal uit te rollen. De studie werd gefinancierd met een ERFO-subsidie van 260.000 euro. Ook de Vlaamse Regering (via het Agentschap Ondernemen en het Hermesfonds) en de provincie Antwerpen hebben hier mee aan bijgedragen. Er is echter geen informatie gevonden over hun aandeel. Dit project liep van 1 juli 2013 tot en met 31 december 2014 – met de publicatie van de studie als eindpunt⁹⁸.
- **Atelier Diepe Geothermie** beruiste op een samenwerking van het Team Vlaams Bouwmeester, Ruimte Vlaanderen en VITO. Dit ontwerp onderzoek was bedoeld om de wisselwerking in kaart te brengen tussen diepe geothermie en landschap aan de hand van twee cases: de technologiecluster in Mol en het Kolenspoor in Genk. De resultaten van dit onderzoek staan gebundeld in een document⁹⁹. Dit onderzoek verliep parallel aan het EFRO-project 'GEOTHERMIE 2020'. Er bestond ook een wisselwerking 'GEOTHERMIE 2020' en 'Atelier Diepe Geothermie': *“waar het onderzoek van VITO vertrekt vanuit mathematische modellen en scenario-ontwikkeling, ligt de focus binnen 'Atelier Diepe Geothermie' op de capaciteit van ontwerp en verbeelding, in de vertaling van kwantitatieve en technologische gegevens naar mogelijk kwalitatieve ingrepen, maar ook omgekeerd: het terug inbrengen van inzichten uit ontwerp, naar die kwantitatieve analyse.”* Geen gegevens werden teruggevonden over de eventuele cofinanciering vanuit de Vlaamse overheid.
- Op 23 april 2014 keurde het Vlaamse Parlement de **resolutie “het ontwikkelen en bevorderen van diepe geothermie in Vlaanderen”**¹⁰⁰ goed. Hierbij wordt de Vlaamse Regering gevraagd voor diepe geothermie een regelgevend kader op stellen; een kennisplatform op te richten onder regie van het VITO; het decreet diepe ondergrond aan te passen; een structuurvisie diepe ondergrond op te stellen; de MER- en VLAREM-regelgeving aan te passen; een vergunningsprocedure te voorzien voor boringen van de proefprojecten en daaraan randvoorwaarden te koppelen; stedenbouwkundige richtlijnen uit te vaardigen voor de bovengrondse infrastructuur; het honoreren van diepgeothermische warmte in de energieprestatieregelgeving; de mogelijkheid voorzien van participatie van lokale besturen en/of hun inwoners bij de projecten.
- Op 9 mei 2014 kende de Vlaamse Regering een subsidie (**Super strategische ecologiesteun**) toe van maximaal 2 miljoen euro aan het VITO, voor het onderzoek

97 <https://vito.be/nl/nieuws-evenementen/persberichten/vlaamse-regering-geeft-diepe-geothermie-vlaanderen-bijkomende>

98 https://geothermie.vito.be/sites/geothermie.vito.be/files/documents/efro910_brochuregeothermie2020_website.pdf

99 http://www.vlaamsbouwmeester.be/sites/default/files/uploads/20151216_ADG_no_bleed_A4_web.pdf

100 <http://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2013-2014/g2478-1.pdf>

naar het potentieel voor diepe geothermie in de Kempen – inclusief de uitvoering van een proefboring op de Balmattsite in Mol¹⁰¹.

- De Vlaamse Regering keurde op 17 juli 2014 de **conceptnota “Diepe geothermie”** goed. Hierin werd een geïntegreerde ondersteuning van diepe geothermie in Vlaanderen voorgesteld. Een overzicht werd gemaakt van zowel bestaande facilitering door de Vlaamse Regering alsook (het onderzoek naar) nieuwe facilitering en omkadering.
- Op 17 juli 2015 kende de Vlaamse Regering een subsidie (**Super strategische ecologiesteun**) toe van maximaal 2 miljoen euro aan Janssen Pharmaceutica voor de uitvoering van een proefboring op hun site in Beerse.
- Op 17 juli 2015 werd het besluit houdende de wijziging van het Energiebesluit van 19 november 2010, wat betreft de **steunregelingen voor nuttige groene warmte, de injectie van biomethaan, restwarmte en diepe geothermie** definitief goedgekeurd door de Vlaamse Regering¹⁰². Het wetgevend kader van de reeds bestaande steunregeling werd hierbij aangepast. Een van de wijzigingen was de toevoeging van de mogelijkheid om naast biomethaan, restwarmte en “bovengrondse” groene warmte ook steun te voorzien voor diepe-geothermieprojecten. Het maximum steunbedrag voor zulke projecten is 2 miljoen euro. Onder de call worden enerzijds nieuwe installaties van die diepe geothermie gesteund, maar anderzijds ook uitbreidingen. Een uitbreiding moet minstens 5 MW thermische energie extra groene warmte toevoegen. Er is geen ondersteuning voorzien voor elektriciteitsproductie uit diepe geothermie – via groenestroomcertificaten. Maar een ORC voor de opwekking van elektriciteit kan wel opgenomen worden binnen zo’n call. Hiervoor moet echter aangetoond worden in de steunaanvraag dat er geen warmteafnamepotentieel aanwezig is.
- Op 8 januari 2016 werd door de Vlaamse Regering het decreet tot wijziging van het decreet van 8 mei 2009 betreffende de diepe ondergrond, wat betreft het **invvoegen van een hoofdstuk over het opsporen en het winnen van aardwarmte en een hoofdstuk over een structuurvisie diepe ondergrond** goedgekeurd¹⁰³. Het betreft hier de toevoeging van een hoofdstuk over het opsporen en het winnen van aardwarmte alsook een hoofdstuk over een structuurvisie inzake de diepe ondergrond.

101 https://www.vlaanderen.be/nl/vlaamse-regering/beslissingenvlaamseregering?search=diepe+geothermie&publication_date=pick&publication_date_1%5Bmin%5D%5Bdate%5D=09-05-2014&publication_date_1%5Bmax%5D%5Bdate%5D=09-05-2014

102 https://www.vlaanderen.be/nl/vlaamse-regering/beslissingenvlaamseregering?search=groene+warmte&publication_date=pick&publication_date_1%5Bmin%5D%5Bdate%5D=17-07-2015&publication_date_1%5Bmax%5D%5Bdate%5D=17-07-2015&competence=&delivery_channel=&delivery_channel_1=

103 https://www.vlaanderen.be/nl/vlaamse-regering/beslissingenvlaamseregering?search=aardwarmte&publication_date=pick&publication_date_1%5Bmin%5D%5Bdate%5D=08-01-2016&publication_date_1%5Bmax%5D%5Bdate%5D=08-01-2016&competence=&delivery_channel=&delivery_channel_1=

- Op 26 februari 2016 kende de Vlaamse Regering **1,6 miljoen euro strategische transformatiesteun** toe aan de Smet Group in Dessel¹⁰⁴. Dit bedrijf is gespecialiseerd in ondergrondse technieken, waaronder bodemenergie. Smet zit in het consortium met de Duitse boorfirma Daldrup & Söhne AG alsook met VITO voor de boorwerkzaamheden inzake diepe geothermie op de Balmatt-site in Mol¹⁰⁵.
- Op 18 maart 2016 werd op de Vlaamse Regering een mededeling gedaan over **Geothermal ERA NET 2017-2023**¹⁰⁶. Het gaat hier over een Europees consortium binnen het Horizon-2020-programma van de Europese Commissie, met als doel kennisuitwisseling en de realisatie van concrete projecten binnen de Europese Unie (via een *call*-systeem). In de tweede fase van dit programma (2017-2023) is Vlaanderen lid geworden. Om lid te kunnen worden heeft het Vlaamse Energieagentschap (VEA) – namens Vlaanderen – het minimumbedrag van **500.0000 euro** gestort.
- Op 28 oktober 2016 werd het **uitvoeringsbesluit Decreet Diepe Ondergrond** gewijzigd door de Vlaamse Regering¹⁰⁷. Hiermee wordt, onder andere, het vergunningensysteem voor de diepe ondergrond (en dus ook voor aardwarmteprojecten) geregeld.

Enkel al de financiële ondersteuning voor diepe aardwarmteprojecten in Vlaanderen (vanaf 2010 tot op heden) komt neer op ongeveer **20,765,000**¹⁰⁸ miljoen Euro. Het overgrote gedeelte is afkomstig van de Vlaamse overheid. Daarnaast werden ook talrijke niet-materiële vormen van ondersteuning, zoals studies, applicaties en legislatieve kaders, aangeboden ten voordelen van diepe geothermie in Vlaanderen.

12 Boor- en geologische risico's verbonden aan geothermie

Het onderzoek naar en de exploitatie van diepe aardwarmte is, op technisch en financieel gebied, een risicovolle onderneming. Zo zijn er technische, economische, geologische, operationele en politieke risico's aan verbonden¹⁰⁹.

104 https://www.vlaanderen.be/nl/vlaamse-regering/beslissingenvlaamseregering?search=&publication_date=pick&publication_date_1%5Bmin%5D%5Bdate%5D=26-02-2016&publication_date_1%5Bmax%5D%5Bdate%5D=26-02-2016&competence=&delivery_channel=105257&delivery_channel_1=

105 <https://vito.be/nl/media-events/nieuws/diepe-geothermie-de-kempen-whats-next>

106 https://www.vlaanderen.be/nl/vlaamse-regering/beslissingenvlaamseregering?search=strategische+transformatiesteun+smet+group+dessel&publication_date=pick&publication_date_1%5Bmin%5D%5Bdate%5D=26-02-2016&publication_date_1%5Bmax%5D%5Bdate%5D=26-02-2016&competence=&delivery_channel=105257&delivery_channel_1=

107 <https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801a81b4>

108 Voor de call werd rekening gehouden met het vermogen van het warmtenet: daarom werd 3 keer per gekend project een subsidie van 2 miljoen euro gerekend.

109 <http://www.roedl.com/uploads/pics/Geothermal-projects-riskmanagement-Infografik.png>



Figuur 9: Risico's diepe aardwarmte¹¹⁰

Deze risico's worden hoger naar mate men hogere temperaturen tracht te bereiken en dus dieper dient te boren voor het gebruik van geothermische energie¹¹¹.

Depth (m)	Project Risk			Usage	Comments, Key points
	Temperature	Reservoir	Economy		
0-300	< 30°C	N/A		Heat/Cool	Mature technology, cost effective
300-2000	< 70°C			Heat	Economic if project size meet the demand
2000-3000	< 120°C			Heat/Power	Low power generation performance, Assessment of reservoir
3000-4000	< 150°C			Heat/Power	Costly operation, High reservoir risk, may require EGS*
4000->....	> 150°C			Power/Heat	Difficult & risky operation, high costs, requires uncertain EGS*

* EGS is a technical solution for the enhancement of the reservoir properties, ranging from stimulation to fracking

Figuur 10: Risico's geothermie gelinkt aan de diepte¹¹²

Meestal wordt er gekeken naar risico-managementsystemen inzake geologische en technische risico's¹¹³. Het eerste heeft betrekking op de veronderstelde kenmerken in de diepe ondergrond waaronder: het zoutgehalte, permeabiliteit, temperatuur, debiet, diepte van de top van de watervoerende laag enz. Deze kenmerken hebben een impact op het vermogen en bijgevolg ook op het rendement van een project. Het technisch risico heeft te maken met de boring zelf zoals een misboring, apparatuur dat stuk gaat, obstructie van boorkanalen, enz. Doorgaans zijn geologische risico's moeilijker te beïnvloeden (geologisch gegeven dat soms via *enhanced geothermal engineering* te verbeteren valt). Problemen bij de boring kunnen gemakkelijker beïnvloed worden. Als de boorkop bijvoorbeeld is stuk gegaan, dan kan die vervangen worden. Voor technische risico's zijn er in Vlaanderen private verzekeringen beschikbaar. Dit blijkt, momenteel, niet het geval te zijn voor geologische risico's in Vlaanderen¹¹⁴. Daarom heeft de Vlaamse Regering aan de ParticipatieMaatschappij Vlaanderen (PMV) de opdracht gegeven, om met ondersteuning van het Vlaams Energieagentschap (VEA) en andere overheidsagentschappen, deze specifieke problematiek te onderzoeken alsook voorstellen uit te werken voor een garantieregeling voor geologische risico's van aardwarmteprojecten in de diepe ondergrond.

110 <http://www.roedl.com/uploads/pics/Geothermal-projects-riskmanagement-Infografik.png>

111 <http://pluton-dg.com/wp/geothermal-energy/>

112 <http://pluton-dg.com/wp/geothermal-energy/>

113 <https://pangea.stanford.edu/ERE/db/WGC/papers/WGC/2015/04007.pdf>

114 <http://www.flandre.be/fr/nbwa-news-message-document/document/09013557801e8618;>
<https://www.vlaamsparlement.be/commissies/commissievergaderingen/1068724/verslag/1070512>

Bibliografie

- (Nederlands) Platform Geothermie (2017). Green Deal Ultra-diepe geothermie (UDG) getekend. <https://geothermie.nl/index.php/nl/actueel/nieuws/194-green-deal-ultra-diepe-geothermie-udg-getekend>
- (Nederlands) Platform geothermie. Seismiciteit. <https://geothermie.nl/index.php/nl/thema-s/effecten-ondergrond/seismiciteit>
- Agentschap Innoveren en Ondernemen (2017). Vlaamse Energiecluster wordt Flux50. <http://www.vlaio.be/nieuws/vlaamse-energiecluster-wordt-flux50>
- Beslissingen Vlaamse Regering (08/01/2016). Wijziging decreet diepe ondergrond. https://www.vlaanderen.be/nl/vlaamse-regering/beslissingenvlaamseregering?search=aardwarmte&publication_date=pick&publication_date_1%5Bmin%5D%5Bdate%5D=08-01-2016&publication_date_1%5Bmax%5D%5Bdate%5D=08-01-2016&competence=&delivery_channel=&delivery_channel_1=
- Beslissingen Vlaamse Regering (09/05/2014). VITO: subsidiëring onderzoek diepe geothermie. https://www.vlaanderen.be/nl/vlaamse-regering/beslissingenvlaamseregering?search=diepe+geothermie&publication_date=pick&publication_date_1%5Bmin%5D%5Bdate%5D=09-05-2014&publication_date_1%5Bmax%5D%5Bdate%5D=09-05-2014
- Beslissingen Vlaamse regering (16/12/2016). EfroProject 1059 – Janssen Incubatie Model (Janssen Pharmaceutica nv). https://www.vlaanderen.be/nl/vlaamse-regering/beslissingenvlaamseregering?search=Janssen+Incubatie+Model&publication_date=&publication_date_1%5Bmin%5D%5Bdate%5D=&publication_date_1%5Bmax%5D%5Bdate%5D=&competence=&delivery_channel=&delivery_channel_1=
<http://www.vlaio.be/artikel/overzicht-van-goedgekeurde-projecten>
- Beslissingen Vlaamse Regering (17/07/2015). Steunregelingen nuttige groene warmte, biomethaan, restwarmte. https://www.vlaanderen.be/nl/vlaamse-regering/beslissingenvlaamseregering?search=groene+warmte&publication_date=pick&publication_date_1%5Bmin%5D%5Bdate%5D=17-07-2015&publication_date_1%5Bmax%5D%5Bdate%5D=17-07-2015&competence=&delivery_channel=&delivery_channel_1=
- Beslissingen Vlaamse Regering (26/02/2016). strategische transformatiesteun Smet Group Dessel. https://www.vlaanderen.be/nl/vlaamse-regering/beslissingenvlaamseregering?search=&publication_date=pick&publication_date_1%5Bmin%5D%5Bdate%5D=26-02-2016&publication_date_1%5Bmax%5D%5Bdate%5D=26-02-2016&competence=&delivery_channel=105257&delivery_channel_1=
- Bouwkroniek (2017). Diepe geothermie-project VITO eind dit jaar succesvol afgerond. <https://www.bouwkroniek.be/article/diepe-geothermie-project-vito-eind-dit-jaar-succesvol-afgerond.14099>
- Chamorro C.R., et al. (2014). Enhanced geothermal systems in Europe: An estimation and comparison of the technical and sustainable. Potentials. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544213010487>

- De Morgen (19/02/19). Zo belangrijk kan geothermie worden voor Vlaanderen. <https://www.demorgen.be/wetenschap/zo-belangrijk-kan-geothermie-worden-voor-vlaanderen-b80e2b18/>
- De Standaard (17/08/17). Greenpeace schiet Belgisch kernafvalplan. http://www.standaard.be/cnt/dmf20170816_03020684
- Diepegeothermie.be. Wat is diepe geothermie. <http://www.diepegeothermie.be/nl/aardwarmte-voor-pros/wat-is-diepe-geothermie/>
- EOS (17/03/17). Nu ook geïnduceerde aardbevingen in Vlaanderen. <https://www.eoswetenschap.eu/technologie/nu-ook-geïnduceerde-aardbevingen-vlaanderen>
- FANC. Informatiefiche NORM Geothermie. <http://www.fanc.fgov.be/nl/page/informatiefiche-norm-geothermie/1996.aspx>
- Federale Regering (2014). Federaal Regeerakkoord 2014-2019. http://www.premier.be/sites/default/files/articles/Accord_de_Gouvernement_-_Regeerakkoord.pdf
- Gazet van Antwerpen (24/09/16). Janssen Pharmaceutica beperkt project geothermie voor eigen gebruik. http://www.gva.be/cnt/dmf20160924_02484261/janssen-pharmaceutica-beperkt-project-geothermie-voor-eigen-gebruik
- Heijnen L. Et al. (2015) Management of Geological and Drilling Risk s of Geothermal Projects in the Netherlands. Netherlandn <https://pangea.stanford.edu/ERE/db/WGC/papers/WGC/2015/04007.pdf>
- i-Cleantech Vlaanderen (2014). Geoheat. <http://www.i-cleantechvlaanderen.be/geoheat>; <http://www.mipvlaanderen.be/nl-be/webpage/160/geoheat.aspx>
- IDEA Consult (2014). Dynamisch Actieplan Kempen. https://www.kampc.be/content/dam/kampc/Bedrijven/documenten-pdfs/20140613_Finaal-rapport-DYNAK.pdf
- IDEA Consult (2015). De economische kansen van geothermie voor Vlaanderen. https://geothermie.vito.be/sites/geothermie.vito.be/files/documents/economischeanalyse_rapport_geothermie2020.pdf
- IDEA Consult (2015). De economische kansen van geothermie voor Vlaanderen. https://geothermie.vito.be/sites/geothermie.vito.be/files/documents/economischeanalyse_rapport_geothermie2020.pdf
- Kabinet Bart Tommelein (21/04/2017). Diepe geothermie aanmoedigen via garantieregeling. <http://www.tommelein.com/diepe-geothermie-aanmoedigen-via-garantieregeling/>
- Kennislink (2017). Kan aardwarmte opraken? <https://www.nemokennislink.nl/publicaties/kan-aardwarmte-opraken--2/>
- Milieurapport Vlaanderen (2017). Systeembalans 2017. https://www.vmm.be/.../attachment/361312_Systeembalans2017.pdf

- Mols overleg nucleair afval (2016). Diepe geothermie: Onderzoek en uitvoering. <https://www.monavzw.be/node/290>
- ODE (2017). Warmtenet Janssen Pharmaceutica met diepe geothermie. <https://www.ode.be/ode/publicaties/nieuwsbrief/99-warmtenetten/3282-warmtenet-janssen-pharmaceutica-met-diepe-geothermie>
- Ontwerp van decreet houdende wijziging van het decreet van 8 mei 2009 betreffende de diepe ondergrond, wat betreft de garantieregeling voor aardwarmteprojecten in de diepe ondergrond. Nota aan de leden van de Vlaamse Regering. <https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801e85ef>
- Pluton DG. Geothermal Energy. <http://pluton-dg.com/wp/geothermal-energy/>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2017). Regeling nationale EZ subsidies - Risico's dekken voor Aardwarmte. <https://mijn.rvo.nl/documents/20448/49305/SEI+RNES+risico+aardwarmte+2017.pdf/70d6d5f9-24a6-452f-8749-498570c39290>
- SERV & Minaraad (30/09/2011). Advies groene warmte. https://www.serv.be/sites/default/files/documenten/SERV_ADV_20110930_groenewarmte_0.pdf
- SERV en Minaraad (07/09/15). Advies diepe aardwarmte. <https://www.vlaanderen.be/nl/publicaties/detail/advies-diepe-aardwarmte>
- SERV en Minaraad (12/06/16). Advies een warmtegolf voor Vlaanderen. <https://www.vlaanderen.be/nl/publicaties/detail/advies-een-warmtegolf-voor-vlaanderen>
- SERV en Minaraad (17/11/11). Advies hernieuwbare energie. http://www.serv.be/sites/default/files/documenten/SERV_ADV_20111116_hernieuwbarenergie_def.pdf
- SERV en Minaraad (28/05/2015). Advies BVR groene warmte en diepe geothermie. <https://www.vlaanderen.be/nl/publicaties/detail/advies-bvr-groene-warmte-en-diepe-geothermie>
- Team Vlaams Bouwmeester, Ruimte Vlaanderen en VITO (2015). Atelier diepe geothermie. http://www.vlaamsbouwmeester.be/sites/default/files/uploads/20151216_ADG_no_bleed_A4_web.pdf
- VITO (19/02/16). VITO belooft inwoners van Mol en Dessel (ruim 20 000 gezinnen) met diepe geothermie gedurende komende 20 jaar een even lage warmtefactuur als vandaag. <https://vito.be/nl/nieuws-evenementen/persberichten/vito-belooft-inwoners-van-mol-en-dessel-ruim-20000-gezinnen-met-diepe-geothermie-gedurende-komende-20-jaar-een-even-lage-warmtefactuur-als-vandaag>
- VITO (2012). Beknopte wegwijzer, geothermie in België. <http://www.geopower-i4c.eu/docs/nederlandsevesieboekgeothermie.pdf>
- VITO (2014). GEOHEAT-APP. <https://geothermie.vito.be/nl/projecten/geoheat-app>
- VITO (2014). Vlaamse regering geeft diepe geothermie in Vlaanderen bijkomende stimulans. <https://vito.be/nl/nieuws-evenementen/persberichten/vlaamse-regering-geeft-diepe-geothermie-vlaanderen-bijkomende>

- VITO (2014). Economische haalbaarheid van intermediaire en diepe geothermie voor het verduurzamen van de warmtevraag bij bouw- en renovatieprojecten.
https://geothermie.vito.be/sites/geothermie.vito.be/files/documents/projectbrochure_geoheatapp.pdf
- VITO (2015). Eindrapport EFRO project geothermie: Ruimtelijke Inplantingsanalyse.
https://geothermie.vito.be/sites/geothermie.vito.be/files/documents/efro910_eindrapport_ruimtelijkeanalyse.pdf
- VITO (2015). Geothermie 2020.
https://geothermie.vito.be/sites/geothermie.vito.be/files/documents/efro910_brochuregeothermie2020_website.pdf
- VITO (2016). Hernieuwbare Energie Atlas Vlaamse gemeenten.
http://www.vlaamseklimaatop.be/sites/default/files/atoms/files/Hernieuwbare_atlas_Vlaamse_gemeenten_finaal_v20160921.pdf
- VITO (2016). Inventaris hernieuwbare energie in Vlaanderen 2015.
<http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/beleid/Samenvatting-InventarisHE2005-2015.pdf>
- VITO (2017). Diepe geothermie in de Kempen: what's next? <https://vito.be/nl/media-events/nieuws/diepe-geothermie-de-kempen-whats-next>
- VITO Nieuwsbrief (07-2012).
https://geothermie.vito.be/sites/geothermie.vito.be/files/documents/geo_power_nieuwsbrief_juli_2012.pdf
- VITO. Direct gebruik van aardwarmte. <https://geothermie.vito.be/nl/hoe-kunnen-we-aardwarmte-aanwenden>
- Vlaams Parlement (2014). Voorstel van Resolutie betreffende het ontwikkelen en bevorderen van diepe geothermie in Vlaanderen.
<http://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2013-2014/g2478-1.pdf>
- Vlaams Parlement (2016). Woordelijk verslag Commissievergadering Commissie voor Leefmilieu, Natuur, Ruimtelijke Ordening, Energie en Dierenwelzijn van 20 juli 2016.
https://docs.vlaamsparlement.be/docs/handelingen_commissies/2015-2016/commLEE-20160720-1075086.pdf
- Vlaams Parlement (22/06/2016). Vraag om uitleg over het marktmodel inzake diepe geothermie.
<https://www.vlaamsparlement.be/commissies/commissievergaderingen/1068724/verslag/1070512>
- Vlaamse Regering (2014). Beleidsnota Energie 2014-2019.
<https://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2014-2015/g148-1.pdf>
- Vlaamse Regering (2014). Regeerakkoord 2014-2019.
<https://www.vlaanderen.be/nl/publicaties/detail/het-regeerakkoord-van-de-vlaamse-regering-2014-2019>
- Vlaamse Regering (2016). Beleidsbrief 2016-2017.
http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/beleid/Beleidsbrief_Energie_2016_2017.pdf

- Vlaamse Regering (2016). Conceptnota over het Energieplan. Voorstel van nieuwe subdoelstellingen hernieuwbare energie 2020 voor stakeholderoverleg. Nota van de Vlaamse Regering. <http://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2015-2016/g870-1.pdf>
- Vlaamse Regering (2016). Conceptnota over het Energieplan. Voorstel van nieuwe subdoelstellingen hernieuwbare energie 2020 voor stakeholderoverleg. Nota aan de leden van de Vlaamse Regering. <http://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2015-2016/g870-1.pdf>
- Vlaamse Regering (2016). Vlaams Klimaat- en Energiepact. <http://www.vlaamseklimaatop.be/vket-01-12-2016-vlaams-klimaat-en-energiepact>
- Vlaamse Regering (2017). Conceptnota Vlaamse Energievisie. <https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801dc18b>
- Vlaamse Regering (2017). Conceptnota Warmteplan 2020. <https://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2016-2017/g1196-1.pdf>
- Vlaamse Regering (2017). Decreet houdende wijziging van het decreet van 8 mei 2009 betreffende de diepe ondergrond, wat betreft het invoegen van een afdeling over de garantieregeling voor aardwarmteprojecten in de diepe ondergrond. <https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801e8618>; <https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801e85ef>; <https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801e8617>
- Vlaamse Regering (2017). Reguleringssimpactanalyse voor het invoegen van een garantieregeling voor aardwarmteprojecten in de diepe ondergrond. <https://www.vlaanderen.be/nl/nbwa-news-message-document/document/09013557801e8619>
- Vlaamse Regering (2017). Voorontwerp van decreet houdende bepalingen tot begeleiding van de aanpassing van de begroting 2017. Memorie van toelichting. <http://www.flanders.be/en/nbwa-news-message-document/document/09013557801d4d4a>
- VLAIO (2013). Europa investeert, Vlaanderen groeit EFRO-projectenboek 2007 – 2013. http://www.vlaio.be/sites/default/files/europa_investeert_vlaanderen_groeit_efro_p rojectenboek_2007_2013.pdf
- VLAIO (2017). Milieu- en energietechnologie Innovatie Platform (MIP). <http://www.vlaio.be/maatregel/milieu-en-energietechnologie-innovatie-platform-mip>
- VREG (2017). Groene stroom. <http://www.vreg.be/nl/groene-stroom>