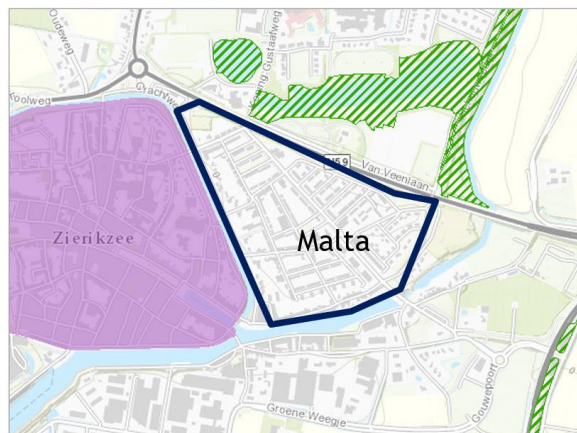


Datum 12 juli 2021
Referentie 68362/FN/20210712
Betreft Potentiëstudie OGT Zierikzee
Auteur Lara Borst
Gecontroleerd door Nick Buik, Arne Wijnia

Potentiëstudie OGT Zierikzee

1 INTRODUCTIE

Om de duurzaamheidsdoelstellingen uit de diverse akkoorden te halen wordt gewerkt aan regionale energiestrategieën en gemeentelijke warmteplannen. Gemeente Schouwen-Duiveland werkt voor de wijk Malta in Zierikzee (Figuur 1) een concreet project uit om de wijk van een aardgasloze warmtevoorziening te voorzien. Als bron van deze voorziening lijkt aquathermie (warmtewinning uit water) de meeste potentie te hebben, maar voor een volledig beeld moeten ook andere bronnen onderzocht worden. Geothermie is in potentie een interessante bron, maar past niet bij de schaalgrootte van de wijk. De schaalgrootte van ondiepe geothermie past wel bij een project als deze. Daarom heeft de gemeente opdracht gegeven aan IF Technology voor een geologische bureau studie om inzicht krijgen in de potentie van ondiepe geothermie (OGT).



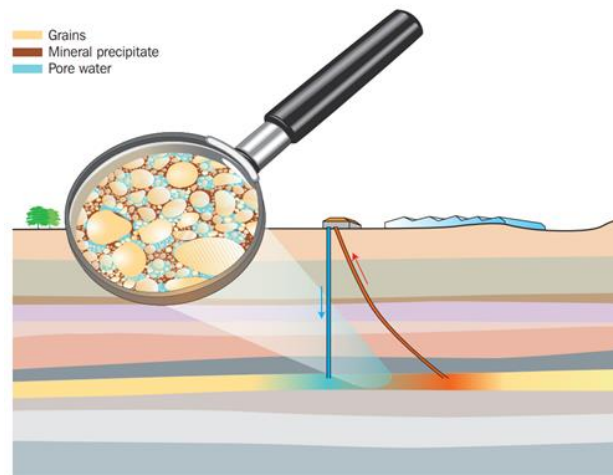
Figuur 1 | Overzichtskartje projectlocatie

Dit rapport bevat achtergrondinformatie over (ondiepe) geothermie, de databeschikbaarheid, de geologische inventarisatie van potentiële reservoirs, de eigenschappen van de ondergrond i.r.t. ondiepe geothermie, en een inschatting van de haalbaarheid van ondiepe geothermie voor de geschikte reservoirs.

2 ACHTERGROND GEOTHERMIE

Geothermie is de verzamelterm voor technieken waarbij warmte wordt gewonnen uit de bodem. Om de warmte uit de bodem te halen worden er twee diepe putten geboord naar een geschikte, waterhoudende laag. De eerste put (producer) pompt het warme water omhoog. Een warmtewisselaar haalt de warmte eruit zodat we deze, eventueel in combinatie met een warmtepomp, kunnen gebruiken. Het afgekoelde water gaat via de andere put (injector) weer terug in de grond, in dezelfde diepe aardlaag. Bovengronds staan deze putten enkele meters uit elkaar maar het uiteinde van deze injectorput bevindt zich op ongeveer 1 kilometer afstand van de eerste put om de

warmwaterbron, het reservoir, niet te snel af te koelen. De gewonnen warmte stroomt via een warmtenetwerk van buizen naar woningen, gebouwen, industrie of kassen. Een productieput en een injectieput worden samen een doublet genoemd (Figuur 2).



Figuur 2 | Basisprincipes geothermie (niet op schaal).

2.1 Soorten geothermie

Er zijn verschillende vormen van geothermie. De differentiatie vindt plaats op basis van de temperatuur die er mee gewonnen wordt. Aangezien de temperatuur toeneemt met de diepte wordt dit onderscheid ook wel gemaakt op basis van de diepte waarop de lagen liggen die aangeboord worden. Een overzicht van de verschillende vormen van geothermie is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 | Samenvatting van de verschillende geothermische technieken

Techniek	Diepte [m-mv]	Temperatuur [°C]	Opwekking warmte	Woningequivalenten
Ondiepe geothermie (OGT)	200 - 1.500	10 - 55	met warmtepomp	500-1.000
Diepe geothermie (GT)	1.500 - 4.000	55 - 90	direct	5.000-10.000
Ultradiepe geothermie (UDG)	> 4.000	> 120	direct	>10.000

3 ONDIEPE GEOTHERMIE (OGT)

Ondiepe geothermie is de winning van warmte uit aardlagen tussen de 200 en 1.500 m-mv. Ondiepe geothermie werkt volgens hetzelfde principe als diepe geothermie, maar omdat de temperaturen relatief laag zijn (lager dan 55 °C) wordt deze methode meestal gebruikt in combinatie met een warmtepomp die eventueel van energie voorzien kan worden door een groene energiebron, zoals zonnepanelen. Dit maakt de operationele kosten hoger dan voor reguliere geothermie, maar daar staat tegenover dat boren juist een stuk goedkoper is. Daarbij zijn de onderhoudskosten ook relatief laag, omdat het opgepompte water een stuk minder zout is dan het water dat bij diepe geothermie opgepompt wordt. De kosten van een ondiep geothermieproject bedragen tussen de 2 en 3 miljoen euro. Dit zijn de kosten voor het boren van de putten en de warmtepomp.

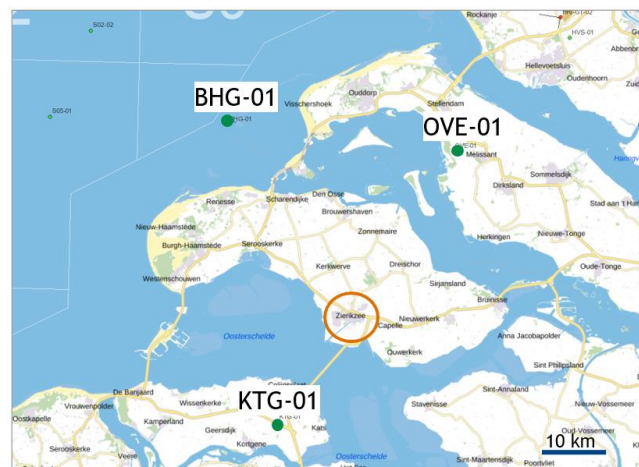
In Nederland is OGT met name toegepast bij het verwarmen van thermische baden en kassen. In de gebouwde omgeving zijn nog geen toepassingen gerealiseerd. Dit komt enerzijds omdat weinig

bekend is over dat deel (met name 300-1.000 m-mv) van de ondergrond waaraan warmte wordt onttrokken. Anderzijds waren tot voor kort de rendementen van warmtepompen op deze temperatuurniveaus nog onvoldoende ontwikkeld om tot een goed verdienmodel te leiden. Tenslotte speelt mee dat onder de 500 m-mv de Mijnbouwwet strenge eisen stelt ten aanzien van boorveiligheid. Dit werkt sterk kostenverhogend en blijkt een belemmering voor realisatie. Wel kan voor projecten dieper dan 500 m een subsidie worden aangevraagd, de “Stimulering Duurzame Energieproductie” (SDE++).

De belangrijkste markt voor OGT ligt bij gebruikers die vooral lage temperatuur warmte nodig hebben, zoals (nieuwbouw)woningen, bedrijfshallen of kassen. Op dit moment is één ondiep geothermieproject gerealiseerd in Nederland. Dit project bevindt zich in Zevenbergen. Het produceert warmte uit het Laagpakket van Brussel en is tevens het enige project waarbij geothermie wordt gewonnen door middel van horizontale putten.

4 BESCHIKBARE DATA

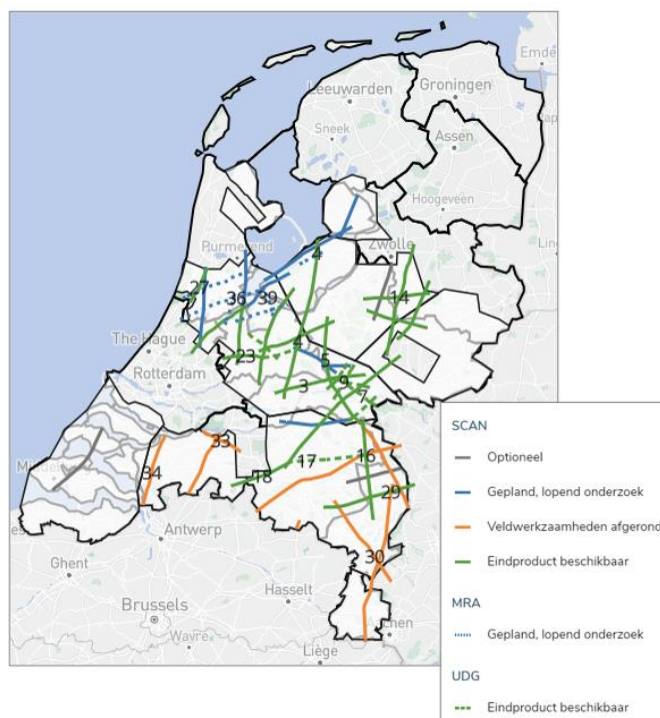
Om reservoir eigenschappen te bepalen wordt gebruik gemaakt van putdata. In vergelijking met andere gebieden in Nederland is er in Zeeland relatief weinig putdata beschikbaar. De dichtstbijzijnde putten liggen op 15 km of meer van Zierikzee af: KTG-01, OVE-01 en BHG-01, zie Figuur 3. Er wordt in deze studie daarom voornamelijk gebruik gemaakt van ondergrondmodellen (Regis II v2.2, DGMdiep v4 en ThermoGIS) welke gebaseerd zijn op interpolaties tussen putten en seismische data.



Figuur 3 | Putten in de omgeving van de projectlocatie (oranje cirkel)

4.1 Ontwikkeling (ondiepe) geothermie

Op dit moment loopt het SCAN-programma (<https://scanaardwarmte.nl/>), een onderzoek vanuit EZ, TNO en EBN naar de potentie voor Geothermie in Nederland in gebieden waar weinig data beschikbaar is. In deze gebieden zal seismisch onderzoek uitgevoerd worden, met als doel de aanwezigheid en dikte van lagen met potentie voor geothermie in kaart te brengen, zie Figuur 4. Ook Zeeland staat hierbij op de planning, als “optioneel”. Mocht de lijn geschoten worden, dan zal dit inzicht geven in de aanwezigheid en het (bruto) dikteverloop van de geologische formaties in het studiegebied.



Figuur 4 | Overzicht van de geplande seismische lijnen voor het SCAN onderzoek.

5 GEOLOGISCHE INVENTARISATIE

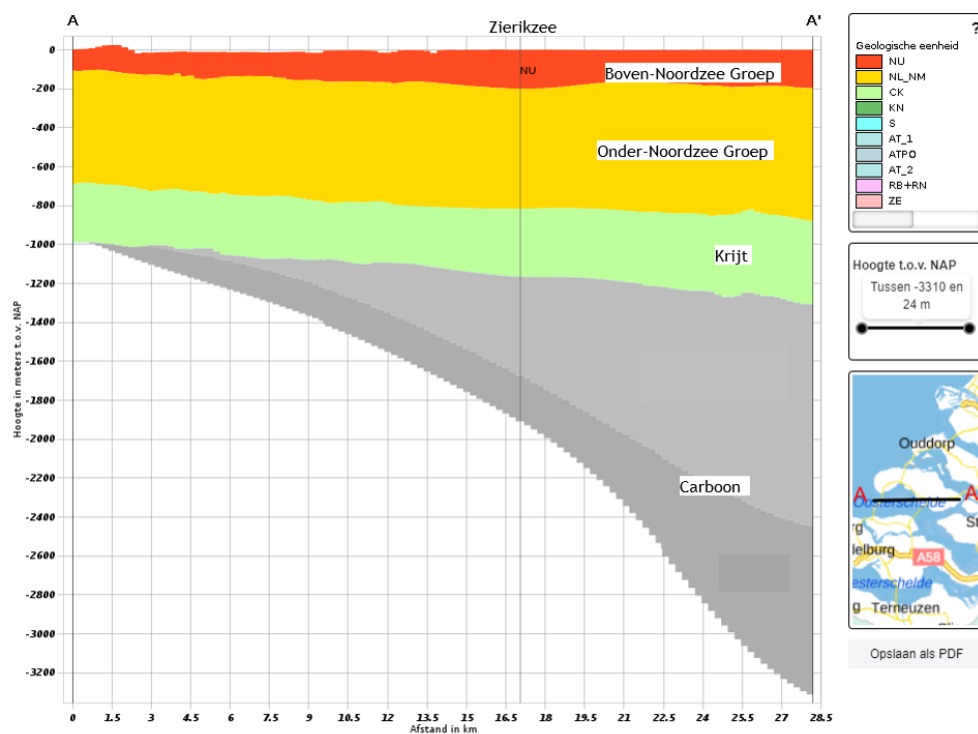
Ter bepaling van de mogelijkheden voor de toepassing van ondiepe geothermie voor de projectlocatie in Zierikzee is de ondergrond in de omgeving van het studiegebied in beeld gebracht. Op basis van de beschikbare data is gekeken of er geschikte watervoerende reservoirs aanwezig zijn op de projectlocatie en of de grondwatertemperatuur in deze reservoirs voldoende hoog is voor de toepassing van geothermie. De resultaten van deze eerste inventarisatie zijn in onderstaande paragrafen gepresenteerd.

Of een gesteentelaag geschikt is voor geothermie hangt van een aantal variabelen af: de diepte, de netto dikte (het bruikbare deel van de formatie), de temperatuur en de doorlatendheid (permeabiliteit). De (netto) dikte is relevant omdat het slagen van een project voor een groot deel afhangt van de hoeveelheid water die opgepompt kan worden. Dit hangt ook samen met de permeabiliteit: een hoge permeabiliteit zorgt ervoor dat het water gemakkelijk opgepompt kan worden. Lagen met veel zand t.o.v. klei hebben vaak een hoge permeabiliteit, en over het algemeen geldt: hoe dieper de laag, hoe lager de permeabiliteit. Ook de porositeit is hieraan gerelateerd: zandrijke lagen hebben vaak een hoge porositeit, maar hoe dieper een laag ligt, hoe lager de verwachte porositeit en dus hoe minder water er beschikbaar is. De temperatuur stijgt juist met de diepte: diepere lagen zijn hoger van temperatuur. Een hoge temperatuur betekent een hoge geothermische capaciteit.

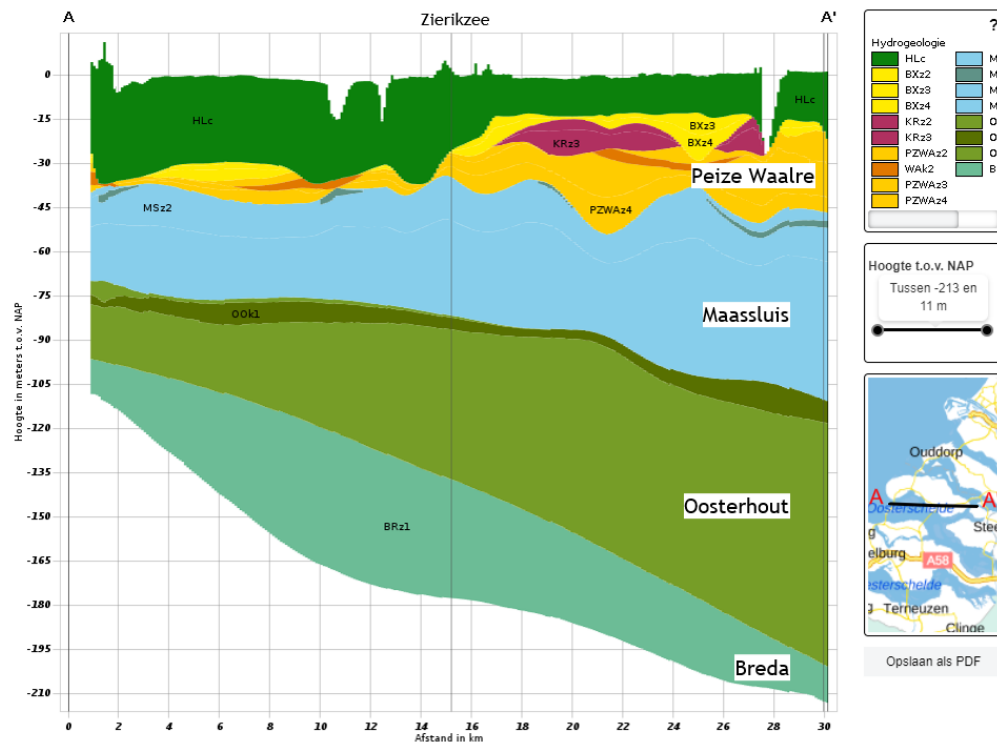
Een geologische dwarsdoorsnede door Zierikzee volgens het geologische model DGMdiep v4.0 is weergegeven in Figuur 5. Deze figuur laat zien welke geologische groepen aanwezig zijn in het onderzoeksgebied. Op basis van putdata (OVE-01, BHG-01 en KTG-01), ThermoGIS en een gedetailleerdere dwarsdoorsnede van de Boven-Noordzee Groep (Figuur 6) is uitgezocht voor welk van deze groepen er in het gebied lagen aanwezig zijn die interessant zijn voor ondiepe geothermie. De

dikgedrukte formaties zijn in deze studie verder uitgewerkt, van de overige formaties staat aangegeven waarom ze niet meegenomen zijn:

- Boven-Noordzee Groep
 - Formatie van Maassluis: te ondiep voor OGT, niet meegenomen in analyse
 - **Formatie van Oosterhout**
 - **Formatie van Breda**
- Onder-Noordzee Groep
 - **Vessem Member**
 - **Zand van Brussel Laagpakket**
 - Basale zand van Dongen: <20 m dikte, dus niet meegenomen in de analyse
- Krijt
 - Bekende potentiële reservoirs niet aanwezig in het studiegebied
- Carboon
 - Zeeland groep: potentiële reservoirs op >1800 m diepte, te diep voor OGT



Figuur 5 | Geologische dwarsdoorsnede door Zierikzee, model DGMdiep v4.0.



Figuur 6 | Gedetailleerdere geologische dwarsdoorsnede van de Boven-Noordzee Groep, model Regis II v2.2

6 RESERVOIREIGENSCHAPPEN

De eigenschappen van de verschillende reservoirs zijn weergegeven in Tabel 2. Wegens geringe beschikbaarheid van data van bestaande putten zijn de waarden gebaseerd op verschillende ondergrondmodellen: Regis II v2.2, DGMdiep v4 en ThermoGIS. Deze modellen zijn geïnterpoleerd op basis van beschikbare putdata, waardoor de hier weergegeven waarden slechts indicaties zijn.

De resultaten laten zien dat de hoogste debieten naar verwachting te behalen zijn in de Oosterhout formatie, maar de temperatuur van deze formatie is met maximaal 15 °C erg laag. Dit geldt ook voor de Breda Formatie en de Vessem Member. Het Zand van Brussel heeft met 25 - 30 °C een significant hogere verwachte temperatuur, en voor deze laag wordt een haalbaar debiet van ongeveer 100 m³/h verwacht.

Tabel 2 | Reservoir eigenschappen voor de verschillende formaties die potentieel geschikt zijn voor ondiepe geothermie.

Groep	Formatie	Diepte [m-mv]	Netto dikte [m]	Doorlatendheid [m/d]	Permeabiliteit [mD]	Temp. [°C]	Debiet [m ³ /uur]	Potentie [MW]
Boven-Noordzee	Oosterhout	80 - 140	60	10 - 25	-5.000	12 - 15	100 - 200	0,5 - 1,5
Boven-Noordzee	Breda	140 - 180	40	2,5 - 5,0	-2.500	15 - 17	20 - 50	0 - 0,5
Onder-Noordzee	Vessem	250 - 300	22	0,9 - 1,2	-725	18 - 20	30 - 50	0 - 1
Onder-Noordzee	Zand van Brussel	450 - 550	50	0,7 - 0,8	-550	25 - 30	50 - 150	1 - 4

7 VERGELIJKING MET AQUATHERMIE EN BODEMENERGIE

De optie om OGT toe te passen als warmtebron voor het beoogde warmtenet in de wijk Malta moet afgewogen worden tegen de tot nu toe meest haalbaar geachte techniek: aquathermie in de vorm van Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) in combinatie met open bodemenergie in de vorm van WKO. Een vergelijking kan op verschillende punten gemaakt worden.

7.1 Technische haalbaarheid

Voor OGT heeft de laag Zand van Brussel de beste potentie, met een temperatuur van 25 - 30 °C en een haalbaar vermogen van 1 - 4 MW. Uitgaande van 5.000 vollaasturen zou een enkel doublet daarmee voldoende warmte leveren voor de gehele wijk, zolang daarmee minstens 2 MW geleverd kan worden. Valt het vermogen dus erg tegen dan kan met één doublet slechts een deel van de wijk van warmte worden voorzien.

De potentie voor TEO op de locatie is goed, een enkel TEO systeem zal voldoende warmte voor de wijk in kunnen vangen. De ondergrond is minder geschikt voor de toepassing van WKO, wat betekent dat er grote onzekerheid is over het haalbare debiet en over het benodigd aantal doubletten. Qua technische haalbaarheid lijkt OGT daarmee niet heel anders te scoren dan TEO met WKO.

7.2 Financiële haalbaarheid

Een enkel OGT doublet kost tussen de € 2 en 3 miljoen, dit inclusief warmtepompen om de temperatuur naar 70 graden te brengen. Gezien de onzekerheid over de potentie van de bodem zit er ook een grote onzekerheid in de kostenraming. Daarnaast zijn er geen kosten voor leidingwerk opgenomen: als het doublet niet in de wijk of niet bij het beoogde startpunt van het warmtenet gerealiseerd kan worden zullen er extra kosten voor leidingwerk gemaakt moeten worden.

Een combinatie van TEO en WKO met leidingwerk om de WKO-doubletten met de technische ruimte te verbinden zal ongeveer € 2 miljoen kosten. Ook hier zit een onzekerheid in de raming gezien de onzekerheid met betrekking tot geschiktheid van de bodem voor de toepassing van WKO. Al met al zal OGT waarschijnlijk iets duurder uitvallen maar ontlopen de kosten elkaar niet heel veel.

7.3 Kennis in de markt en onzekerheden

In Nederland is slechts één OGT project gerealiseerd. Er is daarmee weinig praktijkkennis met de techniek in Nederland. De locatie zorgt daarnaast voor onzekerheden: er is weinig data beschikbaar over de bodem en hoe deze exact is opgebouwd en welke vermogens er exact haalbaar zijn is nu niet te zeggen. Deze onzekerheden zijn een groot risico voor het project, zowel technisch als financieel. Middels een OGT-proefboring zouden deze onzekerheden (deels) weggenomen kunnen worden. Een proefboring kost naar verwachting minstens € 200.000.

Over de toepassing van TEO en WKO is veel meer kennis in de markt. Er zijn reeds tientallen projecten succesvol gerealiseerd. Wel is er nog onzekerheid over de mogelijkheden om WKO op locatie toe te passen. Een proefboring WKO kan meer duidelijkheid geven over de haalbaarheid. Al met al zijn de onzekerheden voor WKO en TEO veel kleiner dan die bij een OGT project.

7.4 Conclusie

In een vergelijk tussen OGT en de combinatie TEO en WKO lijkt OGT in eerste oogopslag redelijk vergelijkbaar te scoren, zowel qua technische als financiële haalbaarheid. Wel zitten er veel grotere onzekerheden aan een OGT-project, gezien de beperkte marktkennis en de beperkte kennis van de lokale ondergrond. Dit brengt grote risico's met zich mee. Het uitvoeren van een proefboring voor OGT is daarnaast ook een stuk duurder dan voor WKO, dus het verder uitwerken van deze onzekerheden zal ook meer geld kosten.

8 CONCLUSIE

8.1 Potentie voor ondiepe geothermie

Op de projectlocatie is de laag met de hoogste potentie voor OGT het Zand van Brussel. De temperatuur van het water uit deze formatie ligt tussen de 25 en 30 °C. Het te behalen debiet ligt naar verwachting tussen de 50 en 150 m³/h. Dit is relatief laag voor een ondiep geothermieproject. Daarnaast speelt mee dat de onzekerheid in de eigenschappen van de ondergrond in het onderzoeksgebied door het gebrek aan data relatief groot is.

8.2 Vervolg

Mocht de geplande SCAN-lijn in Zeeland (paragraaf 4.1) doorgang vinden, dan zal dit de onzekerheid in de dieptes en bruto reservoirdiktes verkleinen. Echter, deze informatie is nog niet voldoende om ook de onzekerheid in de haalbaarheid voor ondiepe geothermie te verkleinen. Dit hangt namelijk af van de temperatuur en het haalbare debiet, en dit volgt niet uit een seismische analyse. Om inzicht te krijgen in de netto dikte van het reservoir en de doorlatendheid wordt aangeraden om een proefboring voor ondiepe geothermie te doen, waarna puttesten uitgevoerd dienen te worden in de relevante laag.

Wegens het gebrek aan data is in deze studie uitgegaan van alle formaties die in Nederland bekend staan als potentiële reservoirs voor geothermie en/of ondiepe geothermie. Mocht er op de projectlocatie een proefboring voor ondiepe geothermie uitgevoerd worden, dan is het ook zeker interessant om de lagen te bekijken die nog niet als potentieel reservoir aangemerkt zijn. Een voorbeeld hiervan is de Ommelanden Formatie (Krijt). Deze laag bestaat voornamelijk uit kalksteen. Het is mogelijk dat deze kalksteen zo verbreukt is dat er een zogenoemde “secundaire” permeabiliteit in is ontstaan, waar thermaal water zich relatief makkelijk doorheen kan verplaatsen. Er zijn in Nederland echter nog geen geothermieprojecten in deze formatie gerealiseerd.

Zoals aangegeven in hoofdstuk 3 ligt de grens van de Mijnbouwwet op 500 m-mv. Dit betekent dat er onder deze diepte strengere regels gelden t.a.v. boringen, wat de kosten verhoogt. De andere kant van de medaille is dat er voor boringen vanaf deze diepte aanspraak gemaakt kan worden op de subsidie “Stimulering Duurzame Energieproductie” (SDE++). Het wordt aangeraden hier rekening mee te houden bij het ontwikkelen van een OGT-project.