



Implicatiestudie SCAN-boring Oranjeoord-01

Bovengrondse kansen voor LT-aardwarmte uit het Zand van Brussel
Laagpakket

In opdracht van Energie Beheer Nederland (EBN), Provincie Noord Brabant,
Provincie Zeeland en Provincie Zuid-Holland

17 april 2026

Project Implicatiestudie SCAN-boring Oranjeoord-01
Opdrachtgever Energie Beheer Nederland (EBN), Provincie Noord Brabant, Provincie Zeeland en Provincie Zuid-Holland

Document Bovengrondse kansen voor LT-aardwarmte uit het Zand van Brussel Laagpakket
Status Definitief
Datum 17 april 2026
Referentie 150119/26-005.979
Classificatie W+B Projectgerelateerd

Projectcode 150119
Projectleider Ir. C.G.J Hugel
Projectdirecteur Ir. R.T. Van der Velde

Auteur(s) T. Davids MSc, dr. L.H.J. Eskens, dr. M.J. Bouwmeester
Gecontroleerd door Ir. C.G.J. Hugel, dr.ir. E.L. Jorissen, J.P. Seinen MSc
Goedgekeurd door Ir. C.G.J. Hugel

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos, noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Tekst- en datamining van (delen van) dit document, evenals enige verwerking of reproductie ervan door middel van kunstmatige intelligentie technologieën is uitdrukkelijk niet toegestaan, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Dit document (of delen ervan) mag niet worden veeelvoudigd en/of anderszins worden gebruikt op enigerlei wijze voor het trainen van kunstmatige intelligentie technologieën, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Inleiding	5
1.2	Begrippen en definitielijst	6
2	METHODIEK	7
2.1	Algemene aanpak	7
2.2	Warmtevraagdichtheid	10
2.3	Match tussen warmtevraag en aanbod	12
	2.3.1 Warmtenet systeemopstellingen	12
	2.3.2 Benodigd bronvermogen	14
2.4	Input van lokale stakeholders	16
3	ONDERGRONDSE POTENTIE VAN HET ZAND VAN BRUSSEL LAAGPAKKET	17
3.1	Ondergrondse potentie	17
3.2	Onder- en bovengrondse risico's	20
	3.2.1 Ondergrondse risico's	20
	3.2.2 Bovengrondse risico's	23
3.3	Potentiële boorlocaties	23
4	WARMTEVRAAGDICHTHEID	25
4.1	Clustering van warmtevraag tot buurniveau	25
4.2	Clustering van buurten	27
5	MATCH TUSSEN VRAAG EN AANBOD	30
5.1	Benodigd bronvermogen per cluster	30
5.2	Match vraag en aanbod	31
6	INPUT VAN LOKALE STAKEHOLDERS	33

6.1	Provincies	33
6.2	Glastuinbouw	35
7	IDENTIFICEREN VAN KANSRIJKE GEBIEDEN	37
7.1	Selectiemethodiek kansrijke gebieden	37
7.2	Afwegingstabel kansrijke gebieden	38
7.2.1	Kansrijke gebieden Zeeland	39
7.2.2	Kansrijke gebieden Zuid-Holland	40
7.2.3	Kansrijke gebieden Noord-Brabant	40
8	VERDIEPING EN VERVOLGSTAPPEN	41
8.1	Risico's en onzekerheden ondergrond	41
8.1.1	Mogelijke ondergrondse risico's	41
8.1.2	Onzekerheden en risico's bij kansrijke gebieden	44
8.2	Onzekerheden bovengrond	45
8.3	Beslissingenmatrix	47
8.4	Vervolgstappen voor een aanvraag 'Toewijzing zoekgebied aardwarmte'	47
9	CONCLUSIE	50
	Laatste pagina	50
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Optimalisatie voor nader onderzoek	2
II	Resultaten afweging kansrijke gebieden	3
III	Beslissingenmatrix	6
IV	Aanvraag Toewijzing zoekgebied aardwarmte - onderdelen mijnbouwwet	2

1

INLEIDING

1.1 Inleiding

Aardwarmte, ook bekend als geothermie, is een duurzame bron van warmte die van groot belang is voor de energietransitie in Nederland. Om de opschaling van de hoeveelheid gewonnen energie van geothermie te versnellen, heeft EBN binnen het kader van het SCAN programma meerdere onderzoeksborings laten uitvoeren. Resultaten die volgen uit deze boringen worden gebruikt om te bepalen welke geologische eenheden in verschillende gebieden van Nederland geschikt zijn voor de winning van aardwarmte. Aan de hand van de Oranjeoord-01 boring (ORO-01), volgt dat het Zand van Brussel Laagpakket potentie biedt voor ondiepe geothermie.

In deze studie wordt, in opdracht van EBN, de implicatie van de ORO-01 proefboring voor de geothermische potentie van het Zand van Brussel Laagpakket onderzocht voor delen van Noord-Brabant, Zuid-Holland en Zeeland. In het voorliggende rapport worden de belangrijkste resultaten van Stap 1 samengevat in ondergrondse kansen en risico's en geïntegreerd met de bovengrondse kansen door de match te onderzoeken tussen het economisch winbare vermogen uit het Zand van Brussel Laagpakket en de verdeling van de warmtevraag binnen het zoekgebied. Hierbij zijn ook gebieds-specifieke inzichten van stakeholders ingezameld om zo een compleet mogelijk beeld van huidige en toekomstige koppelkansen te geven.

Er zijn warmtevraagclusters geïdentificeerd in de glastuinbouw en gebouwde omgeving met een hoge warmtevraagdichtheid. Dit vormt een belangrijke indicator voor de haalbaarheid van een warmtenet en daarmee de kansen op het benutten van de aanwezige aardwarmte. Deze clusters zijn vervolgens vergeleken met de ondergrondse potentie om te bepalen in hoeverre er sprake is van een goede match tussen vraag en aanbod. Op basis van een weging van vier criteria, warmtevraagdichtheid, de match tussen vraag en aanbod, aardwarmtepotentie en input van stakeholders, zijn scores toegekend aan de verschillende clusters. Dit heeft geleid tot de identificatie van de meest kansrijke gebieden. Deze kansrijke gebieden zijn verder uitgewerkt om de specifieke kansen, beperkingen en vervolgstappen te duiden.

Het resultaat van deze studie vormt een richtinggevende basis voor vervolgstappen. Er wordt een selectie van kansrijke gebieden geïdentificeerd voor de winning van aardwarmte uit het Zand van Brussel Laagpakket waar de onder- en bovengrondse restricties en risico's minimaal zijn.

1.2 Begrippen en definitielijst

Tabel 1.1 Begrippen en definitielijst

Afkorting of begrip	Betekenis
COP	warmtepomp: Coëfficiënt of performance is de verhouding tussen de geleverde warmte en de daarvoor benodigde elektrische energie van de warmtepomp. Geothermie: Coëfficiënt of performance is de verhouding tussen de geproduceerde warmte en de daarvoor benodigde elektrische energie van de productie (ESP) en injectiepompen die het formatiewater van en naar het geothermisch reservoir pompen
Zeer lage temperatuur (ZLT) warmtenet	een zeer lage temperatuur warmtenet is een warmtenet dat warmte levert aan gebouwen op lage aanvoertemperaturen, meestal tussen 15 - 30 °C
Lage temperatuur (LT) warmtenet	een lage temperatuur warmtenet is een warmtenet dat warmte levert aan gebouwen op relatief lage aanvoertemperaturen, meestal tussen 30 – 55 °C
Midden temperatuur (MT) warmtenet	een midden-temperatuur (MT) warmtenet is een warmtenet dat warmte levert aan gebouwen op gemiddelde aanvoertemperaturen van circa 55 - 75 °C
Liner	een liner is een onderdeel van de verbuizing in een geothermieput. Het is de (stalen/GRE) buis (casing), die aan de bovenliggende (production) casing hangt
Production casing	de productie casing is de binnesnte buisconstructie in de geothermieput, die van de oppervlakte tot aan de liner wordt geplaatst en gecementeerd
Injectietemperatuur	de injectietemperatuur is de temperatuur in de injectieput
MW	megawatt, eenheid van energetisch vermogen
GJ	gigajoule, eenheid van energie (warmte)

2

METHODIEK

2.1 Algemene aanpak

Beoordeling van de geothermie potentie

In deze studie wordt geanalyseerd waar het economisch winbare vermogen uit het Zand van Brussel Laagpakket tot zijn recht kan komen. Deze analyse wordt gedaan aan de hand van de volgende criteria:

- **ondergrondse potentie:** de ondergrondse geothermische potentie moet voldoende zijn om genoeg warmte te leveren zodat een project technisch en economisch haalbaar project is, en de te maken investeringskosten dekt;
- **warmtevraagdichtheid:** een hoge warmtevraagdichtheid betekent niet automatisch dat een project economisch haalbaar is, bijvoorbeeld wanneer het corresponderende economisch winbare vermogen te laag is. Echter, een hoge warmtevraagdichtheid beperkt wel de benodigde leidinglengte en daarmee de kosten voor de geleverde warmte;
- **match vraag en aanbod:** voor het boren- en operationeel maken van een geothermisch doublet is vooraf een significante investering nodig. Om de financiële haalbaarheid te waarborgen, moet er dus voldoende (nabije) warmtevraag zijn waaraan de gewonnen warmte geleverd kan worden. Idealiter is de bovengrondse warmtevraag aanzienlijk groter dan de ondergrondse potentie, zodat ook bij vollooppercentages van 60 – 70 % voldoende afzet wordt gerealiseerd;
- **stakeholder input:** op basis van gesprekken met lokale stakeholders is input verzameld over de kansen voor lokale warmteafname. Deze gesprekken hebben inzicht gegeven in bestaande initiatieven, relevant beleid en mogelijke risico's die niet uit de overige analyses naar voren komen. Deze informatie wordt kwalitatief meegewogen in de beoordeling. Indien een gebied door stakeholders als niet kansrijk wordt beschouwd, is dat doorslaggevend in de afweging.

Hierbij wordt opgemerkt dat de gehanteerde criteria een vereenvoudiging vormen van de werkelijkheid, maar in de planfase voldoende richting geven voor het identificeren van kansrijke gebieden.

Deze studie is opgebouwd uit verschillende onderzoekstappen, die gezamenlijk nodig zijn om de economische geothermie potentie binnen dit gebied op basis van deze criteria te kunnen beoordelen. Deze stappen en de bijbehorende hoofdstukken zijn weergegeven in afbeelding 2.1.

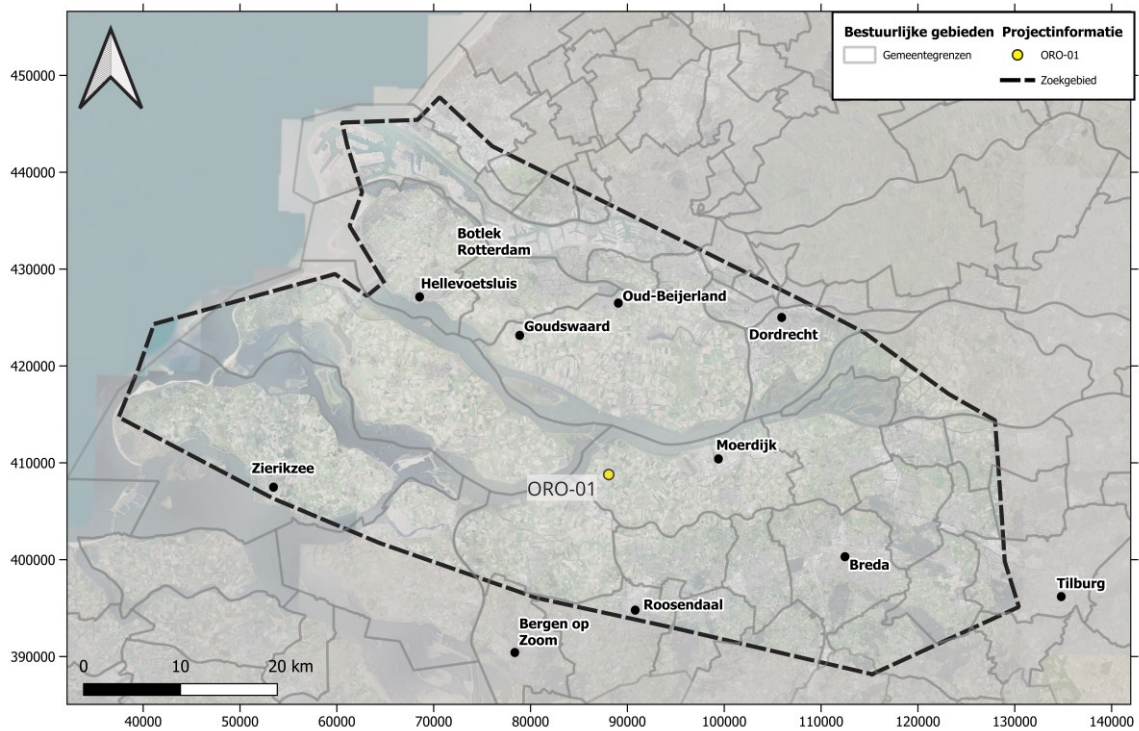
Afbeelding 2.1 De aanpak van deze studie in 6 stappen



Ondergrondse potentie van het Zand van Brussel Laagpakket

De geologische analyse van de ondergrondse geothermie potentie en de resulterende potentiekaarten gebruikt in dit rapport zijn bepaald in stap 1 van dit project: 'Implicatiestudies Brabant #1 – Oranjeoord-01, Rapport Stap 1: Ondergrond'. In Stap 1 van dit project zijn de reservoir eigenschappen van het Zand van Brussel Laagpakket bepaald binnen een vastgesteld zoekgebied zoals aangegeven op afbeelding 2.2. De grenzen van dit zoekgebied zijn voornamelijk vormgegeven door de geologie, namelijk binnen de Voorne Trog waar het Zand van Brussel Laagpakket dikker voorkomt.

Afbeelding 2.2 Zoekgebied van deze studie en de locatie van de boring Oranjeoord-01 (ORO-01)



De eigenschappen van het reservoir en van het formatiewater bepalen de hoeveelheid warmte die in de grond is opgeslagen en hoe makkelijk het water door ondergrondse lagen kan stromen. Hoeveel warm water daadwerkelijk gewonnen kan worden is echter ook afhankelijk van technische keuzes en de efficiëntie van installaties. In dit rapport doen we daarom onderbouwde aannames over een logisch ontwerp van de geothermische installatie, waarmee we de geothermische potentie kunnen uitdrukken in economisch winbaar vermogen, oftewel de hoeveelheid warmte die per tijdseenheid gewonnen kan worden. Dit vermogen is dus een combinatie van ondergrondse factoren en technische systeemkeuzes, die verder gedetailleerd zijn in de rapportage voor Stap 1. In dit rapport voor Stap 2 is voor een haalbaar putontwerp gekozen dat goed aansluit op de ondergrondse eigenschappen. De gegevens van dit putontwerp zijn opgenomen in tabel 2.1.

Tabel 2.1 Geselecteerde putontwerp toegepast in deze studie

	Parameter	Toelichting
Inclinatorie	70 °	
COP	begrensd op minimaal 15	de COP is gedefinieerd als de verhouding tussen het opgewekte thermische vermogen en de benodigde elektrische pompenergie
Waarschijnlijkheidschatting	P50/P90	
Putontwerp	9 5/8" liner + 13 3/8" production casing Maximaal along hole productie interval: 500 m	de keuze van de 9 5/8" liner is vergelijkbaar met die in ThermoGis
Injectietemperatuur	7 °C	dit is de laagst mogelijke injectietemperatuur voor Zevenbergen (ZVB-GT-01, 02)

Inventarisatie van risico's en restricties

Binnen het onderzoeksgebied worden relevante ruimtelijke restricties in kaart gebracht middels thematische GIS-kaarten. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen:

- **geologische risico's**, zoals interferentie met bestaande mijnbouwactiviteiten (gasvelden en ondergrondse opslag), aanwezigheid van breuken¹ en boorrisico's (bijvoorbeeld zones met los gepakt sediment of gas pockets);
- **drinkwaterbelangen**, waaronder boringsvrije zones rondom grondwaterwinningsgebieden² en strategische voorraden³;
- **bovengrondse restricties**, zoals CDDA-gebieden en Unesco-erfgoed⁴.

2.2 Warmtevraagdichtheid

Om kansrijke gebieden te identificeren voor het benutten van lage-temperatuurwarmte uit het Zand van Brussel Laagpakket, wordt eerst gekeken naar gebieden waar collectieve warmte kansrijk is. Dit betreft veelal woonkernen en steden met een dichte bebouwing en een hoge warmtevraag per hectare, zodat de kosten voor infrastructuur (zoals leidingwerk) beperkt blijven doordat afnemers dicht bij elkaar zitten.

Om deze clusters in beeld te brengen, wordt de warmtevraag eerst op pandniveau berekend en vervolgens geaggregeerd naar buurniveau. Op basis daarvan worden buurten geselecteerd met een voldoende hoge warmtevraagdichtheid, omdat juist daar collectieve warmteoplossingen het meest rendabel en toepasbaar zijn.

Glastuinbouwclusters worden afzonderlijk meegenomen in de analyse van de warmtevraag in hoofdstuk 6. Deze clusters bevinden zich vaak op specifieke, geconcentreerde locaties die niet aansluiten bij de CBS-buurtindeling. Aggregatie naar buurniveau kan daardoor leiden tot een onderschatting van de werkelijke warmtevraagdichtheid, waardoor deze gebieden onterecht als minder kansrijk naar voren komen. Om dit te voorkomen, worden glastuinbouwclusters na de analyse op CBS-buurten binnen de gebouwde omgeving apart beschouwd in het onderzoek.

De warmtevraag op pandniveau voor het zoekgebied van de ORO-01 boring is bepaald op basis van onderstaande datasets:

- voor de provincie Noord-Brabant is gebruikgemaakt van de door Stantec aangeleverde warmtevraagdata, die eerder is ingezet bij provinciale analyses⁵;
- voor de provincies Zuid-Holland en Zeeland is de warmtevraag op pandniveau berekend met behulp van het warmtevraagmodel van Witteveen+Bos. Dit model bepaalt de warmtevraag per pand op basis van de rekenregels van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), zoals is weergegeven in afbeelding 2.3. Er is gekozen voor deze nationale rekenmethode om een betrouwbaar en consistent vergelijk tussen de data van Stantec en Witteveen+Bos te borgen.

¹ Breuken basis Onder Noordzee Groep: QGis_H3O_Diep_Zuid-NL dataset - <https://www.dinoloket.nl/h3o-programma-hydrogeologie-van-nederlandse-grensgebieden-in-3d>.

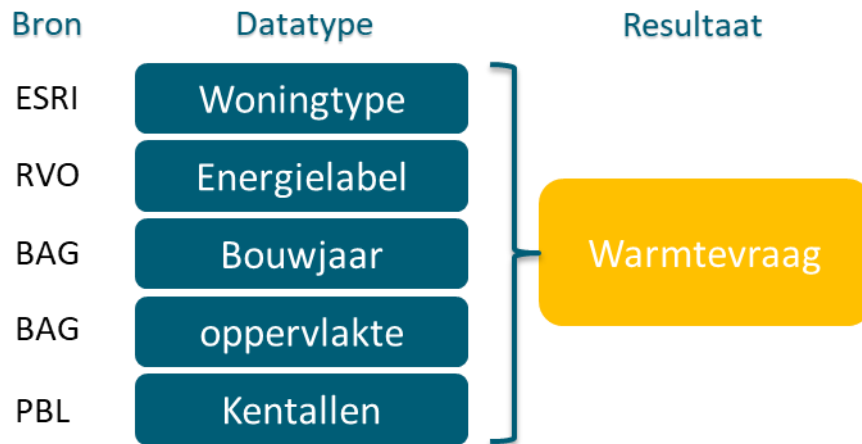
² Nationaal beschermde gebieden - https://service.pdok.nl/rvo/cdda/atom/nationaal_beschermde_gebieden_cdda.xml.

³ Grondwaterwinning en omliggende boorvrije omgeving; via <https://www.atlasleefomgeving.nl/>.

⁴ Unesco werelderfgoed: <https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/api/records/88a3c1ae-902e-4efa-8663-ddd836101929>.

⁵ Data afkomstig van Stantec.

Warmtevraag model



Om de warmtevraagdichtheid per buurt te bepalen, wordt de warmtevraag op pandniveau geaggregeerd tot een totale warmtevraag per buurt. Op basis hiervan wordt voor iedere buurt de warmtevraagdichtheid berekend.

Voor een eerste inschatting van de rentabiliteit van een warmtenet op grotere schaal wordt gebruikgemaakt van de rentabiliteitscriteria van het Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie (NPLW) ¹. Volgens deze criteria dient een aansluitgebied voor een lage-temperatuurbron (zoals in zoekgebied ORO-01, met een temperatuur van circa 28 – 38 °C) minimaal 600 GJ per hectare aan warmtevraag te hebben om als rendabel te worden beschouwd. Een warmtevraagdichtheid van 600 GJ komt overeen met 22 WEQ per hectare. Op basis hiervan wordt een eerste selectie gemaakt van buurten die aan deze norm voldoen. Dit geeft een goede indicatie van buurten waarbij de woningen dermate dicht op elkaar liggen dat een collectieve warmtevoorziening haalbaar wordt geacht.

Om voldoende afzet te creëren voor het benutten van lage-temperatuur aardwarmte, worden afzonderlijke buurten geclusterd. Buurten die dicht bij elkaar liggen, kunnen mogelijk worden aangesloten op één gezamenlijk warmtenet. Hierdoor neemt de totale warmtevraag toe en kan de beschikbare warmte efficiënter worden benut.

In dit onderzoek zijn buurten geclusterd wanneer zij zich binnen een afstand van 1 km van elkaar bevinden. Bij grotere afstanden nemen de kosten voor het aanleggen van transportleidingen tussen buurten aanzienlijk toe (globaal M€ 3 – 4 per km, afhankelijk van locatiespecifieke omstandigheden en diameters), wat een negatieve invloed heeft op de economische haalbaarheid van het systeem. Dit afstandscriterium wordt ook gehanteerd in de bron-afnemermodellering door CE Delft².

¹ Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie (NPLW), *Factsheet Warmte* (juli 2024), geraadpleegd via [Factsheet Warmte 2024](#).

² Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), *Functioneel ontwerp LT-warmtenetten gebouwde omgeving* (21 maart 2019), geraadpleegd via [Functioneel ontwerp LT-warmtenetten](#).

Warmteclusters

Om potentiële afnamelocaties in beeld te brengen, worden nabijgelegen buurten in deze fase geclusterd. Deze clustering dient als een eerste indicatie van de mogelijke omvang van het afzetgebied. Het resulterende afzetgebied is echter nog niet definitief.

In vervolgfases zal daarom per project nauwkeuriger moeten worden bepaald welke delen van het cluster daadwerkelijk worden aangesloten, zodat een optimaal en haalbaar afzetgebied kan worden vastgesteld. In de huidige analyse wordt primair inzicht gegeven in de orde van grootte van de warmtevraag en of deze groot genoeg is om een LT- aardwarmte bron volledig te benutten.

2.3 Match tussen warmtevraag en aanbod

Om te beoordelen of een cluster voorzien kan worden vanuit de aanwezige potentie in het Zand van Brussel Laagpakket is er een vergelijking gemaakt tussen de ondergrondse potentie (in MW) en het benodigde vermogen (in MW) om een cluster middels een warmtenet van warmte te voorzien.

De logica is daarbij als volgt:

- **ongunstige match:** indien de bovengrondse vermogensvraag lager is dan de ondergrondse potentie, is het afzetgebied te klein om de beschikbare warmte volledig te benutten, wat resulteert in een minder gunstige match. Een cluster die 50 % van de geleverde warmte kan benutten, wordt gezien als een 50 % match;
- **gunstige match:** wanneer de bovengrondse vermogensvraag gelijk of groter is dan de ondergrondse potentie, kan het volledige potentie van het geothermische doublet worden ingezet, waardoor sprake is van een volledige benutting van de ondergrondse potentie en dus een betere match (80 - 100 %).

De warmtevraag en het door een warmtebron, zoals lage-temperatuur aardwarmte, te leveren vermogen zijn afhankelijk van de gekozen warmtenetconfiguratie. De verschillende configuraties worden hieronder nader toegelicht.

2.3.1 Warmtenet systeemopstellingen

Er worden drie mogelijke systeemvarianten voorzien die duurzame LT-aardwarmte kunnen leveren via een collectief systeem. Dit betreft een zeer lage temperatuur (ZLT)-warmtenet, een lage temperatuur (LT)-warmtenet en een midden temperatuur (MT)-warmtenet. Een schematische weergave van de drie systeemopstellingen is weergegeven in afbeelding 2.4.

Zeer lage temperatuur-warmtenet

Bij een ZLT-warmtenet wordt de warmte uit lage-temperatuur aardwarmte rechtstreeks naar de woningen getransporteerd. In de woningen wordt deze warmte vervolgens door een warmtepomp opgewaardeerd voor zowel ruimteverwarming als tapwater. De temperatuur van het lage-temperatuurpakket is echter relatief hoog (minimaal 25 °C), waardoor het naar verwachting niet mogelijk is om te koelen met een ZLT-systeem die aardwarmte uit het Zand van Brussel Laagpakket als bron gebruikt. Dit kan het systeem daardoor minder aantrekkelijk maken.

Lage temperatuur-warmtenet

Bij een LT-warmtenet is de brontemperatuur vanuit het laagpakket voldoende om de woning direct te verwarmen. Voor tapwater is echter nog aanvullende opwarming nodig. In verband met legionellapreventie moet tapwater namelijk bij het tappunt minimaal 55 °C zijn, en bij opwaarding vaak nog iets hoger. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van een doorstroomverwarmer, elektrische boiler of een warmtepompboiler. Hoewel een warmtepompboiler vaak hogere investeringskosten kent, is deze gunstiger in relatie tot netcongestie.

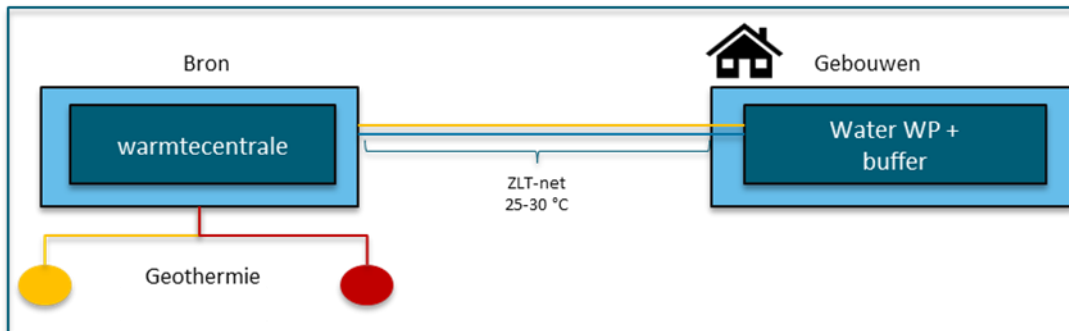
Midden temperatuur warmtenet

Bij een MT-warmtenet wordt de warmte uit het laagpakket centraal opgewaardeerd tot circa 70 °C met behulp van een centrale warmtepomp. Deze temperatuur is voldoende voor direct gebruik in de woning voor zowel ruimteverwarming als tapwater.

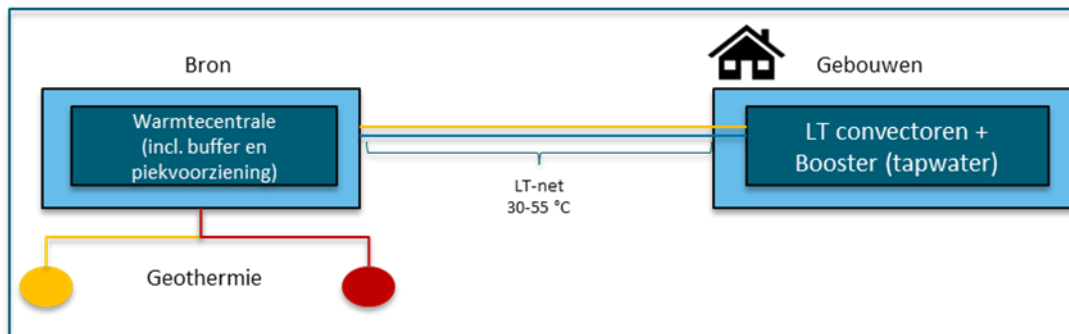
Voor de huidige bouwvoorraad, die vaak gemêleerd is qua bouwjaar en nog geen hoge isolatiegraad heeft, wordt een MT-warmtenet als het meest geschikt beschouwd. ZLT-warmtenetten en LT-warmtenetten vereisen namelijk een hoge isolatiegraad van de gebouwen, wat nog niet in alle dorps- en stadskernen aanwezig is. Bij MT-warmtenetten wordt warmte rond de 70 °C geleverd, waardoor een minder hoge isolatiegraad vereist is. Hierdoor kan een groter percentage van de bestaande gebouwen aansluiten en zal de warmtevraag groter zijn ten opzichte van de andere systeemvarianten.

In het vervolg van deze studie wordt daarom specifiek gekeken naar kansrijke gebieden voor MT-warmtenetten. Dit betekent echter niet dat gebieden die hierbij minder kansrijk lijken, volledig ongeschikt zijn voor LT-aardwarmte. Bij clusters met een hoge warmtevraagdichtheid en goede ondergrondse potentie kan het alsnog interessant zijn om lage of zeer-laagtemperatuur warmtenetten te onderzoeken, waarbij een voorafgaande isolatieslag mogelijk noodzakelijk is om de haalbaarheid te borgen.

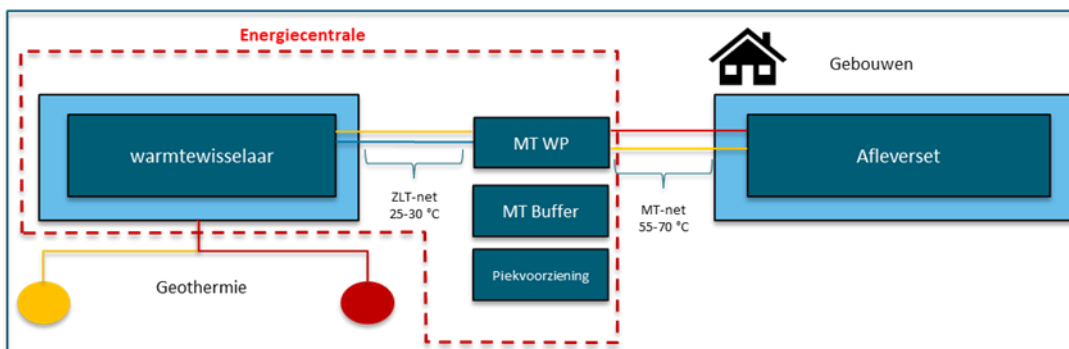
Zeer lage temperatuur warmtenet



Lage temperatuur warmtenet



Midden temperatuur warmtenet



2.3.2 Benodigd bronvermogen

De levering van warmte bij MT- warmtenetten wordt doorgaans verdeeld onder:

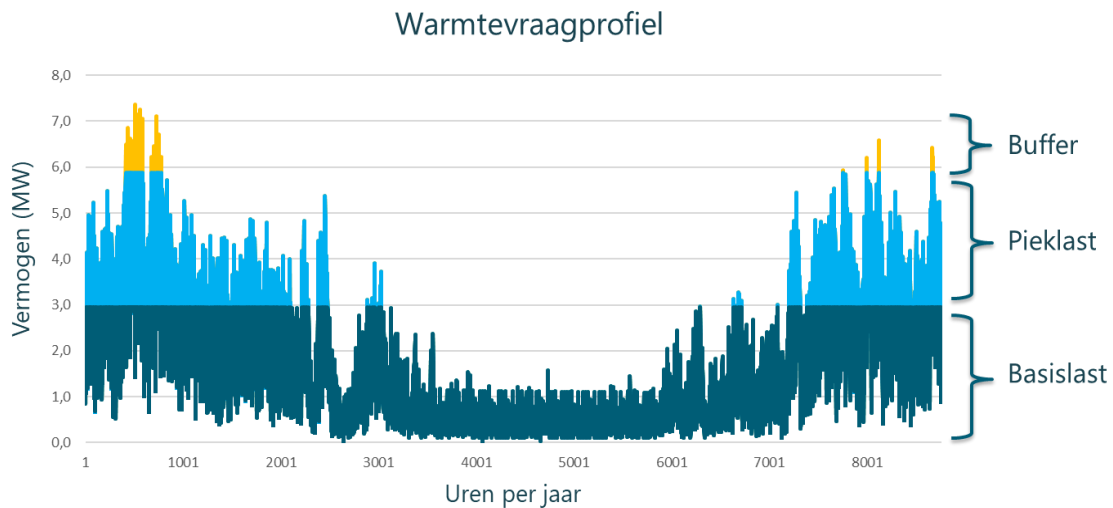
- 1 een basislastbron die continu een deel van de warmte levert;
- 2 een piekvoorziening die extra capaciteit biedt tijdens perioden met een hogere vraag;
- 3 een buffer die een overschot aan warmte kan opslaan en bij extreme piekvraag extra capaciteit kan leveren.

Wanneer een doublet wordt gedimensioneerd op de volledige warmtevraag, zal de bron gedurende het grootste deel van het jaar onder het maximale vermogen opereren. Dit leidt tot een inefficiënte benutting van de installatie, waarbij een deel van de duurzame warmteproductie onbenut blijft, met name in situaties waarin geen thermische opslag wordt gebruikt.

Om deze reden wordt doorgaans gekozen voor een bedrijfsvoering waarbij de bron continu warmte levert op een lager, constant vermogen (basislast). Dit geldt in het bijzonder voor geothermiebronnen, aangezien het technisch onwenselijk is om het vermogen vaak op- en af te schakelen.

Wanneer de warmtevraag vanuit de gebouwen hoger is dan de basislast, springt de piekvoorziening, zoals een (groen)gasketel¹, bij om in de extra vraag te voorzien. Voor de absolute piekmomenten kan bovendien een buffer worden ingezet om de vraag tijdelijk op te vangen. Dit is weergegeven in afbeelding 2.5.

Afbeelding 2.5 Voorbeeld warmtevraagprofiel met basislast, piekvoorziening en buffer



Voor deze studie is de vermogensverdeling van bron/opwekinstallaties weergegeven in tabel 2.2. Op basis van een modelwarmteprofiel (afbeelding 2.5) is het aandeel van de geleverde warmte per voorziening bepaald. Hieruit blijkt dat de primaire warmtebron met 40 % van het vermogen verantwoordelijk is voor het grootste deel van de warmtelevering (87 %). Een piekvoorziening, zoals een (groen)gasketel, levert 13 % van de warmte, terwijl de buffer ondanks een vermogen van 20 % slechts 0,2 % van de warmte bijdraagt.

Tabel 2.2 Uitgangspunten systeemopstelling collectieve warmtevoorziening

Naam	% van geleverd vermogen	% van geleverde warmte
basislast (bronlevering)	40	86,8
piekvoorziening	40	13
buffer	20	0,2

Op basis van deze uitgangspunten wordt per cluster het benodigde bronvermogen bepaald, uitgedrukt in MW, dat door aardwarmte dient te worden geleverd. Aangezien wordt uitgegaan van een warmtenet met een aanvoertemperatuur van 70 °C, gerealiseerd met een centrale warmtepomp, wordt een deel van de warmte geleverd door de inzet van elektriciteit.

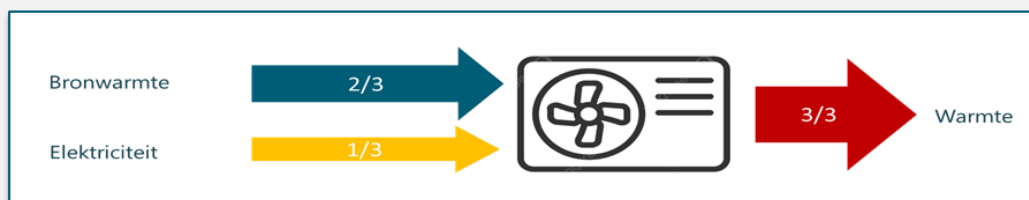
Het aandeel van deze elektrische bijdrage is voor het studiegebied berekend op basis van de winbare temperatuur uit het Zand van Brussel Laagpakket en de vereiste aanvoertemperatuur van 70 °C. Een voorbeeld en nadere toelichting op de werking van een warmtepomp zijn hieronder weergegeven.

¹ Een e-boiler is ook mogelijk maar vaak ongewenst met de huidige netcongestie problematiek.

Werking van warmtepomp

Een warmtepomp kan een efficiëntie van bijvoorbeeld 300 % behalen, oftewel een Seasonal Coefficient of Performance (SCOP) van 3. Dit betekent dat voor elke eenheid elektrische energie die wordt gebruikt, drie eenheden warmte worden geleverd. De overige twee eenheden worden uit de omgeving gehaald, zoals uit lucht, water of de bodem. Dit is visueel weergegeven in afbeelding 2.6.

Afbeelding 2.6 Versimpelde visualisatie van energiestromen warmtepomp



Gegeven de uitgangspunten in tabel 2.3 levert de warmtepomp voor warmte met een COP van 3,7 tot 4,9 (350 % tot 490 % efficiëntie). Dit betekent dat de basislast voor gemiddeld 1/4 deel wordt ingevuld met elektriciteit en 3/4 met geothermie.

Tabel 2.3 Uitgangspunten voor COP-berekening warmtepomp.

Parameter	Waarde	Eenheid	Uitleg
$T_{aanvoer}$	70	°C	aanvoertemperatuur vanuit warmtepomp naar warmtenet
T_{bron}	27 tot 38	°C	invoertemperatuur vanuit het geothermisch doublet naar de warmtepomp
Carnot efficiëntie	0,6	n.v.t.	maximaal theoretisch rendement van een warmtepomp

2.4 Input van lokale stakeholders

De resultaten zijn gedurende het project besproken met relevante stakeholders, waaronder Glastuinbouw Nederland, de provincies Zuid-Holland, Noord-Brabant en Zeeland, evenals diverse gemeenten. Tijdens deze consultaties zijn concrete kansen en aanvullende overwegingen opgehaald, waaronder beleidsmatige, ruimtelijke en praktische inzichten. Deze input is verwerkt in de verdere analyse en meegenomen in de weging van kansrijke gebieden.

Indien een gebied door lokale stakeholders als niet kansrijk wordt beoordeeld, is dit als leidend uitgangspunt gehanteerd in de uiteindelijke afweging.

3

ONDERGRONDSE POTENTIE VAN HET ZAND VAN BRUSSEL LAAGPAKKET

In Stap 1 van deze implicatiestudie zijn de reservoir eigenschappen van het Zand van Brussel Laagpakket bepaald gebruikmakend van nieuwe inzichten van de ORO-01 onderzoeks boring. Vervolgens zijn voor verschillende putontwerpen de verwachte debieten, productietemperaturen en de economisch winbare vermogens berekend. In dit hoofdstuk wordt voor het gekozen putontwerp (tabel 2.1) de ondergrondse geothermische potentie van het Zand van Brussel Laagpakket binnen het zoekgebied toegelicht. Let hierbij dus op dat dit niet de volledige geothermische potentie van het gebied betreft; op andere dieptes kunnen zich verschillende geothermische reservoirs met potentie bevinden.

3.1 Ondergrondse potentie

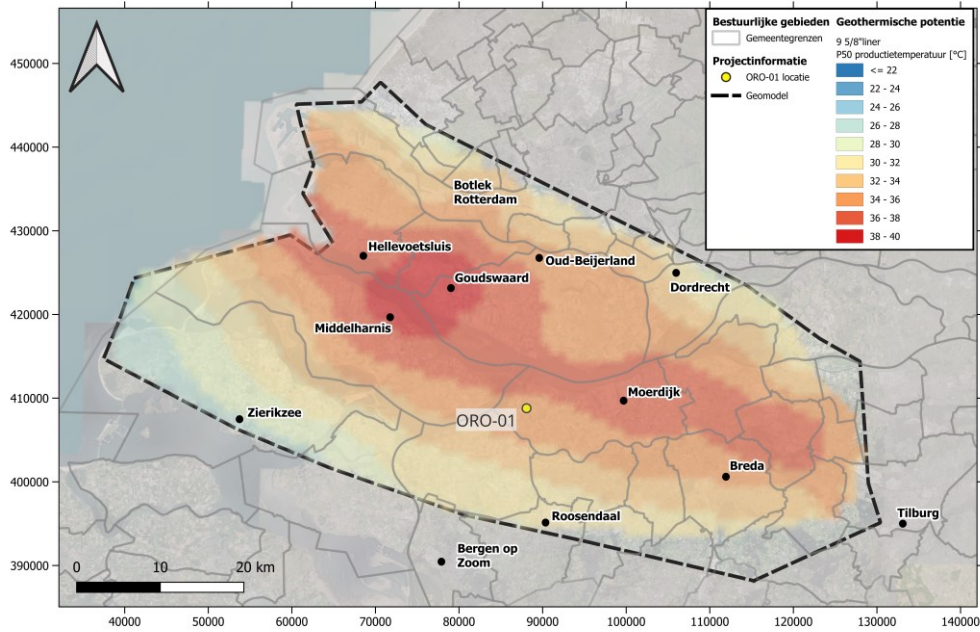
Reservoir geometrie

Het Zand van Brussel Laagpakket komt onder het gehele zoekgebied voor, maar varieert in diepte en dikte wat sterk de geothermische potentie beïnvloedt. Het Zand van Brussel Laagpakket is het dikst (tot 250 m) in de as van de Voorne trog, rond een denkbeeldige NW-ZO-georiënteerde lijn van de haven van Rotterdam, via Goudswaard, Moerdijk en richting Tilburg. Aan weerszijden van deze as, richting de randen van de Voorne Trog, neemt zowel de diepte als de dikte af (tot circa 60 m). Deze diepte-trend werkt door in de verwachte reservoirtemperatuur in het zoekgebied, zoals hieronder beschreven.

Temperatuur

De verwachte productietemperatuur varieert tussen de 27 °C aan de randen van het reservoir tot ongeveer 40 °C in de midden regio rond Goudswaard, zie afbeelding 3.1. Deze productietemperatuur is gecorrigeerd voor temperatuurverlies in de productieput en is dus lichtelijk lager dan de reservoirtemperatuur.

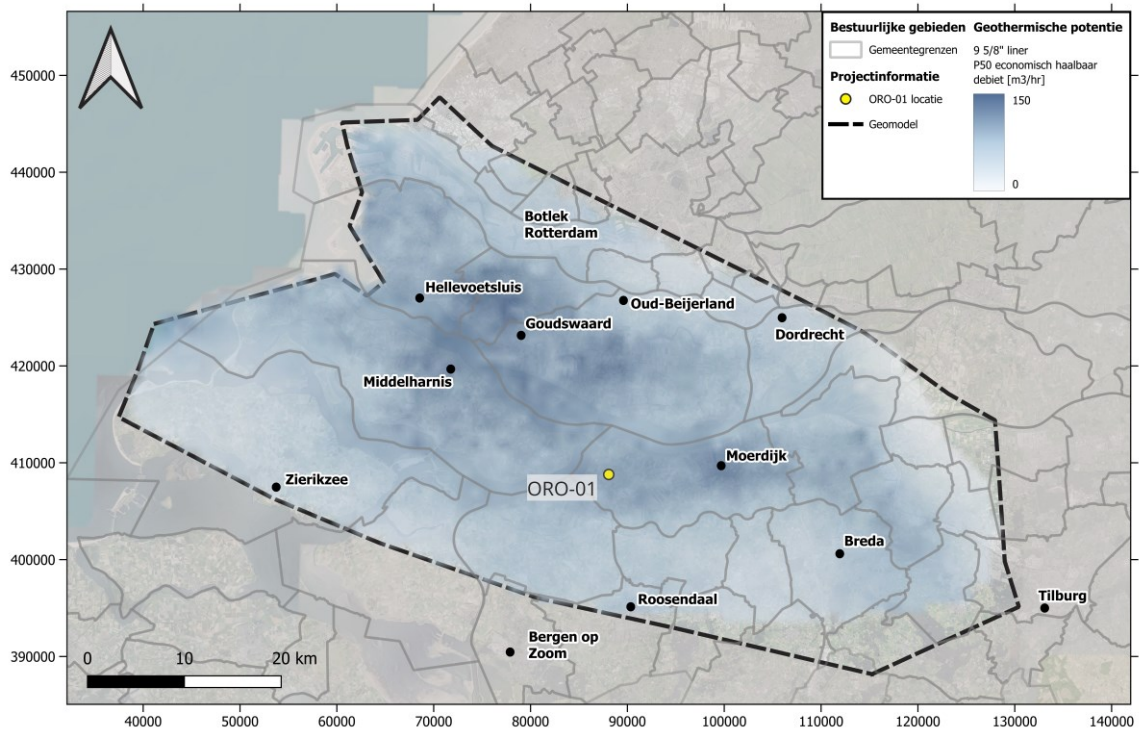
Afbeelding 3.1 Productietemperaturen voor het Zand van Brussel Laagpakket voor het gekozen putontwerp in tabel 2.1



Debiet

Debiet is een weergave van de stroomsnelheden die door pompen behaald kan worden rond de productie- of injectieput, weergegeven in kubieke meter per uur (m^3/h). Het technisch haalbare debiet is direct gecorreleerd aan de transmissiviteit van het reservoir, oftewel het product van doorlatendheid en reservoirdikte. Door het gekozen putontwerp en de vereiste minimale COP van 15 zijn de economisch haalbare debieten lager dan de technisch haalbare debieten. De economisch haalbare debieten variëren tussen $\sim 30 m^3/h$ aan de randen van het reservoir tot ongeveer $150 m^3/h$ in de buurt van Hellevoetsluis (zie afbeelding 3.2).

Afbeelding 3.2 Economisch haalbare debieten (P50) voor het Zand van Brussel Laagpakket voor het gekozen putontwerp in tabel 2.1

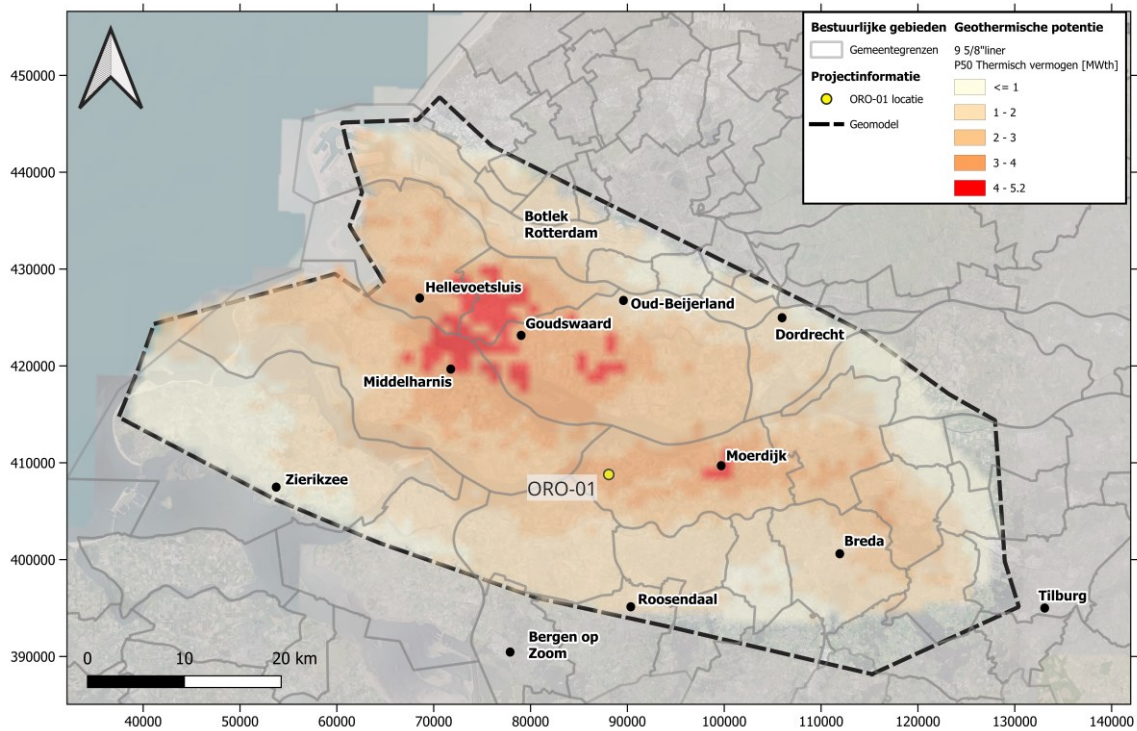


Thermisch vermogen

De meest bruikbare indicator voor geothermische potentie is het thermische vermogen, uitgedrukt in MW_{th} , oftewel de hoeveel energie (warmte) die in een bepaalde tijd gewonnen kan worden. Het thermische vermogen is direct afhankelijk van de productietemperatuur en debiet. Het economisch maximaal haalbare thermische vermogen van het Zand van Brussel Laagpakket is in afbeelding 3.3 weergegeven. Het geothermische vermogen ligt doorgaans tussen 0,5 en 3,5 MW_{th} , variërend van <math><1 MW_{th}</math> aan de randen van het zoekgebied tot circa 5 MW_{th} in de regio rond Goudswaard.

Of een bepaald geothermisch vermogen kansrijk is voor een geothermieproject hangt af van veel factoren. Door de hoge investeringskosten voor de aanleg van een geothermie-doublet geldt over het algemeen dat vermogens onder 3 MW_{th} als niet rendabel worden gezien. Echter, bij een goede match tussen warmtevraag en ondergronds aanbod kan de business case interessant worden. Daarom wordt in volgende hoofdstukken nader ingegaan op de match tussen ondergrondse potentie en de bovengrondse warmtevraag als graadmeter voor de toepasbaarheid van geothermie.

Afbeelding 3.3 Economisch winbaar thermisch vermogen (P50) voor het Zand van Brussel Laagpakket voor het gekozen putontwerp in tabel 2.1



3.2 Onder- en bovengrondse risico's

Voor de realisatie van een (of meerdere) geothermische doublet(ten) bestaan zowel bovengrondse- als ondergrondse risico's en restricties. In dit hoofdstuk worden deze geïdentificeerde risico's en restricties uiteengezet. Deze worden vervolgens gebruikt om in kaart te brengen waar wel/niet een doublet gerealiseerd kan worden.

3.2.1 Ondergrondse risico's

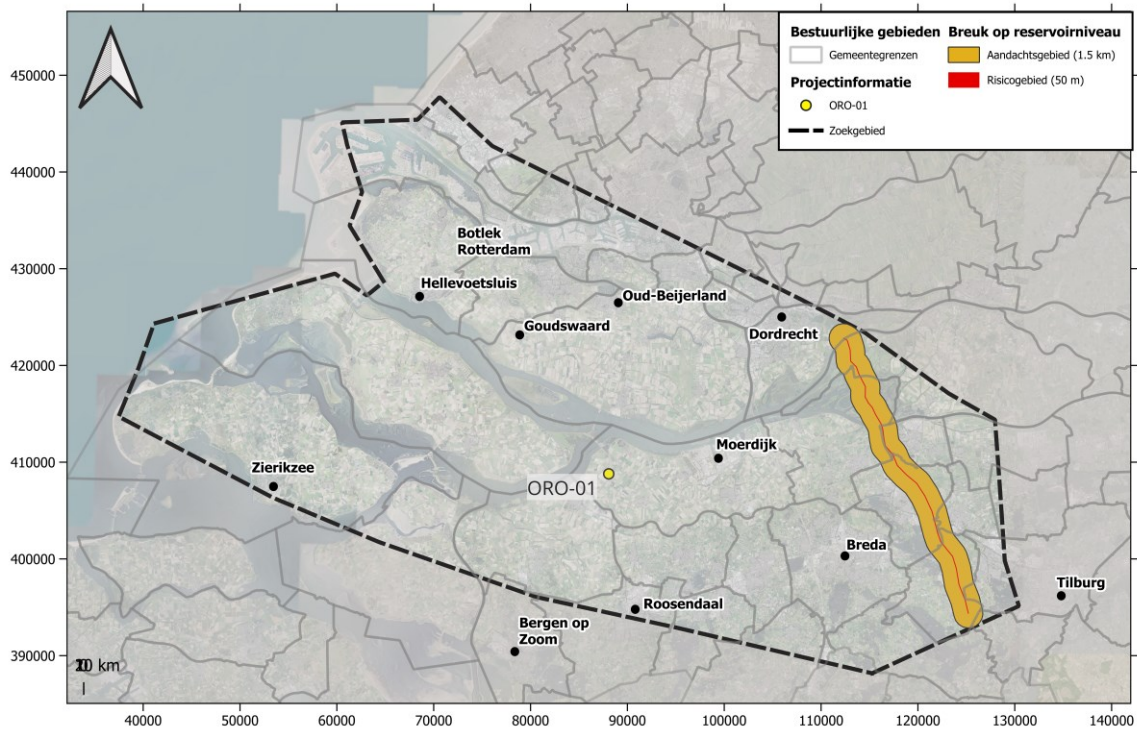
Breuken en seismiteit: laag risico

Voor de ondergrondse risico's is gekeken naar de aanwezigheid van breuken die het Zand van Brussel Laagpakket doorsnijden. Deze breuken zijn van natuurlijke oorsprong en het gevolg van regionale spanningsvelden door de geologische geschiedenis van Nederland. De meeste breuken in de (diepe) ondergrond zijn inactief (fossiele breukvlakken). Als gevolg van druk- en temperatuurverschillen die optreden tijdens injectie en productie van water, veranderen de spanningscondities in het geothermisch reservoir. Dit kan onder bepaalde omstandigheden leiden tot reactivering van nabije breuken en resulteren in seismiteit. Of deze seismiteit voelbaar is of zelfs schade kan veroorzaken, is afhankelijk van de mogelijke grootte van de spanningsopbouw op het breukvlak.

Kartering van breuken (tijdens Stap 1) geeft aan dat in het oosten van het zoekgebied een breuk aanwezig is die het Zand van Brussel Laagpakket doorsnijdt, de Rijen breuk genaamd. Uit voorbeeldberekeningen in SRIMA (*Seal and Reservoir Integrity through Mechanical Analysis*; TNO-tool voor vergunningstoetsing) van Stap 1 waarbij de verwachte daadwerkelijke condities in het beoogde reservoir en rond de breuk zijn gemodelleerd, blijkt dat het werkelijke **risico op seismiteit rond de Rijen breuk minimaal** is. Dit komt doordat deze breuk op deze relatief beperkte diepte vrij los gepakt sediment (niet tot matig geconsolideerd,

Youngs modulus < 27 GPa) doorsnijdt, wat een grote spanningsopbouw voorkomt. Uit deze voorbeeldberekening blijkt dat vanaf 50 m van het breukvlak geen significante interferentie verwacht wordt tussen geothermie-activiteit en het breukvlak. Wel zijn gebieden rond de Rijen breuk aandachtsgedebieden waar nader onderzoek nodig kan zijn om de exacte locatie van het breukvlak vast te stellen, en zal een SRIMA-berekening met de project-specifieke parameters nodig zijn.

Afbeelding 3.4 Ondergrondse risico's binnen het modelgebied voor ORO-1



Breuken die zich op grotere diepte bevinden en de basis Onder Noordzee Groep snijden, zoals gekarteerd in DGM-Diep V2¹ en het H3O programma², maar het Zand van Brussel Laagpakket niet doorsnijden, zijn inactief en worden niet beïnvloed door spanningsveranderingen in het reservoir. Hierdoor vormen deze diepere breuken geen risico en worden deze niet weergegeven op de risicokaart.

Aanwezigheid en aantasting van de afsluitende laag (*seal integrity*): laag risico

Wettelijk en vergunningstechnisch moet elk geothermiereservoir aan de bovenkant bewezen hydraulisch afgesloten zijn van bovenliggende reservoirs of aquifers, om ongewenste menging van formatiewater met bijvoorbeeld drinkwater te voorkomen. Doorgaans wordt deze afsluiting gevormd door een kleilaag die voldoende waterremmend is. In het zoekgebied vormt het Laagpakket van Asse een vrij uniforme en dikke kleilaag van circa 80 m dik direct boven het Zand van Brussel Laagpakket. Bij het produceren en injecteren van water in het reservoir bestaat de kans dat door druk toe- of afname scheurvorming kan optreden in het Laagpakket van Asse en de afsluitende kleilaag boven het reservoir aangetast wordt. Wordt deze aantasting te groot, kan formatiewater ontsnappen naar ondiepere lagen wat onwenselijk is en dus een ondergronds risico vormt.

¹ <https://www.dinoloket.nl/digitaal-geologisch-model-dgm>.

² Breuken basis Onder Noordzee Groep: QGis_H3O_Diep_Zuid-NL dataset - <https://www.dinoloket.nl/h3o-programma-hydrogeologie-van-nederlandse-grensgebieden-in-3d>.

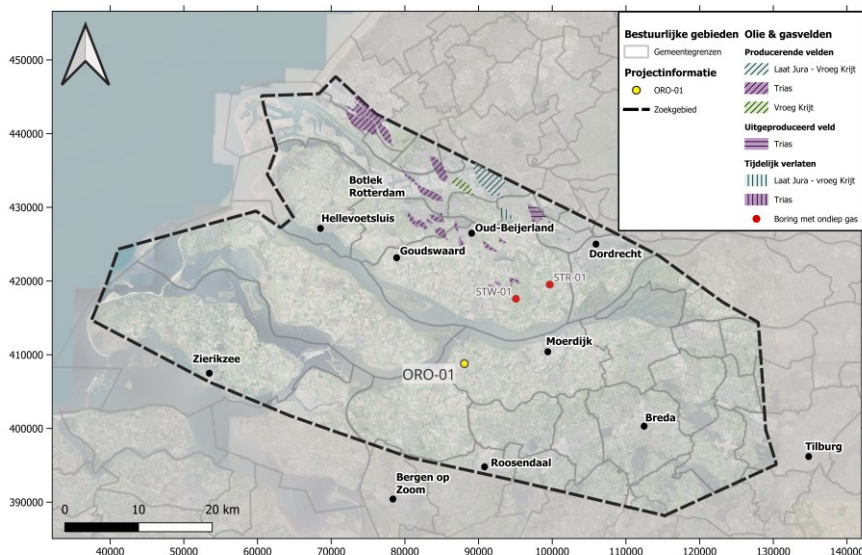
In Stap 1 is middels voorbeeldberekeningen met de *Extended Leak-Off Test (XLOT)*¹ van ORO-01 in SRIMA (*Seal and Reservoir Integrity through Mechanical Analysis*; TNO-tool voor vergunningstoetsing²) berekend wat het maximale drukverschil tijdens geothermie-winning mag zijn voordat een risico begint te ontstaan voor aantasting van de afsluitende laag. Hieruit blijkt dat in het hele zoekgebied de verwachte maximale drukverschillen door geothermie-winning op basis van de conservatieve SodM (Staatstoezicht op de Mijnen) standaardrichtlijnen kleiner zijn dan bij maatwerkberekening. In grote delen van het zoekgebied mogen de drukverschillen tot 50 % groter zijn dan in de huidige potentieberekeningen toegepast is. Hierdoor blijft de integriteit van de afsluitende laag gewaarborgd en vormt dit **geen risico voor geothermie** in het Zand van Brussel Laagpakket in het zoekgebied. Dit vormt zelfs een kans om eventueel tegenvallende injectiviteit te compenseren door het toepassen van hogere injectiedruk.

Interferentie met bestaand gebruik van de diepe ondergrond: laag risico

De producerende- en tijdelijke verlaten gasvelden rondom de Botlek (zie afbeelding 3.5) vormen geen directe ondergrondse belemmerende risico's. De argumentatie hiervoor is dat de dieper gelegen reservoirs waaruit olie en gas geproduceerd wordt/werd niet met het Zand van Brussel Laagpakket in contact staan. Daarom wordt er geen drukinterferentie verwacht.

Wel kan zich op ondiepere niveaus weggelekt gas ophopen, wat een boorrisico vormt als dat ongecontroleerd ontsnapt bij het aanboren (*blow-out*). Ook in gebieden zonder ontdekte olie- en gasvelden bestaat een kleine kans op ondiep gas. Zo is in boringen STW-01 en STR-01 ten noorden van Moerdijk ondiep gas aangetroffen (20 en 1.000 ppm respectievelijk). Er worden daarom strenge eisen gesteld aan boorinstallaties als er een vermoeden bestaat dat ondiep gas een risico vormt. Als uit de verplichte *Hydrocarbon Risk Assessment* een ontoelaatbaar risico volgt, moet geboord worden met een *blow-out preventor* oftewel BOP. Door deze strenge eisen en beproefde maatregelen wordt het boorrisico dusdanig beperkt dat het risico als **matig** wordt ingeschat rond gasvelden en als **zeer laag** voor de rest van het zoekgebied. Nabijheid van olie- en gasvelden is daardoor niet meteen belemmerend voor de ontwikkeling van geothermie.

Afbeelding 3.5 Olie- en gasvelden en de respectievelijke reservoirs in het projectgebied waar een verhoogde kans op ondiepe gasophopingen bestaat. In boringen STW-01 en STR-01 is op relatief ondiepe niveaus gas aangetroffen



¹ Een test die bij een (proef)boring uitgevoerd kan worden om vast te stellen tot welke drukken de integriteit van een afsluitende laag behouden blijft, en welke heersende horizontale spanningen bestaan in de afsluitende laag.

² <https://www.nlog.nl/sdra-geothermie-integriteit-afdichtend-pakket>.

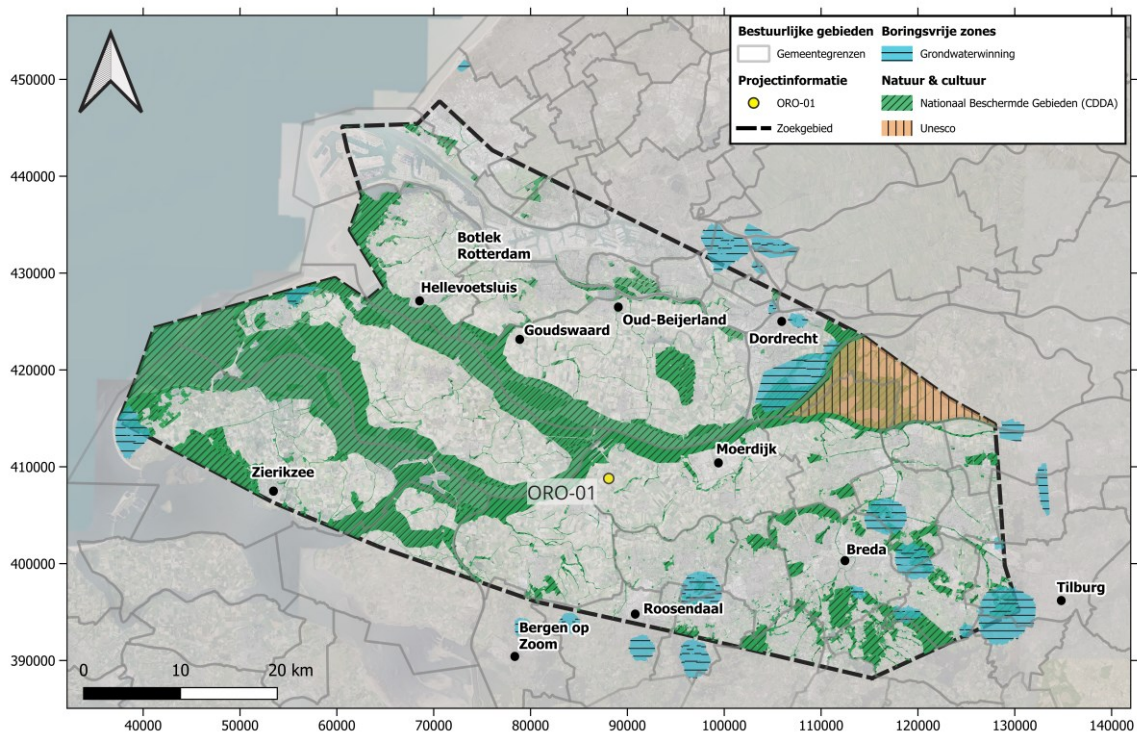
3.2.2 Bovengrondse risico's

Bovengrondse risico's zijn gedefinieerd als gebieden waar geen geothermieputten geboord mogen worden vanwege potentiële interferentie met bestaande (ondergrondse) werkzaamheden of het verstoren van beschermde natuurgebieden. De brondata voor de verschillende behandelde gebiedstypen in deze paragraaf zijn, zoals eerder aangegeven in paragraaf 2.1, de volgende:

- drinkwaterbelangen, waaronder boringsvrije zones, restrictiegebieden, grondwaterwinning, drinkwaterbeschermingsgebieden en strategische voorraden;
- bovengrondse restricties, zoals CDDA-gebieden en Unesco-erfgoed.

Zowel binnen het zoekgebied als net daarbuiten (buffer van 5 km rondom het geomodel) zijn verschillende boringsvrije locaties omtrent drinkwaterwinning aanwezig.¹ In deze gebieden geldt een strikt verbod op het boren van putten voor geothermie. Daarnaast zijn grote gebieden beschermd op grond van nationale natuurwetgeving (CDDA) of aangewezen als Unesco erfgoed. Voor vergunningen in deze gebieden geldt geen strikt uitsluitel. Echter is het traject om een vergunningsverlening in deze gebieden te krijgen langer en ingewikkelder. Op basis hiervan is ervoor gekozen om de CDDA en UNESCO gebieden te behandelen als boringsvrije zones.

Afbeelding 3.6 Bovengrondse restrictiegebieden binnen- en rondom het modelgebied voor ORO-1



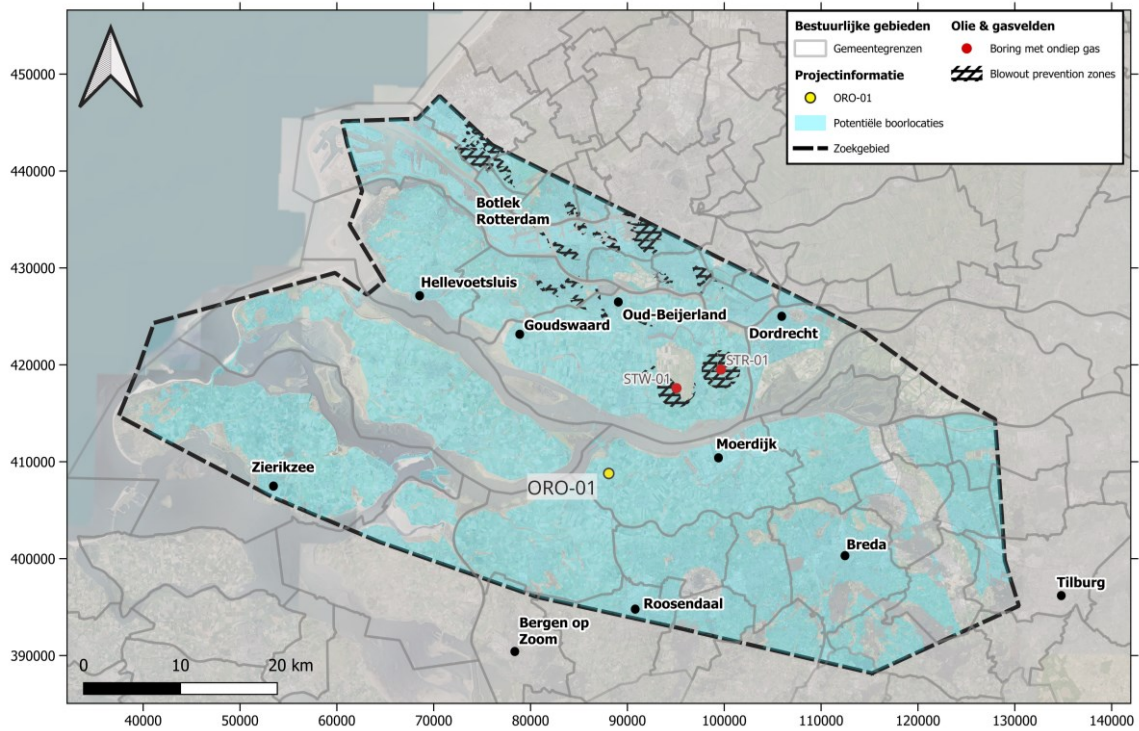
3.3 Potentiële boorlocaties

Op basis van de geïdentificeerde ondergrondse en bovengrondse risico's zijn gebieden geïdentificeerd waar het boren van een geothermieput toegestaan is en risico's geminimaliseerd worden. Bij de selectie van deze locaties zijn de aanwezigheid van spoor- en snelwegen, hoogspanningsmasten of bestaande bodemenergiesystemen niet in acht genomen.

¹ Grondwaterwinning en omliggende boorvrije omgeving; via <https://www.atlasleefomgeving.nl/>.

Omdat er waarschijnlijk geen drukinterferentie is met de dieper gelegen reservoirs waaruit olie en gas gewonnen wordt/is, kan hier wel voor geothermie geboord worden binnen het ondiepere Zand van Brussel Laagpakket. Echter moet daarbij wel rekening worden gehouden met de aanwezigheid van ondiep gas die omhoog is gemigreerd vanuit de bestaande velden, waar een risico op *blow-out* bestaat tijdens het boren. Daarom worden deze zones specifiek aangemerkt als gebieden waar geboord moet worden met een *blow-out preventor* (BOP). In geval van boringen STR-01 en STW-01 wordt een gebied binnen een straal van 2 km aangewezen als een gebied waar geboord moet worden met een BOP.

Afbeelding 3.7 Toegestane gebieden waar een geothermieput geboord mag worden binnen het zoekgebied. Gebieden boven bestaande producerende, uitgeproduceerde, of tijdelijke verlaten olie- en gasvelden zijn aangegeven als zones waar preventie tegen blow-outs nodig is in verband met de mogelijk aanwezigheid van ondiep gas



4

WARMTEVRAAGDICHTHEID

Om kansrijke gebieden te identificeren voor het benutten van lage-temperatuurwarmte uit het Zand van Brussel Laagpakket, wordt gekeken naar gebieden waar een hoge warmtevraagdichtheid is. Dit betreft veelal woonkernen en steden met een dichte bebouwing, zodat de kosten voor infrastructuur (zoals leidingwerk) beperkt blijven doordat afnemers dicht bij elkaar liggen.

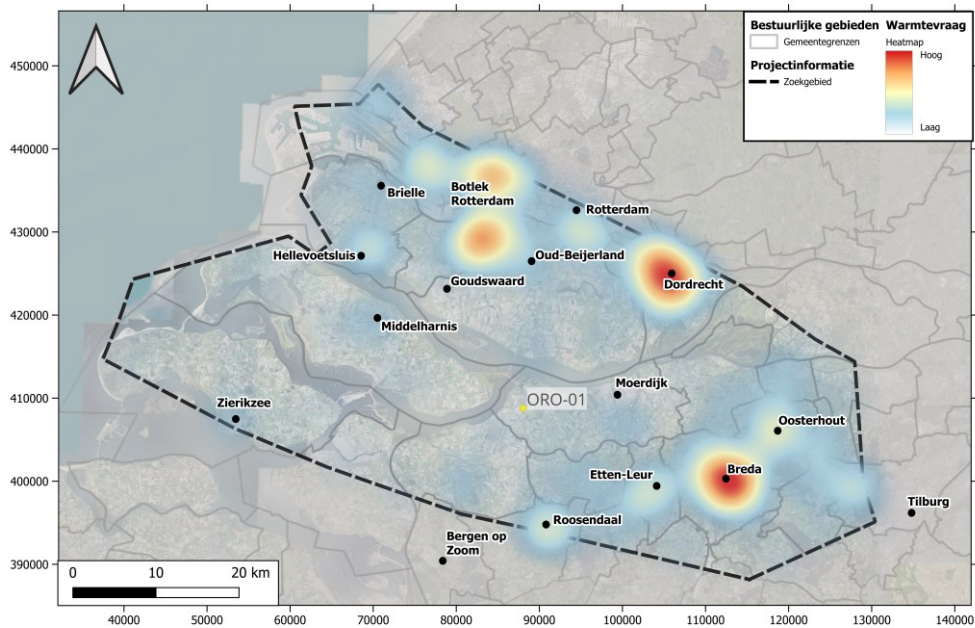
Om deze clusters in beeld te brengen, wordt de warmtevraag eerst op pandniveau berekend en vervolgens geaggregeerd naar buurniveau. Op basis daarvan worden buurten geselecteerd met een voldoende hoge warmtevraagdichtheid, omdat juist daar collectieve warmteoplossingen het meest rendabel en toepasbaar zijn.

Glastuinbouwclusters worden afzonderlijk meegenomen in de analyse van de warmtevraag. Deze clusters bevinden zich vaak op specifieke, geconcentreerde locaties die niet aansluiten bij de CBS-buurtindeling. Aggregatie naar buurniveau kan daardoor leiden tot een onderschatting van de werkelijke warmtevraagdichtheid, waardoor deze gebieden onterecht als minder kansrijk naar voren komen. Om dit te voorkomen, worden glastuinbouwclusters na de analyse op CBS-buurten binnen de gebouwde omgeving apart beschouwd in het onderzoek.

4.1 Clustering van warmtevraag tot buurniveau

Een warmtekaart binnen het zoekgebied ORO-01 exclusief glastuinbouw is weergegeven in afbeelding 4.1. Dichtbebouwde stedelijke gebieden, zoals Rotterdam, Schiedam, Dordrecht en Breda, zijn hierin duidelijk herkenbaar, terwijl overige woonkernen een lagere warmtevraagdichtheid vertonen.

Afbeelding 4.1 Heatmap van warmtevraag in zoekgebied ORO-01

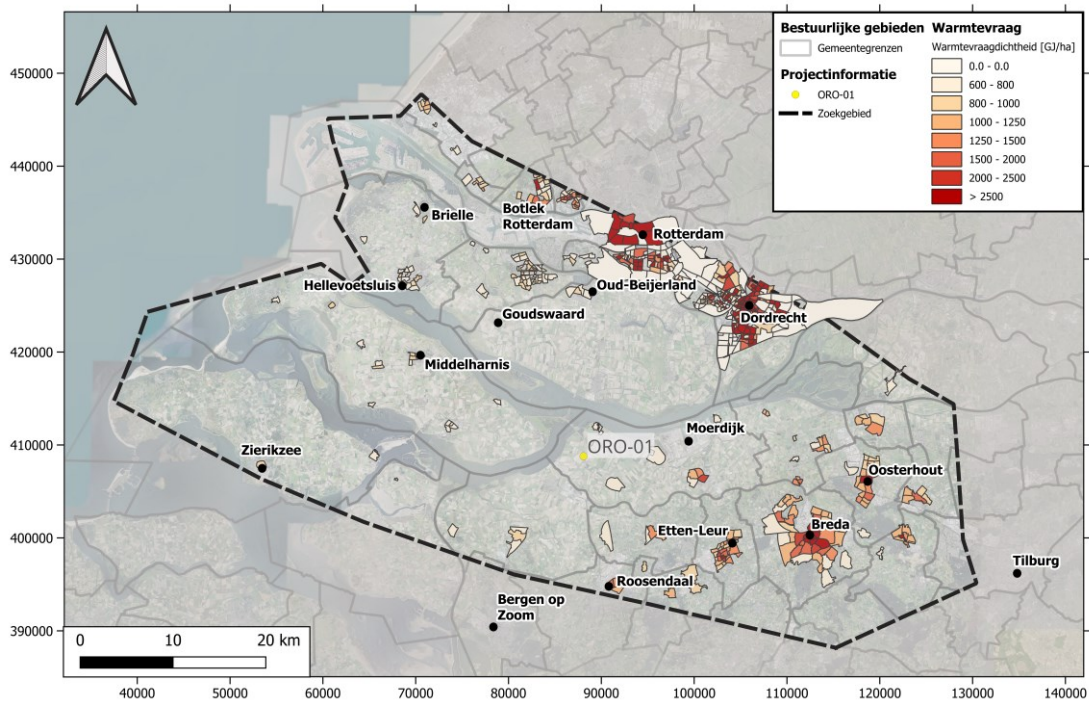


De totale warmtevraag is geaggregeerd op het niveau van CBS-buurt (2025). De selectie van buurten is gebaseerd op de warmtevraagdichtheid, aangezien dit een belangrijke indicator is voor de haalbaarheid van een collectieve warmtevoorziening. Hierbij is aangesloten bij de rentabiliteitsnorm van 600 GJ per hectare, of circa 22 woningequivalenten per hectare voor lage-temperatuurbronnen, zoals vastgesteld door het Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie (NPLW) ¹. Deze rentabiliteitsnorm vormt een geschikte indicator in de planfase van het onderzoek, omdat het richting geeft aan welke buurten een voldoende hoge warmtevraagdichtheid hebben om een collectieve warmteoplossing economisch haalbaar te kunnen maken.

De warmtevraagdichtheid van de buurten die aan deze rentabiliteitsnorm voldoen, zijn weergegeven in afbeelding 4.2. De potentiële buurten bevinden zich voornamelijk in de woonkernen binnen het plangebied, die eveneens naar voren kwamen in afbeelding 4.1.

¹ Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie (NPLW), *Factsheet Warmte* (juli 2024), geraadpleegd via [Factsheet Warmte 2024](#).

Afbeelding 4.2 Warmtevraagdichtheid van buurten die voldoen aan rentabiliteitsnorm



4.2 Clustering van buurten

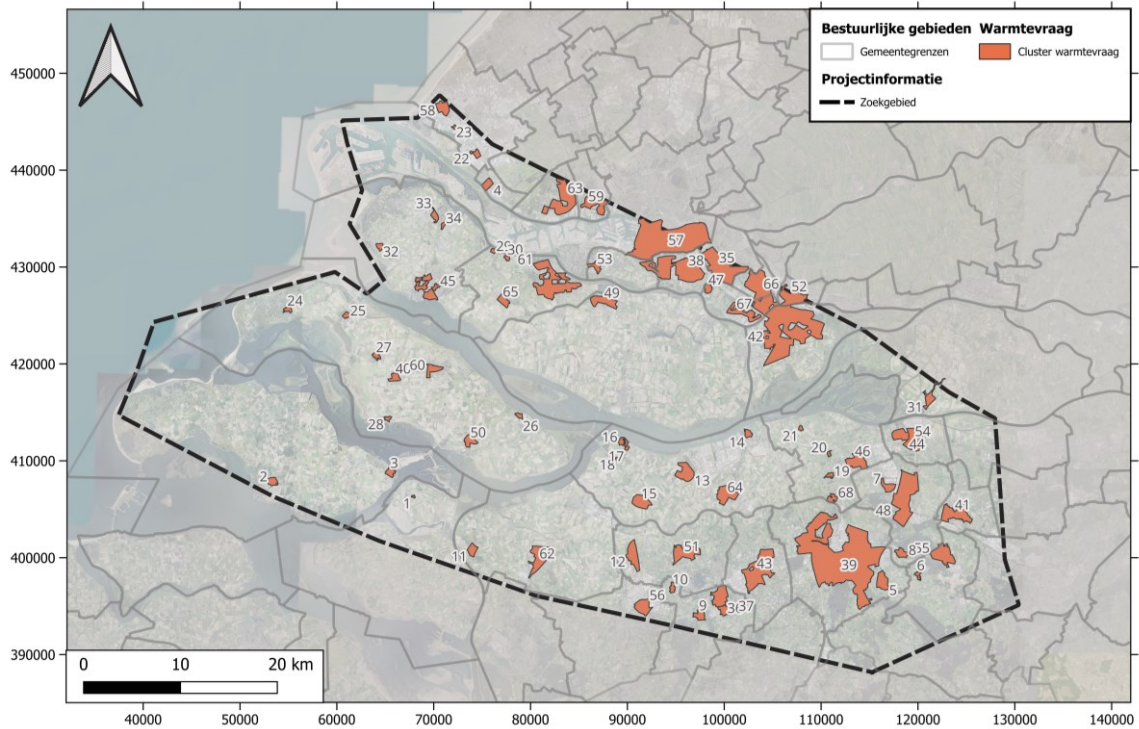
Om voldoende afzet te creëren voor het benutten van lage-temperatuur aardwarmte gewonnen uit het Zand van Brussel Laagpakket, worden afzonderlijke buurten geclusterd. Buurten die dicht bij elkaar liggen, kunnen mogelijk worden aangesloten op één gezamenlijk warmtenet. Hierdoor neemt de totale warmtevraag toe en kan de beschikbare warmte efficiënter worden benut.

In dit onderzoek zijn buurten geclusterd wanneer zij zich binnen een afstand van 1 km van elkaar bevinden. Bij grotere afstanden nemen de kosten voor het aanleggen van transportleidingen tussen buurten aanzienlijk toe (afhankelijk van locatiespecifieke omstandigheden en diameters), wat een negatieve invloed heeft op de economische haalbaarheid van het systeem. Dit afstandscriterium wordt ook gehanteerd in de bron-afnemermodellering door CE Delft¹.

De clusters van buurten die, op basis van warmtevraag en dichtheid van bebouwing, kansrijk worden geacht voor collectieve warmtevoorziening zijn in afbeelding 4.3 weergegeven. De bijbehorende warmtevraagdichtheid van de benoemde clusters wordt gegeven in tabel 4.1.

¹ Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), *Functioneel ontwerp LT-warmtenetten gebouwde omgeving* (21 maart 2019), geraadpleegd via [Functioneel ontwerp LT-warmtenetten](#).

Afbeelding 4.3 Warmtevraagclusters van zoekgebied ORO-01



Tabel 4.1 Naam en warmtevraagdichtheid van warmtevraagclusters

Nummer	Naam/locatie van cluster	Warmtevraag- dichtheid (GJ/ha)	Nummer	Naam/locatie van cluster	Warmtevraag- dichtheid (GJ/ha)
1	Anna jacobapolder	620	35	Rijsoord	610
2	Zierikzee	990	36	Sint Willibrord	970
3	Bruinisse	620	37	Sprundel	850
4	Maasdijk	620	38	Barendrecht	3.540
5	Bavel	800	39	Breda	1.380
6	Molenschot	690	40	Dirksland	710
7	Oosterhout (Oost)	620	41	Dongen	1.170
8	Dorst	710	42	Dordrecht	4.900
9	Rucphen	1.130	43	Etten-Leur	1.370
10	Zegge	990	44	Geertruidenberg	1.100
11	Nieuw-Vossemeer	620	45	Hellevoetsluis	730
12	Oud-Gastel	630	46	Made	1.050
13	Klundert	610	47	Heerjansdam	3.400
14	Moerdijk	660	48	Oosterhout	1.380
15	Fijnaart	670	49	Oud-Beijerland	750
16	Willemstad (Noord)	650	50	Oude-Tonge	660
17	Willemstad (Zuid)	670	51	Oudenbosch	1.070
18	Helwijk	1.120	52	Papendrecht	5.030

Nummer	Naam/locatie van cluster	Warmtevraag- dichtheid (GJ/ha)	Nummer	Naam/locatie van cluster	Warmtevraag- dichtheid (GJ/ha)
19	Wagenbergen	790	53	Poortugaal	710
20	Hooge Zwaluwe	890	54	Raamsdonkveer	1.080
21	Lage Zwaluwe	1.010	55	Rijen	1.240
22	Maasdijk	620	56	Roosendaal	1.340
23	Heenweg	830	57	Rotterdam	6.850
24	Ouddorp	640	58	's-Gravenzande	980
25	Stellendam	890	59	Schiedam	1.290
26	Den Bommel	660	60	Sommelsdijk	780
27	Melissant	640	61	Spijkenisse	800
28	Herkingen	670	62	Steenbergen	840
29	Heenvliet	750	63	Vlaardingen	1.310
30	Geervliet	770	64	Zevenbergen	1.290
31	Hank	690	65	Zuidland	700
32	Rockanje	770	66	Hendrik Ido Ambacht	6.460
33	Brielle (Noord)	690	67	Zwijndrecht	4.830
34	Brielle (Zuid)	860	68	Terheijden	1.380

5

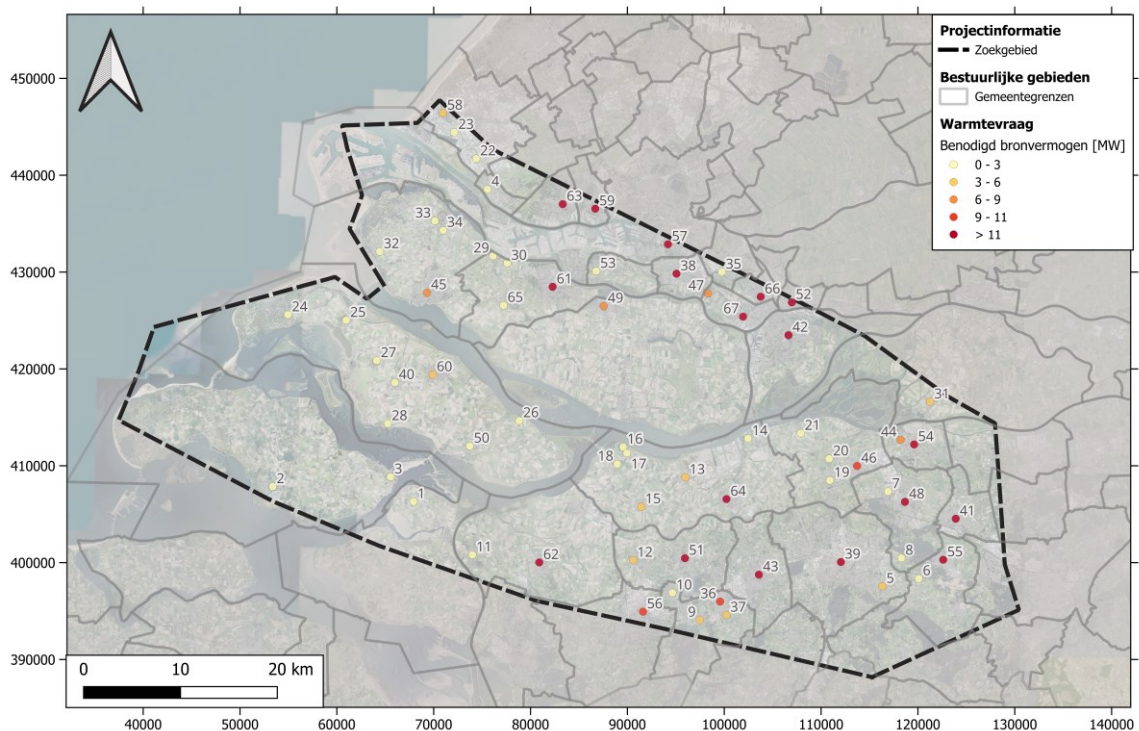
MATCH TUSSEN VRAAG EN AANBOD

Om de kansrijkheid van de geïdentificeerde warmtevraagclusters te bepalen, is per cluster het benodigde bronvermogen (in MW) berekend voor een midden-temperatuur (MT) warmtenetconfiguratie, zoals toe gelicht in de methodiek (hoofdstuk 2). In dit hoofdstuk worden per cluster zowel het benodigde vermogen als de match met de beschikbare potentie in het Zand van Brussel Laagpakket gepresenteerd.

5.1 Benodigd bronvermogen per cluster

Op basis van een midden temperatuur warmtenet systeemconfiguratie is per cluster bepaald welk bronvermogen (MW) benodigd is om te voldoen aan de basislast. Dit benodigde bronvermogen zal, bij exploitatie geleverd moeten worden vanuit de LT-aardwarmte bron. Dit is weergegeven in afbeelding 5.1.

Afbeelding 5.1 Benodigd bronvermogen per warmtevraagcluster



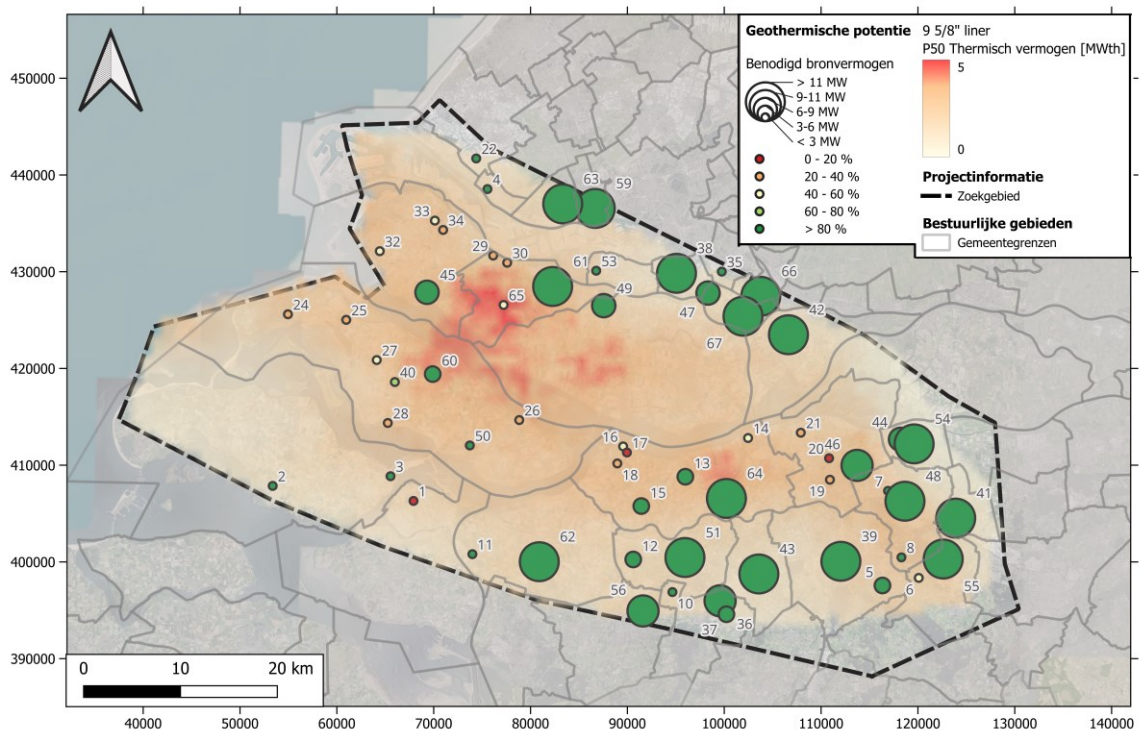
5.2 Match vraag en aanbod

De match tussen het economisch winbare vermogen vanuit het Zand van Brussel Laagpakket en het benodigde vermogen per cluster is weergegeven in afbeelding 5.2. De match tussen deze vermogens wordt gedefinieerd als volgt:

- **ongunstige match:** Indien de bovengrondse vermogensvraag (basislast) lager is dan het economisch winbare vermogen is het afzetgebied te klein om de beschikbare warmte volledig te benutten, wat resulteert in een minder gunstige match. Een cluster waar 50 % van het winbare vermogen benut kan worden, heeft een matchwaarde van 50 %;
- **gunstige match:** Wanneer de bovengrondse vermogensvraag gelijk of groter is dan het economisch winbare vermogen, kan het volledige potentieel van het geothermische doublet worden benut. In dit geval is de matchwaarde doorgaans 80 - 100 %.

Op deze kaart is te zien dat clusters in het zuidoosten van Rotterdam, Dordrecht, Breda en Hendrik-Ido-Ambacht een goede match hebben tussen economisch winbaar en benodigd vermogen.

Afbeelding 5.2 Match tussen warmtevraagclusters en ondergrondse potentie. De kleur van de clusters geeft de match tussen de bovengrondse vraag en de ondergrondse potentie weer. De grootte van de bolletjes geeft de grootte van het benodigde vermogen van de warmtevraag weer. Op de achtergrond het P90 vermogen van het Zand van Brussel Laagpakket



De bovenstaande match met economisch winbare vermogen uit het Zand van Brussel Laagpakket geeft inzicht in de mate waarin het beschikbare ondergrondse potentieel binnen een warmtevraagcluster benut kan worden. Dit betekent dat ook op locaties met een relatief beperkt potentieel sprake kan zijn van een goede match, mits dit potentieel volledig kan worden ingezet.

Voor kernen die geen goede match laten zien, blijkt de warmtevraag vaak onvoldoende voor de toepassing van een kansrijk MT warmtenet. Bij inzet van LT- of ZLT warmtenet neemt de benodigde warmte vanuit de bron toe: bij ZLT-systemen is er geen centrale piekvoorziening of buffer, en bij LT-systemen wordt geen centrale warmtepomp ingezet. Tegelijkertijd vereisen deze systemen een hogere isolatiegraad van de woningen, wat de warmtevraag juist weer verlaagt.

Voor kernen met een match van 40 – 60 % kan daarom nader worden onderzocht of een alternatieve systeemconfiguratie mogelijk alsnog kansrijk is.

6

INPUT VAN LOKALE STAKEHOLDERS

Om een beter inzicht te verkrijgen in de lokale kansen en aandachtspunten, zijn gedurende twee sessies gesprekken gevoerd met stakeholders en belanghebbenden uit de provincies Noord-Brabant, Zuid-Holland en Zeeland en glastuinbouw. Dit hoofdstuk presenteert de belangrijkste bevindingen uit deze sessies

6.1 Provincies

Zuid-Holland

In Voorne-Putten zijn twee geothermieputten in bedrijf en succesvol gekoppeld aan afnemers. Dit gebied vormt een clustering waar er tastbaar resultaat is opgeleverd en waar technische koppeling en afnamepaden zijn bewezen.

In tegenstelling tot Voorne-Putten lijkt in de Hoeksche Waard clustering op korte termijn niet haalbaar, bedrijven en potentiële putlocaties liggen te verspreid om een economisch rendabel collectief warmtenet te vormen.

Ook Goeree-Overflakkee, waar volgens ORO-01 de meeste geothermische potentie is, kent een verspreide warmtevraag. Meerdere gemeenten richten zich daarom op Power-to-Heat¹ projecten om overschotten aan duurzame elektriciteit af te vangen. Dit kan een kans bieden voor geothermische putten, die als basislast kunnen fungeren terwijl doormiddel van power-to-Heat en warmteopslag de pieken in de vraag kunnen worden opgevangen.

In (Zuid- en Noord-) Rotterdam bestaat er al een netwerk van warmtelevering dat grotendeels gebaseerd is op restwarmte met hogere temperatuurniveaus. Deze netten worden in de praktijk beheerd door marktpartijen en spelen een belangrijke rol in de warmtevoorziening van haven en industrie. De beschikbare bronnenstrategie verschilt per casus, maar diepere geothermie wordt in meerdere trajecten als relevante optie beschouwd. De recente terugtrekking van shell uit een geothermieproject onderstreept echter dat commerciële en technische risico's reëel blijken.

De Drechtsteden (RES-regio) kenmerken zich door een combinatie van bestaande en geplande warmtenetten en een actieve verkenning van geothermie-mogelijkheden. HVC onderzoekt in deze regio de inzet van geothermie, onder meer rond Zwijndrecht, en treedt op als belangrijke regionale stakeholder in de afweging tussen verschillende warmteopties.

¹ Power-to-heat is het omzetten van elektriciteit (bijvoorbeeld uit duurzame bronnen zoals wind- of zonne-energie) in warmte, wat daarna direct kan worden gebruikt of kan worden opgeslagen.

Conclusie Zuid-Holland: mogelijke clusterlocaties op Goeree-Overflakkee worden als kansrijk beschouwd, mits de afnamecapaciteit voldoende is om het volledige ondergrondse potentieel te benutten. Deze locatie behoort tot de gebieden met de hoogste potentie binnen ORO-01. Daarnaast wordt ingezet op Power-to-Heat-projecten, die kunnen dienen als aanvullende levering binnen een robuuste bronnenmix. Ook Zwijndrecht wordt als kansrijk geacht, door lopend onderzoek en een hoge ondergrondse potentie.

De clusters in de nabijheid van WarmtelinQ¹, zoals Schiedam en Vlaardingen, worden als minder kansrijk beschouwd. Dit is gebaseerd op de aanname dat deze clusters naar verwachting kunnen worden aangesloten op WarmtelinQ, dan wel dat geen afzonderlijk warmtenet op een afwijkend temperatuurniveau wordt gerealiseerd, aangezien WarmtelinQ opereert op een hoog temperatuurniveau (HT).

Noord-Brabant

In Noord-Brabant zijn al meerdere locaties waar warmtenetten zijn gerealiseerd of zich in een vroege verkenningsfase bevinden. In Zevenbergen is de levering vanuit de oorspronkelijke lage-temperatuur aardwarmtebron voor Zevenbergen beëindigd. Tegelijkertijd bestaan er plannen om circa 50 hectare glastuinbouw nabij Zevenbergen te ontwikkelen, wat de kansrijkheid voor een warmtenet vergroot. Daarnaast wordt een koppeling tussen het bedrijventerrein Zwartenberg, de glastuinbouw en Zevenbergen door stakeholders geduid.

De glastuinbouwcluster Plukmade nabij Made is inmiddels aangesloten op warmte van de Amercentrale. Door de noodzaak voor aanvullende bronnen is geothermie daar een mogelijke kansrijke bron.

Rond Moerdijk en in de richting van Drimmelen zijn zoekgebieden aangewezen voor geothermievergunningen, deze initiatieven bevinden zich echter nog in een oriënterende fase. In gebieden zoals Steenberg, Roosendaal en Etten-Leur zijn kleinschalige, lokale initiatieven aanwezig, waarbij met name in Etten-Leur actief wordt gezocht naar geschikte bronnen voor collectieve warmtelevering.

Tegelijkertijd beperkt het overwegend agrarische en open landschap de mogelijkheden voor grootschalige, fijnmazige warmteclusters. De grootste potentie ligt daarom bij de glastuinbouw en andere sectoren met een geconcentreerde warmtevraag, zoals Nieuw Prinsenland nabij Dinteloord.

Conclusie Noord-Brabant: vanuit overleggen met stakeholders worden Zevenbergen, Steenberg, Roosendaal, Made en Etten-Leur als kansrijke gebieden gezien. Ook glastuinbouwclusters zoals Nieuw-Prinsenland nabij Dinteloord worden als kansrijk gezien.

Zeeland

Het glastuinbouwgebied Sirjansland komt naar voren als een kansrijke regio voor de koppeling van geothermische warmte aan de tuinbouwsector. Uit gesprekken met Glastuinbouw Nederland blijkt echter dat binnen de sector een duidelijke voorkeur bestaat voor diepere geothermie, waarmee hogere temperaturen kunnen worden geleverd. Dit sluit niet alleen beter aan bij de warmtevraag van de glastuinbouw, maar is ook relevant voor woonkernen met een groot aandeel historische panden. Desalniettemin zijn hoge temperatuurbronnen niet altijd beschikbaar, waardoor afname van LT-aardwarmte alsnog relevant blijft.

Daarnaast wordt op Schouwen-Duiveland gekeken naar de inzet van Power-to-Heat. Ondiepe geothermie kan, in combinatie met Power-to-Heat, een alternatief vormen wanneer andere warmtebronnen niet haalbaar blijken.

Conclusie Zeeland: voor Zeeland wordt geothermie over het algemeen als een interessante optie beschouwd. Belanghebbenden geven echter aan dat voor veel toepassingen, met name de glastuinbouwclusters, een hogere aanvoertemperatuur gewenst is dan wat het Zand van Brussel Laagpakket

¹ WarmtelinQ is een pijpleiding voor het transport van restwarmte uit de Rotterdamse haven naar Den Haag en omliggende gemeenten.

in zoekgebied ORO-01 kan leveren. Het aanboren van diepere lagen kan in dat geval een aantrekkelijkere optie zijn. Omdat hoogtemperatuurgeothermie echter niet altijd haalbaar is, blijft lage-temperatuur aardwarmte (LT) een relevante optie voor deze regio.

Algemene observaties

Power-to-Heat dient zich in gebieden met verspreide warmtevraag aan als een belangrijk alternatief voor collectieve geothermie, vooral wanneer lokale duurzame elektriciteitsoverschotten aanwezig zijn. Evenzo geldt dat de beschikbaarheid van restwarmte op hogere temperatuur de aantrekkelijkheid van lage-temperatuur geothermie kan verminderen: waar hoogwaardige restwarmte voorhanden is (zoals WarmtelinQ), wordt die veelal de voorkeursbron voor grootschalige warmtenetten.

Veel van de genoemde projectgebieden verkeren nog in oriëntatie- of planfase en lopen tegen reguliere vergunningstrajecten aan. Dit betekent dat zowel technische haalbaarheid als economische rendabiliteit per situatie nader onderzocht moeten worden en dat de uiteindelijke keuze tussen diepe en ondiepe geothermie, Power-to-heat of restwarmte integratie sterk contextafhankelijk zal blijven.

6.2 Glastuinbouw

Glastuinbouw kan de haalbaarheid van een warmtenet vergroten, omdat een enkele aansluiting al grote hoeveelheden warmte kan afnemen. De ligging van glastuinbouw ten opzichte van andere kernen is daarom relevant, zoals ook tijdens de stakeholder overleggen is benadrukt. Ook kan glastuinbouw op zichzelf al een mogelijke kans vormen voor collectieve afname van aardwarmte. Zoals in veel gerealiseerde geothermie projecten in Nederland al het geval is.

Om hier inzicht in te verkrijgen, zijn glastuinbouwclusters geïdentificeerd op basis van de verrijkte BAG-dataset van TNO voor utiliteitsgebouwen¹. Deze dataset bevat alle utiliteitspanden in Nederland, inclusief hun functie. Na filtering op kassencomplexen en het enkel meenemen van clusters bestaande uit vier kassen of meer, is afbeelding 6.1 opgesteld.

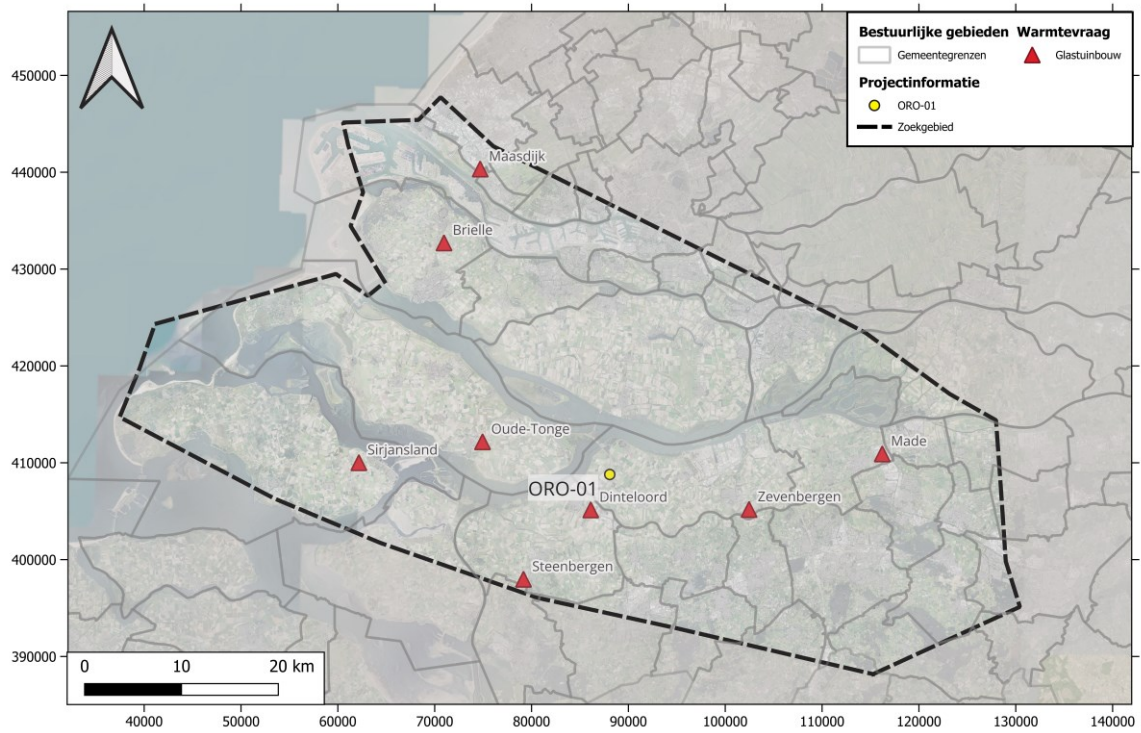
De in afbeelding 6.1 geïdentificeerde glastuinbouwclusters vergroten, indien zij in de nabijheid van een kern liggen, de kansrijke van die kern voor collectieve warmtevoorziening. Wanneer dit niet het geval is, kan alsnog worden verkend welke mogelijkheden er zijn voor collectieve afzet van de tuinders. De kwalitatief beoordeelde kansrijke glastuinbouwclusters, inclusief de bijbehorende ondergrondse potentie, zijn weergegeven in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Kansrijke glastuinbouwclusters

Naam glastuinbouwcluster	Ondergrondse potentie
Oude-Tonge	~2,7 MW
Zevenbergen	~2,5 MW
Den Briel	~2,7 MW
Dinteloord	~2,5 MW
Made	~2,3 MW
Steenbergen	~1,7 MW
Sirjansland	~1,7 MW
Maasdijk	~1,2 MW

¹ Bron: [Verrijkte BAG 2.0 - Energy.nl](https://www.energy.nl).

Afbeelding 6.1 Kansrijke glastuinbouwclusters voor afname LT-aardwarmte



7

IDENTIFICEREN VAN KANSRIJKE GEBIEDEN

Dit hoofdstuk presenteert de selectie van de meest kansrijke gebieden binnen zoekgebied ORO-01, op basis van de vier benoemde criteria in de methodiek (hoofdstuk 2), en de gepresenteerde resultaten in voorgaande hoofdstukken.

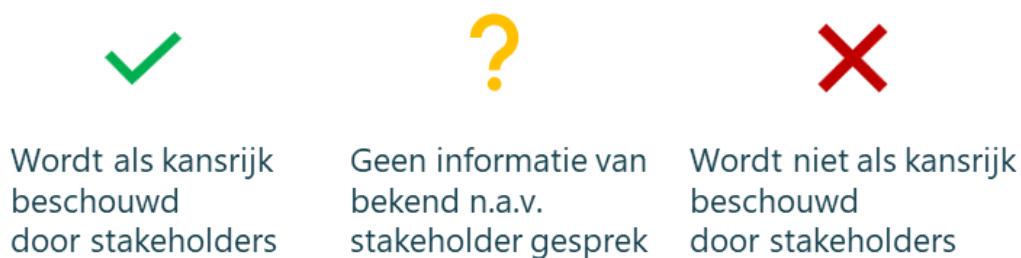
7.1 Selectiemethodiek kansrijke gebieden

De meest kansrijke gebieden voor uitkoppeling van ondiepe geothermische warmte zijn afgewogen op de volgende criteria:

- **warmtevraagdichtheid:** de warmtevraagdichtheid van de clusters is gewogen, waarbij een hogere warmtevraagdichtheid positief bijdraagt aan de geschiktheid als mogelijke afnamelocatie. De cluster met de hoogste warmtevraagdichtheid is als referentiepunt met een weging van 1 opgenomen, terwijl de overige clusters relatief hiertegen worden afgezet;
- **match vraag en aanbod:** op basis van de match tussen vraag en aanbod (afbeelding 5.2) is een weging toegekend. Een waarde van 0 wordt gehanteerd wanneer de match lager is dan 60 %, omdat de baseloadvraag dan onvoldoende is om het geothermische potentieel rendabel te benutten en het niet rendabel is om een put slechts op circa 60 % van het vermogen te laten draaien. Voor hogere matches varieert de weging tussen 0,6 en 1;
- **ondergrondse potentie:** de ondergrondse potentie moet voldoende zijn om genoeg warmte te leveren en te verkopen om de investeringskosten te dekken van het gehele project. Dit is van belang, omdat een hoge warmtevraagdichtheid in een buurt niet automatisch betekent dat een project economisch haalbaar is wanneer de ondergrondse potentie te laag is. Voor deze weging wordt uitgegaan van een minimale levering van 2 MW¹. Bij een lagere potentie wordt een waarde van 0 toegekend, terwijl hogere potenties relatief worden afgezet ten opzichte van de maximale beschikbare capaciteit;
- **input lokale stakeholders:** de clusters waarvoor stakeholders hebben aangegeven dat sprake is van een goede of minder goede match, zijn respectievelijk aangeduid met een vink of een kruis (afbeelding 7.1). Clusters waarvoor geen aanvullende informatie beschikbaar is, zijn weergegeven met een vraagteken. Indien een kansrijk gebied door stakeholders als niet kansrijk wordt beoordeeld, wordt dit als doorslaggevend beschouwd.

¹ Door het toepassen van een kostbaarder putontwerp, waarmee hogere vermogens kunnen worden gerealiseerd, wordt verwacht dat bij vermogens onder 2 MW onvoldoende afzet aanwezig is om een warmtenet rendabel te exploiteren. Het laagste geactualiseerde projectvermogen in de praktijk betreft het geothermieproject nabij Zevenbergen, met 4 MW. Daarom is een optimistische grenswaarde van 2 MW gehanteerd, om te voorkomen dat gebieden te snel als niet geschikt worden bestempeld.

Afbeelding 7.1 Duiding input lokale stakeholders










De totale weging is bepaald als de som van de drie bovenstaande criteria. Indien voor de match of de ondergrondse potentie een waarde van 0 is toegekend, resulteert dit automatisch in een totale wegingswaarde van 0, aangezien deze als essentiële randvoorwaarden worden beschouwd voor de kansrijkheid van een gebied.

7.2 Afwegingstabel kansrijke gebieden

Uit de afwegingstabel komen 12 kansrijke gebieden. De overige gebieden voldoen niet aan de grenswaarde van een 60 % match tussen vraag en aanbod of een ondergrondse potentie van ten minste 2 MW. Deze gebieden en hun score is weergegeven in bijlage III.

Bij de selectie van de tien meest kansrijke gebieden zijn ook Breda, Oud-Beijerland en Schiedam meegenomen. Deze gebieden voldoen niet volledig aan de grens van 2 MW ondergrondse potentie, maar liggen daar dichtbij. Vanwege de hoge bovengrondse warmtevraag en de hoge warmtevraagdichtheid zijn ze toch als kansrijk beoordeeld voor verdere verkenning en opgenomen in tabel 7.1. De overige gebieden, inclusief glastuinbouwlocaties, zijn weergegeven in afbeelding 7.2.

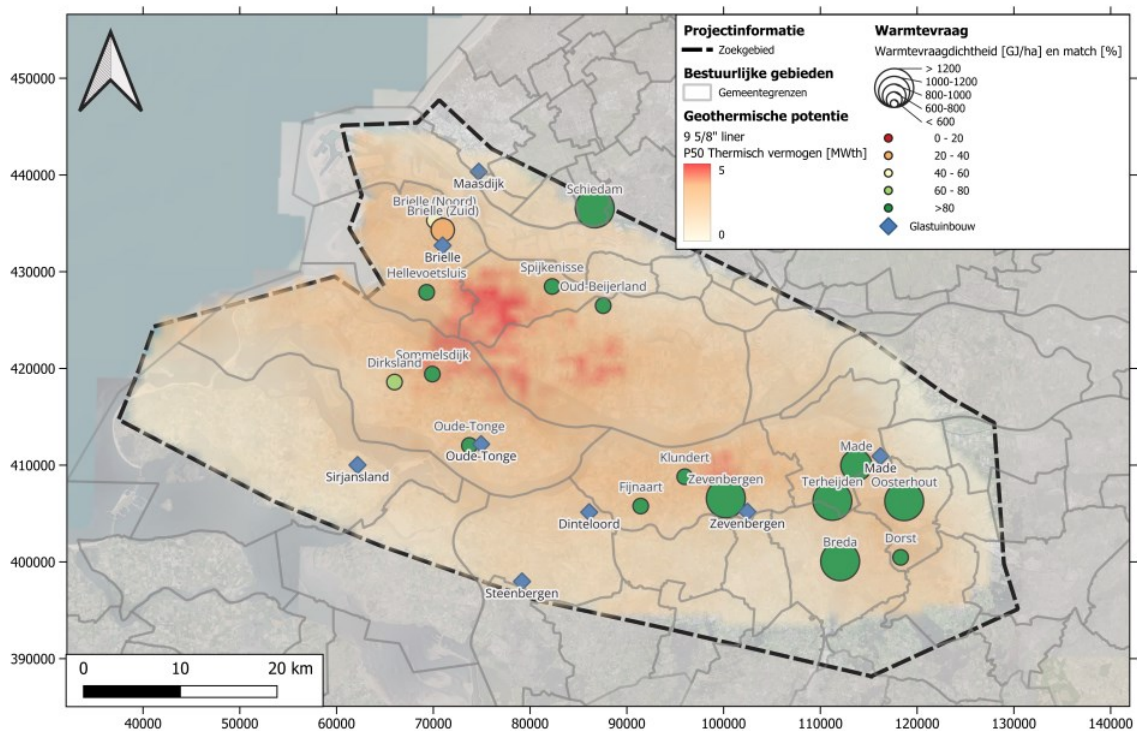
Tabel 7.1 Afwegingstabel van de warmtevraagclusters op kansrijkheid

Nummer	Naam	Warmtevraag-dichtheid	Match vraag en aanbod	Ondergrondse potentie	Score stakeholders
1	Zevenbergen	1.290	1	3,2	
2	Sommelsdijk	780	0,98	3,4	
3	Made	1.050	1	3,1	
4	Fijnaart	670	1	3,3	
5	Spijkenisse	800	1	3,0	
6	Hellevoetsluis	730	1	2,9	
7	Breda	1.380	1	1,9	

Nummer	Naam	Warmtevraag- dichtheid	Match vraag en aanbod	Ondergrondse potentie	Score stakeholders
8	Oud-Beijerland	750	1	1,9	?
9	Schiedam	1.290	1	1,8	?
10	Brielle (noord)	690	1	3,2	✓

Afbeelding 7.2 toont de kansrijke gebieden, waarbij de kleur de match met de ondergrondse potentie aangeeft en de grootte van de symbolen de warmtevraagdichtheid weergeeft (groter betekent een hogere dichtheid). Daarnaast zijn de glastuinbouwclusters weergegeven. Voor Brielle, Made, Oude-Tonge en Zevenbergen laat de kaart zien dat er kansen zijn om de warmtevraag van de woningvoorraad te koppelen aan die van de glastuinbouw.

Afbeelding 7.2 Meest Kansrijke clusters en glastuinbouwclusters voor afname LT-aardwarmte uit het Zand van Brussel Laagpakket



7.2.1 Kansrijke gebieden Zeeland

Het Zeeuwse deel van het onderzochte gebied voor de SCAN-boring ORO-01 kenmerkt zich door het ontbreken van grote stedelijke kernen. Daarnaast is de ondergrondse potentie beperkt. Desondanks vormt het glastuinbouwcluster bij Sirjansland een kansrijk gebied. De omvang van dit cluster biedt aanknopingspunten voor potentiële warmtevraag, waardoor een verdere analyse voor uitkoppeling van LT-aardwarmte gerechtvaardigd is.

Binnen dit cluster hebben enkele tuinders reeds geïnvesteerd in biomassa centrales en is eerder onderzoek uitgevoerd naar de toepasbaarheid van geothermie. De uitkomsten van deze studies kunnen worden benut om de huidige resultaten te verfijnen, indien zij betrekking hebben op hetzelfde geologische laagpakket, of om deze aan te vullen met inzichten in de lage-temperatuur aardwarmtepotentie.

De woonkernen Bruinisse en Zierikzee worden in deze analyse als minder kansrijk beoordeeld. Dit is enerzijds het gevolg van een beperkte ondergrondse potentie binnen het laagpakket, en anderzijds van een relatief geringe bovengrondse warmtevraag, waardoor een optimale match ontbreekt. Voor deze kernen kunnen de bevindingen uit dit rapport desalniettemin dienen als basis voor vervolgonderzoek, bijvoorbeeld naar alternatieve putontwerpen met lagere investeringskosten en vermogens, dan wel naar andere systeemconfiguraties. Een verdere uitleg over mogelijke optimalisaties voor nader onderzoek staat in bijlage I.

7.2.2 Kansrijke gebieden Zuid-Holland

Het Zuid-Hollandse deel van het onderzochte gebied voor de SCAN-boring ORO-01 wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van meerdere grote kernen en diverse glastuinbouwclusters. De kansrijke gebieden binnen deze provincie scoren hoog in de analyse van dit rapport, voornamelijk door de combinatie van een aanzienlijke warmtevraag en een relatief hoge ondergrondse potentie voor lage-temperatuur (LT) aardwarmte.

De kern Brielle valt hierbij op omdat de afzet de volledig ondergrondse potentie kan benutten als gevolg van het nabijgelegen glastuinbouwcluster. Voor de kansrijke gebieden in Zuid-Holland biedt dit voldoende aanleiding om in een vervolgonderzoek de mogelijkheden voor benutting van lage-temperatuur warmte nader te verkennen. Hierbij kan worden onderzocht in hoeverre deze potentie technisch en economisch realiseerbaar is.

7.2.3 Kansrijke gebieden Noord-Brabant

Uit de analyse van dit onderzoek blijkt dat meerdere gebieden in Noord-Brabant kansrijk zijn voor de uitkoppeling van lage-temperatuur aardwarmte. Met name Made, Zevenbergen en Oosterhout bieden een gunstig perspectief voor warmteafname. Ook Breda wordt als kansrijk beschouwd, vanwege de hoge warmtevraag en warmtevraagdichtheid. De ondergrondse potentie rond Breda is echter beperkt, waardoor vervolgonderzoek nodig is om te bepalen of benutting van LT-aardwarmte daar ook financieel haalbaar is.

Deze resultaten vormen een duidelijke aanleiding om voor de kansrijke gebieden in Noord-Brabant in vervolgonderzoek de mogelijkheden voor benutting van lage-temperatuur warmte nader te verkennen. Daarbij kan worden onderzocht in hoeverre de geïdentificeerde potentie technisch en economisch haalbaar is.

In hoofdstuk 8 wordt verder ingegaan op de tien meest kansrijke gebieden, de bijbehorende onzekerheden en de aanbevolen vervolgstappen.



VERDIEPING EN VERVOLGSTAPPEN

8.1 Risico's en onzekerheden ondergrond

8.1.1 Mogelijke ondergrondse risico's

De belangrijkste ondergrondse risico's en onzekerheden worden hieronder toegelicht en algemeen beoordeeld voor het zoekgebied. Vervolgens worden per kansrijke cluster de direct relevante risico's en onzekerheden beschreven in paragraaf 8.1.2.

I. Boorrisico's

Boringen in de diepe ondergrond zijn complex en vereisen uitgebreide opstellingen bediend door specialistische teams. In de meeste gevallen, zeker in Nederland, geldt dat hoe dieper geboord wordt, hoe complexer en meer risicovol een boorprocedure is. Hierdoor geldt andere wetgeving voor ondiepe boringen (tot 500 m diepte) die onder Provinciaal gezag vallen, bijvoorbeeld bij drinkwaterwinningen en WKO-installaties, dan voor diepe boringen (vanaf 500 m diepte) waarvoor de Mijnbouwwet geldt. De strengere eisen voor diepe boringen zijn opgesteld met het doel om risico's bij olie- en gaswinning te beperken. Het belangrijkste risico bij diepe boringen naar fossiele brandstoffen is het optreden van een *blow-out* (putuitbarsting), waarbij onverwacht of plotseling een laag met overdruk wordt aangeboord en deze druk ongecontroleerd door de put naar het oppervlak komt waar de grote materiële en persoonlijke schade kan aanrichten. Zulke lagen met grote overdruk komen vooral voor op grote diepte of daar waar olie of gas opgehoopt is. Om putuitbarstingen te voorkomen moet bij diepe boringen een boorinstallatie met *blow-out-preventor* (BOP) worden gebruikt, welke significant groter, complexer, en duurder is dan een normale boorinstallatie. Voor ondiepere boringen is de kans op significante gas-ophogingen vaak laag, waardoor recentelijk vaker wordt opgeroepen om voor ondiepere geothermie-projecten ook boringen zonder BOP toe te staan. Uiteraard moet die keuze door een volledige *hydrocarbon risk assessment* ondersteund worden.

Het Zand van Brussel Laagpakket bevindt zich grotendeels dieper dan 500 m, waardoor het boren met BOP volgens de huidige wetgeving vaak noodzakelijk is. Echter, is het risico op grote overdruk tijdens het boren minimaal doordat het reservoir zich significant ondieper dan de meeste olie- en gasvelden bevindt, en ondiepe olie- en gasophogingen in het grootste deel van het zoekgebied onwaarschijnlijk zijn. Echter, boven olie- en gasvelden bestaat een verhoogd risico dat ontsnapt gas naar ondiepere lagen is gemigreerd. Bij boringen STW-01 en STR-01 nabij Zuid-Beijerland en op korte afstand van producerende gasvelden zijn kleine hoeveelheden ondiep gas (*shallow gas*; 200 en 1.000 ppm respectievelijk) aangetroffen. Hierdoor bestaat rond gasvelden een licht verhoogd boorrisico en wordt boren met BOP aanbevolen. De boorrisico's worden dus als **laag** ingeschat rond gasvelden en als **zeer laag** voor de rest van het zoekgebied. Verder is er aandacht in het recent opgestarte programma Versnelling Lage Temperatuur Aardwarmte (LTA) om te onderzoeken of voor reservoirs zoals het Zand van Brussel Laagpakket in de toekomst ook eenvoudigere boorinstallaties zonder BOP gebruikt mogen worden, wat de aanlegkosten van een geothermie-installatie significant kunnen verminderen.

II. Putafbouw- en productierisico's

Putafbouw (*completion*): zodra de gewenste reservoirdiepte bereikt is, wordt de boorput klaargemaakt om als productie- of injectieput te dienen. Hiervoor worden langs het productie- of injectie-interval filter of perforaties geplaatst in de putbuis waardoor water uitgewisseld kan worden tussen de put en het reservoir.

De eigenschappen van het Zand van Brussel Laagpakket zorgen voor complicaties doordat het voornamelijk bestaat uit losgepakt (ongeconsolideerd) zand, wat zonder mitigerende maatregelen kan leiden tot zandproductie en instorting van de putmond. Ook bestaat door de watertemperaturen (circa 20 - 40 °C) -en samenstelling een risico op vervuiling van de injectieput door sulfaat-reducerende bacteriën. Om dit tegen te gaan zijn de materiaalkeuze van de putbinnenbuis en bacterieremmende maatregelen van groot belang.

Als maatregelen die putverzanding en vervuiling tegengaan niet of verkeerd worden toegepast, bestaat de kans dat de put onbruikbaar wordt en verlaten moet worden, met grote financiële gevolgen. In Stap 1 wordt een voorbeeld van een mislukt geothermieproject in het Zand van Brussel Laagpakket bij Zevenbergen uitgebreid besproken en maatregelen om dergelijke problemen te voorkomen voorgesteld. Omdat deze risico's en mitigerende maatregelen nog relatief kort bekend zijn, wordt het putafbouw- en productierisico op **gemiddeld** ingeschat voor het gehele zoekgebied.

III. Risico op seismiteit

Seismiteit kan van nature optreden rond geologische breuken in de ondergrond in tektonisch actieve gebieden, wat gevoeld wordt aan het aardoppervlak als aardbevingen. Ook in de Nederlandse ondergrond bestaan breuken waarvan enkele natuurlijk actief zijn zoals in delen van Limburg en Noord-Brabant, al zijn de aardbevingen daar vaak nauwelijks voelbaar. De meeste breuken in de Nederlandse ondergrond zijn inactief (fossiele breuken). In specifieke omstandigheden kan gebruik van de ondergrond, zoals gaswinning, deze breuken opnieuw activeren met aardbevingen tot gevolg (geïnduceerde seismiteit) zoals in Groningen. Als er geen breuken aanwezig zijn in de ondergrond is het risico op seismiteit zeer laag.

Kartering van breuken (Stap 1) geeft aan dat in het oosten van het zoekgebied een breuk aanwezig is die het Zand van Brussel Laagpakket doorsnijdt, de Rijen breuk genaamd. In de rest van het zoekgebied zijn geen breuken aangetoond in het Zand van Brussel Laagpakket. Rond de Rijen breuk bestaat dus een verhoogd risico op seismiteit. Echter, zoals aangetoond in Stap 1 is de invloedssfeer van de Rijen breuk zeer beperkt (50 m) en toont de seismische dreigingsanalyse aan dat het risico op een voelbare of schadeveroorzakende trilling door geothermie-winning zeer laag is. Dit komt voornamelijk doordat de Rijen breuk het Zand van Brussel Laagpakket in dermate los gepakt sediment doorkruist dat een significante spanningsopbouw niet mogelijk is. Hierdoor wordt het risico op seismiteit direct rond de Rijen breuk als **laag** ingeschat en voor de rest van het zoekgebied als **zeer laag**.

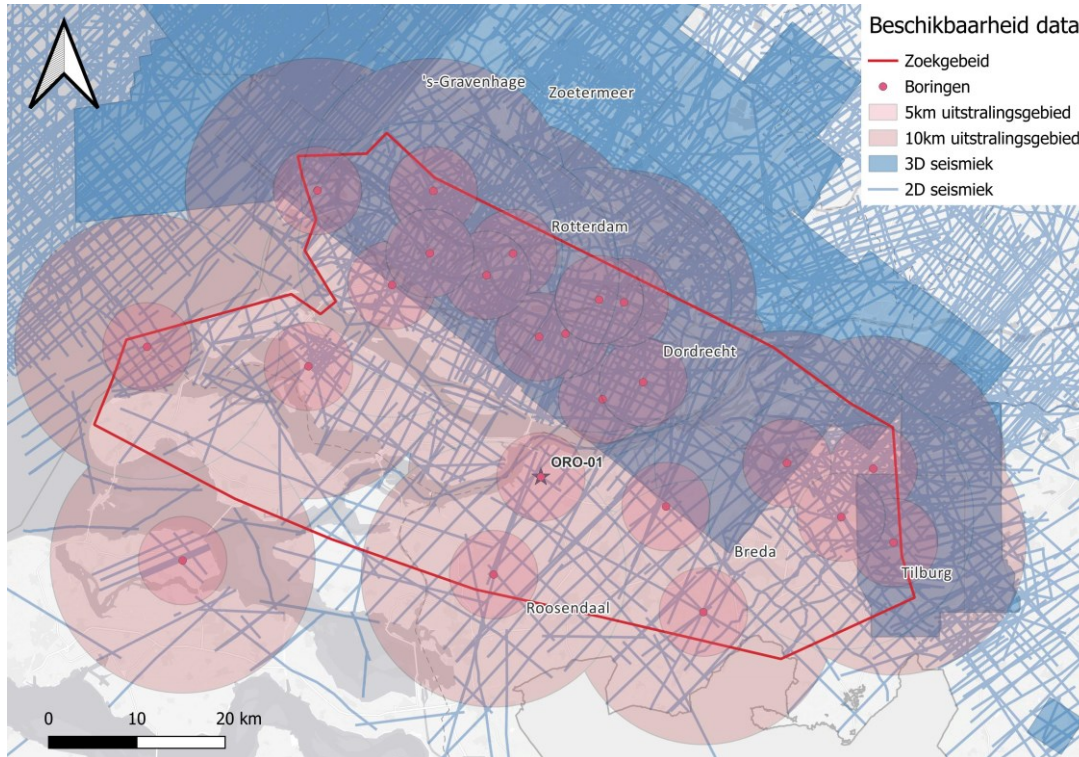
IV. Geologische onzekerheden

De geologische onzekerheden die het belangrijkste zijn voor de ontwikkeling van geothermie zijn te verdelen in 3 thema's, met elk een eigen soort data die onzekerheden kan wegnemen:

- a) reservoirgeometrie (dikte en diepte);
- b) reservoir eigenschappen (netto dikte, porositeit, permeabiliteit, temperatuur);
- c) kenmerken van breuken.

De ondergrond data die hiervoor wordt gebruikt is seismiek en boringen, waarvan de huidige beschikbaarheid is aangegeven in afbeelding 8.1.

Afbeelding 8.1 Beschikbaarheid ondergronddata rond zoekgebied ORO-01 Zand van Brussel Laagpakket



III-a Reservoirgeometrie - seismisch onderzoek

De reservoirgeometrie van het Zand van Brussel Laagpakket in het zoekgebied is relatief eenvoudig, zonder veel variatie in dikte of diepte, en is bovendien goed afgekaderd door een grotendeels voldoende dichtheid van seismische data (afbeelding 8.1). Onder de meeste kansrijke gebieden is de data-dichtheid voldoende om met voldoende zekerheid de reservoirgeometrie in te schatten.

Advies: geen aanvullend seismisch onderzoek nodig.

III-b Reservoireigenschappen - boringen

De dichtheid van boringen met bruikbare gegevens over reservoir eigenschappen van het Zand van Brussel Laagpakket in relatie tot de verwachte heterogeniteit is goed. Uit petrofysische analyse van Stap 1 blijkt dat veel variatie bestaat in eigenschappen van het onderste deel van het Zand van Brussel Laagpakket (zand 1 en 2), maar dat het beste reservoirinterval boven in het Zand van Brussel Laagpakket (zand 3) weinig variatie laat zien in reservoir eigenschappen tussen boringen door het hele zoekgebied. Hierdoor is dus met goede zekerheid een bandbreedte van eigenschappen vast te stellen waarmee een geothermie project gerealiseerd kan worden. De toegevoegde waarde van een extra boring als datapunt weegt waarschijnlijk niet op tegen de kosten.

Een onzekerheid en verwant risico dat bestaat in het Zand van Brussel Laagpakket is de aanwezigheid van kalk-gecementeerde bankjes in het reservoir-interval. Deze hebben een bewezen negatieve invloed op voornamelijk de verticale permeabiliteit (Stap 1) en vormen een risico bij het putontwerp. Ook de laterale continuïteit van deze bankjes is niet duidelijk, wat onzekerheden over het toe- en afstromingsregime rond de putten met zich meebrengt. In de geologische studie van ORO-01 worden deze bankjes beschreven en geïnterpreteerd als verdrinkingsoppervlakken op grootschalige duinen, maar de verwachte laterale continuïteit van deze bankjes worden geen uitlatingen overgedaan. Deze onzekerheden zijn echter niet praktisch weg te nemen, aangezien de dikte van de bankjes lager dan de resolutie van seismische data is, en laterale variatie niet met een realistische boorstrategie is te verhelderen. Enkel een langdurig succesvol geothermie-project zal inzichtelijke data bieden.

Advies: geen aanvullend booronderzoek nodig.

III-c. Kenmerken van breuken - seismisch onderzoek en mechanisch modelleren

Er zijn geen breuken aanwezig in het grootste deel van het zoekgebied. Bij de enige breuk in het gebied, de Rijen breuk wordt het risico op seismiciteit in dit diepte-interval zeer laag ingeschat volgens Stap 1.

Advies: bij Rijen breuk nadere detail- en gevoeligheidsstudie; rest van het zoekgebied geen nader onderzoek nodig.

8.1.2 Onzekerheden en risico's bij kansrijke gebieden

Per kansrijke locatie is in tabel 8.1 samengevat wat de locatie specifieke ondergrondse onzekerheden en risico's zijn, en welke mitigerende maatregelen getroffen kunnen worden. Hiernaast bestaan nog onzekerheden en risico's die voor het hele zoekgebied gelden zoals eerder in dit hoofdstuk omschreven, hieronder ook kort samengevat.

Tabel 8.1 Samenvatting ondergrondse onzekerheden en risico's

Clusternaam	Geologische onzekerheid	Risico's	Mitigerende maatregelen
Zevenbergen	zeer hoge zekerheid; geen aanvullend onderzoek nodig	-	
Sommelsdijk	zeer hoge zekerheid; geen aanvullend onderzoek nodig	-	-
Hellevoetsluis	hoge zekerheid; geen aanvullend onderzoek nodig	-	
Made	hoge zekerheid; mogelijk aanvullende kartering van Rijen breuk en maatwerk SRIMA	seismiciteit: ligging nabij Rijen-breuk	voldoende afstand van Rijen-breuk, monitoring
Fijnaart	zeer hoge zekerheid; geen aanvullend onderzoek nodig	-	-
Spijkenisse	zeer hoge zekerheid; geen aanvullend onderzoek nodig	boorrisico: mogelijke gas pockets door ligging boven olie-/gasveld	hydrocarbon risk assessment: boring met BOP?
Breda	zeer hoge zekerheid; geen aanvullend onderzoek nodig	-	-
Oud-Beijerland	zeer hoge zekerheid; geen aanvullend onderzoek nodig	boorrisico: mogelijke gas pockets door ligging boven olie-/gasveld	hydrocarbon risk assessment: boring met BOP?
Schiedam	zeer hoge zekerheid; geen aanvullend onderzoek nodig	boorrisico: mogelijke gas pockets door ligging boven olie-/gasveld	hydrocarbon risk assessment: boring met BOP?
Brielle	zeer hoge zekerheid; geen aanvullend onderzoek nodig	boorrisico: mogelijke gas pockets door ligging boven olie-/gasveld	hydrocarbon risk assessment: boring met BOP?
Alle locaties:	onzekere invloed van kalk-gecementeerde bankjes in het reservoir-interval op toe-en afstroom	put-afbouw en productierisico's: zandproductie, putmond-instorting, putmondvervuiling door microbiologische groei	een goed geïnformeerd putontwerp met een niet te zwaar gedeveerd traject, perforaties in het filter-interval, kunststof liner, anti-micro-biologische maatregelen en voorkomen van langdurige stilstand

8.2 Onzekerheden bovengrond

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen onderstaande vier bovengrondse risico's en/onzekerheden. Elk wordt hieronder nader toegelicht.

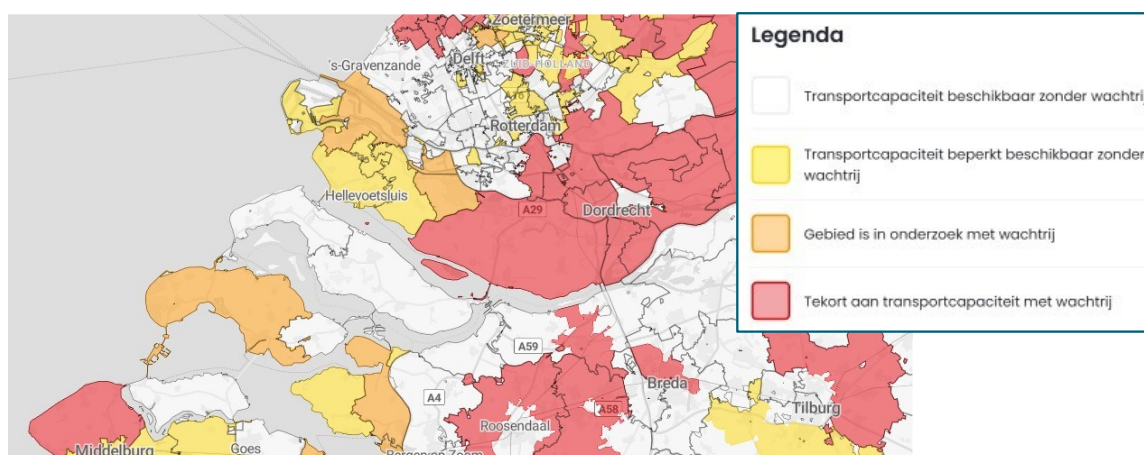
- i. netcongestie;
- ii. vollooperpercentage;
- iii. match met warmtesysteem op basis van isolatiegraad;
- iv. financiële haalbaarheid.

I. Netcongestie

Netcongestie is de situatie waarin de transportcapaciteit van het elektriciteitsnet is bereikt, waardoor gevraagde of aangeboden vermogensstromen niet volledig kunnen worden getransporteerd. Om fysieke congestie te voorkomen wordt er in veel regio's gewerkt met wachtrijen of met een complete aansluit-stop. Door netcongestie kan een geothermieput mogelijk geen aansluiting krijgen op het elektriciteitsnet.

Mitigatie van netcongestie door buffering en power-to-heat Door een slimme inzet van buffering en Power-to-Heat kan een warmtenet met een centrale warmtepomp bijdragen aan het verlichten van netcongestie ten opzichte van een volledig elektrische warmtepompoplossing. Een centrale warmtepomp wordt naar verwachting aangesloten op het middenspanningsnet, terwijl individuele warmtepompen juist extra belasting veroorzaken op het laagspanningsnet. Het is daarom van belang om tijdig en regelmatig met Enexis af te stemmen over de beschikbare capaciteit op de verschillende spanningsniveaus.

Afbeelding 8.2 Capaciteitskaart van de regionale netbeheerder voor het zoekgebied van ORO-01¹



II. Vollooperpercentage

Het vollooperpercentage geeft aan welk aandeel van de potentiële aansluitingen in een gebied daadwerkelijk wordt aangesloten op een warmtenet. Bijvoorbeeld: als in een wijk 100 woningen geschikt zijn voor aansluiting en uiteindelijk 60 woningen worden aangesloten, is het vollooperpercentage 60 %.

Het vollooperpercentage is belangrijk voor de haalbaarheid van een warmtenet, omdat een hoger percentage leidt tot een betere benutting van de infrastructuur en een gunstigere businesscase. In de analyse is uitgegaan van 100 % aansluiting binnen de geselecteerde buurten. In de praktijk geven warmtebedrijven echter aan dat het aansluit- of vollooperpercentage doorgaans tussen de 50 % en 70 % ligt.

¹ Bron: [Capaciteitskaart elektriciteitsnet | Regionale netbeheerders - Afname](#).

Dat betekent dat de gerealiseerde warmtevraag in de praktijk lager zal uitvallen dan in deze analyse is aangenomen, wat gevolgen heeft voor de financiële haalbaarheid. Het is daarom van belang dit in vervolgonderzoek nader te kwantificeren.

Voor de clusters Brielle en Made vormt het volloopperscentage een belangrijk aandachtspunt. In deze gebieden is de aansluiting van glastuinbouwclusters namelijk bepalend voor het realiseren van een voldoende warmtevraag. Het daadwerkelijk aansluiten van deze afnemers is daarmee cruciaal voor het behalen van een robuuste en haalbare afzetbasis.

III. Match warmtesysteem en woningbestand op basis van Isolatiegraad

De kansrijkheid van een midden-temperatuur (MT) warmtenet kan per wijk of buurt verschillen. Wijken met een groot aandeel goed geïsoleerde woningen (met een hoog energielabel) zijn sneller geschikt voor lage-temperatuurverwarming en hebben vaak minder behoefte aan een MT-warmtenet. De isolatiegraad van woningen is hierbij een belangrijke indicator, omdat deze aangeeft hoeveel warmteverlies er optreedt. Goed geïsoleerde woningen kunnen met lagere aanvoertemperaturen comfortabel worden verwarmd, terwijl woningen met een lage isolatiegraad hogere temperaturen nodig hebben. Dit maakt een goede afstemming tussen de isolatiegraad van de gebouwde omgeving en de aanvoertemperatuur van het warmtenet essentieel.

Voor de kansrijke locaties geldt dat de gebouwvoorraad grotendeels bestaat uit panden met energielabels A tot en met D, wat in principe geschikt is voor aansluiting op een MT-warmtenet. Voor vervolgonderzoek is het echter belangrijk rekening te houden met de feitelijke isolatiegraad en de daarmee samenhangende warmtevraag. Dit heeft directe gevolgen voor de participatie van gebruikers, aangezien zij minder snel zullen aansluiten wanneer eerst grote investeringen in isolatie nodig zijn, en beïnvloedt daarmee ook de haalbaarheid van een sluitende businesscase.

IV. Financiële haalbaarheid

Hoewel de aangewezen gebieden als kansrijk worden beschouwd, bestaat er nog onzekerheid over de financiële haalbaarheid. Bij realisatie is investering nodig in zowel de geothermieputten als het leidingnet. Locatie-specifieke factoren, zoals de aanwezigheid van veel asfalt, smalle straten en kruisingen met bestaande infrastructuur, kunnen de aanlegkosten daarbij aanzienlijk verhogen.

Om tot een onderbouwde besluitvorming te komen over de realisatie van een warmtenet, is **nader onderzoek noodzakelijk**. Hierin dienen de investerings-, herinvesterings- en onderhoudskosten voor zowel de geothermieputten als het leidingnet te worden geraamd en afgezet tegen de verwachte inkomsten en beschikbare subsidies in een businesscase.

Aanvullend zijn er, naast warmtevraagdichtheid, diverse indicatoren die een positieve invloed kunnen hebben op de financiële haalbaarheid en die door gemeenten in kaart kunnen worden gebracht:

- **gestapelde bouw:** Gestapelde bouw heeft een directe, positieve invloed op de aansluitkosten per woning. Dit is gunstig, maar de impact is kleiner dan de invloed van de warmtevraagdichtheid op de totale netwerkkosten;
- **bouwjaar:** Oudere bouw leent zich (door hoge isolatiekosten) mogelijk beter voor inpassing van een collectief MT-warmtenet (ten opzichte van individuele oplossingen). Dit is een belangrijke overweging, maar heeft een relatief beperkte en indirecte invloed op de totale kosten en baten van het warmtenet zelf;
- **corporatie-bezit:** Veel corporatiebezit vergemakkelijkt het realisatieproces en brengt meer zekerheid van de afzet. Het beslissingsproces wordt sterk vereenvoudigd (één partij), wat resulteert in een hogere kans op een hoog volloopperscentage en daarmee een betere economische haalbaarheid;
- **ander institutioneel bezit:** Veel publiek bezit levert een stabiele en grote basislast die de exploitatie en het rendement van het warmtenet direct verbetert, terwijl het tegelijkertijd de besluitvorming vergemakkelijkt.

8.3 Beslissingenmatrix

Alle eerder gepresenteerde informatie in deze studie is samengebracht in een beslissingsmatrix. Voor de tien meest kansrijke gebieden wordt hierin een afweging gemaakt of uitwisseling van lage-temperatuur aardwarmte in het betreffende gebied:

- toepasbaar is;
- toepasbaar is mits aanvullende voorwaarden worden vervuld;
- niet toepasbaar is tenzij mitigerende maatregelen mogelijk zijn;
- niet toepasbaar is.

De beoordeling is gebaseerd op een combinatie van kansrijkheid, relevante onzekerheden en mogelijke mitigerende maatregelen. De volledige matrix is opgenomen in bijlage III, de belangrijkste conclusies zijn samengevat in tabel 8.2.

Tabel 8.2 Conclusies van beslissingenmatrix (Bijlage III)

Naam gebied	Toepasbaarheid
Zevenbergen	toepasbaar, mits voldoende net- of contractcapaciteit beschikbaar is voor een centrale warmtepomp en de woningvoorraad voldoende is geïsoleerd om met een aanvoertemperatuur van 70 °C te kunnen worden verwarmd
Sommelsdijk	toepasbaar, mits er eerst een isolatieslag plaatsvindt en nader onderzoek tot een sluitende business case kan komen in verband met lagere warmtevraagdichtheid en hogere verwachte investeringskosten
Made	toepasbaar, mits het aansluitpercentage boven 60 % ligt of de glastuinbouwbedrijven worden aangesloten
Fijnaart	toepasbaar, mits er genoeg afzet gecreëerd kan worden en nader onderzoek tot een sluitende business case kan komen in verband met lagere warmtevraagdichtheid en hogere verwachte investeringskosten
Spijkenisse	toepasbaar, mits er voldoende net- of contractcapaciteit beschikbaar is voor warmtepompen en er een groot genoeg afzetgebied kan worden gerealiseerd, ook met lagere vollooperpercentages
Hellevoetsluis	toepasbaar, mits er genoeg afzet gecreëerd kan worden
Breda	niet toepasbaar, tenzij er net- of contractcapaciteit beschikbaar is voor de aansluiting van een centrale warmtepomp en het financieel haalbaar blijkt uit nader onderzoek
Oud-Beijerland	toepasbaar, mits er net- of contractcapaciteit beschikbaar is voor de aansluiting van een centrale warmtepomp en de Zeeheldenwijk voldoende geïsoleerd wordt
Schiedam	niet toepasbaar, tenzij de woningvoorraad in Schiedam ingrijpend wordt geïsoleerd en daarmee geschikt wordt gemaakt voor aansluiting op een midden-temperatuur (MT) warmtenet
Brielle	niet toepasbaar, tenzij de glastuinbouwbedrijven worden aangesloten, er voldoende afzet wordt gerealiseerd en de transportleiding tussen de gebouwde omgeving en de kassen financieel haalbaar is (nader te onderzoeken in vervolgonderzoek)

8.4 Vervolgstappen voor een aanvraag 'Toewijzing zoekgebied aardwarmte'

Een van de eerste stappen richting een aardwarmteproject is de aanvraag voor een 'toewijzing zoekgebied aardwarmte'. Dit is een eerste vergunning om de voorbereidingen te treffen voor de aanvraag van een startvergunning aardwarmte. Een toewijzing zoekgebied aardwarmte verleent de vergunde partij het exclusief recht om het verdere vergunningstraject voor een bepaald gebied te doorlopen, er mag echter nog niet geboord worden. De toewijzing zoekgebied aardwarmte geldt voor 4 jaar met een eenmalige verlenging van een jaar, of een verlenging van 4 jaar bij het indienen van een startvergunning aardwarmte. In tabel 8.3 staat aangegeven hoe de aanvraag is opgebouwd en welke vervolgstappen, wat betreft geologie en warmteafzet, nog nodig zijn om tot een aanvraag te komen. De precieze indieningsvereisten staan beschreven in de Mijnbouwwet en zijn verder gerubriceerd en toegelicht in bijlage IV.

Tabel 8.3 Inhoudsopgave voor een aanvraag 'Toewijzing zoekgebied aardwarmte'. De status van benodigde vervolgstappen voor eventueel vervolgonderzoek staan hierin aangegeven

§	Onderdeel	Vervolgstappen
1	aanvraagformulier	
2	indieningsvereisten	
3	inleiding	
4	Locatie aangevraagd gebied	geen nader onderzoek benodigd; projectspecifieke inzameling openbare data
	<ul style="list-style-type: none"> ~ - topografische kaart met omlijning ~ - tabel met hoekpunten ~ - oppervlakte aangevraagd gebied ✓ - dieptebereik van aangevraagd gebied (lithostratigrafische eenheden) ~ - opsomming provincies, gemeenten, waterschappen overlappend met aangevraagd gebied 	bepaling locatie en grootte zoekgebied afhankelijk van project. Overige is openbare data
5	Plan van uitvoering	op te stellen per project
	<ul style="list-style-type: none"> X - werkplan voor opsporing en winning; welke verkenningsonderzoeken, verwacht aantal systemen X - planning van werkplan X - communicatieplan 	verkenningsonderzoeken kunnen bestaan uit aanvullend seismisch onderzoek (2D/3D) om exacte boorlocaties vast te stellen, proefboring en putttesten
6	Warmteafzet	stakeholder-inventarisatie
	<ul style="list-style-type: none"> ~ - beschrijving en locatie afnemers warmte ✓ - omvang warmtevraag en temperatuur ~ - wijze van distributie X - intentieovereenkomst(en) warmte afzet 	in een vervolgstap de warmtelevering aan de afnemers in kaart brengen, Na het vastleggen van intentieovereenkomsten van de warmte voor de diverse afnemers, kan de locatie, de warmtevraag, temperatuur en distributie verder in kaart worden gebracht
7	Ondergrond	geen nader onderzoek nodig, geohydrologisch onderzoek op basis van openbare data
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ - geologische beschrijving van de ondergrond <ul style="list-style-type: none"> · dwarsdoorsnede aardlagen · geologische structuur · stratigrafie · verwachte reservoir eigenschappen: <ul style="list-style-type: none"> - diepte top en basis reservoir - bruto dikte - netto-bruto verhouding - porositeit - permeabiliteit - geothermische gradiënt - saliniteit - Kh/Kv (horizontale/verticale transmissiviteit) · kartering verwachte breuken · seismiciteitsgevoeligheid: <ul style="list-style-type: none"> - ligging ten opzichte van seismisch actieve gebieden en historische seismiciteit - overlap met (gedepleteerde) gasvelden, opslagfaciliteiten, majeure breukzones ✓ - geothermisch vermogen (P50 & P90) ~ - geohydrologische status van het gebied: beschrijving ondiepe watervoerende pakketten zoals grondwaterstand en stromingsrichting 	<p>het detailniveau van de resultaten van deze studie is voldoende voor een aanvraag zoekgebied aardwarmte; we verwachten dat aanvullende onderzoeken niet substantieel onzekerheden verkleinen</p> <p>de geohydrologische status van het zoekgebied zal vastgesteld moeten worden per projectgebied op basis van openbare gegevens</p>
8	Planmatig beheer	geen nader onderzoek nodig; inpassing beleidsplannen per project

§	Onderdeel	Vervolgstappen
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ - beschermde en kwetsbare gebieden: ligging en status van: <ul style="list-style-type: none"> · waterwingebieden · grondwaterbeschermingszones · boringvrije zones X - gebieden voor aanvullende strategische voorraden <ul style="list-style-type: none"> · nature 2000-gebieden ✓ - beleidsplannen: inpassing binnen provinciale en gemeentelijke beleidsplannen - interferentie met andere mijnbouwactiviteiten: ligging ten opzichte van andere mijn bouwactiviteiten 	<p>de beschermde en kwetsbare gebieden en bestaande mijnbouwactiviteiten zijn voldoende in beeld gebracht</p> <p>de inpassing binnen beleidsplannen zal in overleg met het relevante openbaar gezag afgestemd moeten worden</p>
9	Financiering	op te stellen per project
	<ul style="list-style-type: none"> X - financiële positie aanvrager (en eventueel aandeelhouders): <ul style="list-style-type: none"> · jaarrekening · statuten aanvrager X - juridisch organogram - onderbouwing financieringsplan: <ul style="list-style-type: none"> · verwachte uitgaven opsporing- en winningsactiviteiten · wijze van financieren · beschrijving welke partijen deelnemen in financiering en voor welk deel · aannemelijk maken dat beoogde financiers inbreng gestand kunnen doen en intentie hiertoe bestaat 	

9

CONCLUSIE

Dit rapport onderzoekt de bovengrondse kansen voor aardwarmte rond de SCAN onderzoeks boring Oranjeoord-01 (ORO-01). Hier koppelen we de warmtevraag van de gebouwde omgeving en glastuinbouw aan het ondergrondse warmte-aanbod volgend uit de analyse van Stap 1, en duiden integraal de kansen en beperkingen van de onder- en bovengrond.

Om de ondergrondse potentie inzichtelijk te maken voor een realistisch aardwarmteproject, hebben we een logisch putontwerp gekozen waarmee het economisch winbare geothermische vermogen voor een geothermie-installatie in het zoekgebied is bepaald. Hieruit volgt dat de geothermische potentie in grote delen van het zoekgebied gemiddeld tot goed is, met vermogens van 2-5 MW_{th} in het centrale gebied langs de lijn Hellevoetsluis - Middelharnis - Goudswaard - Moerdijk - Breda - Tilburg. Richting de randen van het zoekgebied neemt het vermogen af naar minder dan 1 MW_{th} en is de potentie laag.

De bovengrondse kansen zijn in beeld gebracht en samengebracht tot tien kansrijke gebieden, evenals diverse kansrijke glastuinbouwclusters. Deze gebieden zijn kansrijk bevonden voor de afname van LT-aardwarmte. Meerdere kansrijke locaties zijn geïdentificeerd waar voldoende warmtevraag en een relatief hoge warmtevraagdichtheid bestaat, met name rond Goeree-Overflakkee en in het westen van Noord-Brabant. Echter blijkt dat grote afnameclusters, zoals Dordrecht, Rotterdam en Roosendaal, zich voornamelijk aan de randen van het geologische potentieel van het onderzochte laagpakket bevinden. Hierdoor is de ondergrondse potentie voor LT-aardwarmte in deze stedelijke kernen beperkt.

In veel gebieden is de geothermische potentie minder dan 4 MW_{th}. Door een gebrek aan precedentes is lastig in te schatten of projecten met dergelijke potentie financieel haalbaar zijn, aangezien het enige lage temperatuur aardwarmteproject in Zevenbergen rond 4 MW_{th} opwekte maar door technische redenen gestaakt is. Dit impliceert dat voor een groot deel van de onderzochte kernen nader onderzoek noodzakelijk is om de financiële haalbaarheid te toetsen. Hierbij moet worden opgemerkt dat is gerekend met economisch haalbare vermogens uitgaande van een begrensde COP, dus dat de technisch haalbare vermogens in de praktijk hoger kunnen liggen.

Om de haalbaarheid van bovengrondse projecten te vergroten, wordt aanbevolen te focussen op grote warmteafnemers. Gebieden met een hoge warmtevraagdichtheid, evenals ziekenhuizen, industrieterreinen met een substantiële warmtevraag en glastuinbouwclusters, bieden de beste kansen vanwege hun geconcentreerde en continue afname.

De geologische zekerheid is nu, met de ORO-01 proefboring, voldoende voor het gehele zoekgebied. Ondergrondse risico's zoals seismiciteit, boorrisico's en afdichting van het watervoerende pakket worden laag of mitigeerbaar ingeschat. Ook bovengrondse restrictiegebieden vormen geen beperking voor aardwarmteprojecten. Hierdoor kan aan de meeste technische eisen van een aanvraag toewijzing zoekgebied aardwarmte voldaan worden.

Bijlage(n)

BIJLAGE: OPTIMALISATIE VOOR NADER ONDERZOEK

Warmtevraagclusters die op basis van hun warmtevraagdichtheid potentie tonen voor collectieve warmtevoorziening, maar in de huidige analyse niet als kansrijk worden beoordeeld voor een midden-temperatuur (MT) warmtenet, kunnen in vervolgonderzoek nader worden beschouwd. Hierbij kunnen verschillende optimalisaties worden verkend om de technische en economische haalbaarheid alsnog te toetsen.

Hoewel deze optimalisaties binnen deze studie niet kwantitatief zijn beoordeeld, worden zij hier, niet uitputtend, benoemd als mogelijke richtingen voor verdere uitwerking. Mogelijke optimalisaties aan het systeem zijn onder andere:

- I verkleinen afzetgebied;
- II deellastlevering;
- III ander systeemconfiguratie;
- IV ander putontwerp.

I. Verkleinen of vergroten afzetgebied

In een haalbaarheidsstudie is het van belang dat het afzetgebied optimaal aansluit bij het beschikbare ondergrondse potentieel. Dit vereist een brongeoriënteerde benadering, waarbij de warmtebron zo dicht mogelijk bij de afnemers wordt gepositioneerd. Daarbij ligt de prioriteit bij het aansluiten van woningen met een hoge warmtevraagdichtheid, bij voorkeur binnen aaneengesloten buurten.

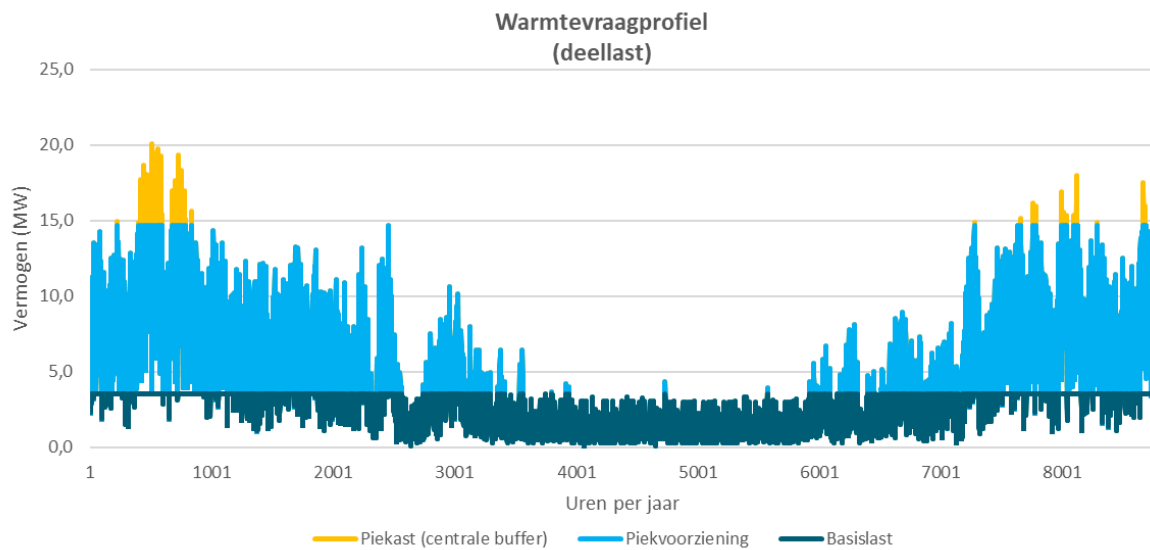
Indien de directe afzetmogelijkheden niet het volledige potentieel kan benutten, kan worden gekeken naar aanvullende afnemers in de nabijheid van bestaande warmtevraagclusters. Dit kunnen zowel woningen in de gebouwde omgeving als grotere utiliteitsgebouwen zijn. Op deze manier kan alsnog een voldoende schaal worden bereikt. Dit brengt echter doorgaans hogere kosten met zich mee. Daarom is het essentieel om in dergelijke gevallen een gedegen financiële analyse uit te voeren en te toetsen of een sluitende businesscase haalbaar is.

II. Deellastlevering

Wanneer de bovengrondse warmtevraag het ondergrondse potentieel overstijgt, kan, als alternatief voor het realiseren van meerdere putten, worden gekozen voor een strategie van deellastlevering met geothermie. In dit concept wordt de warmtebron continu ingezet op een lager vermogensniveau, bijvoorbeeld afgestemd op de zomerdalvraag. Zoals geïllustreerd in Afbeelding I.1 kan met circa 17,5 % van het nominale vermogen ongeveer 55 % van de jaarlijkse warmtevraag worden ingevuld. Deze benadering maakt het mogelijk om een groter afzetgebied te bedienen.

Voor vervolgonderzoek is het van belang om aandacht te besteden aan de samenstelling van een robuuste en flexibele bronnenmix. Aangezien geothermie in deze configuratie slechts een deel van de totale warmtevraag dekt, dient de resterende vraag te worden ingevuld met aanvullende, goed opschaalbare warmtebronnen. Hierbij kan worden gedacht aan andere duurzame bronnen, (groen)gasketels, of oplossingen zoals Power-to-Heat in combinatie met thermische opslag.

Afbeelding I.1 Warmtevraagprofiel in deellast



III. Andere systeemconfiguratie

Wanneer een gebied in de huidige analyse niet als kansrijk wordt beoordeeld voor een midden-temperatuur (MT) warmtenet, kan in vervolgonderzoek worden gekeken naar alternatieve systeemconfiguraties. Indien de bovengrondse warmtevraag te beperkt is om het beschikbare bronpotentieel volledig te benutten, kan de toepassing van lage-temperatuur (LT) of zeer-lage-temperatuur (ZLT) warmtenetten worden overwogen om het afzetgebied te vergroten.

Bij een ZLT-systeem wordt geen gebruikgemaakt van centrale piekvoorzieningen of korte-termijnopslag, waardoor een groter aandeel van de warmtevraag direct door de geothermische bron wordt geleverd. LT-systemen kennen doorgaans wel centrale piek- en opslagvoorzieningen, maar maken geen gebruik van collectieve warmtepompen voor temperatuurverhoging. Hierdoor wordt geen elektriciteit omgezet in warmte en kan eveneens een groter deel van het geothermisch potentieel worden benut, zij het in mindere mate dan bij ZLT-systemen.

Voor zowel LT- als ZLT-systemen is de isolatiegraad van de gebouwde omgeving een cruciale randvoorwaarde voor een efficiënte werking. Daarnaast wordt op basis van deze studie niet verwacht dat ZLT-systemen geschikt zijn voor koeling binnen het beschouwde gebied. Dit hangt samen met de relatief hoge minimale winbare brontemperaturen, die rond de 26 °C liggen.

IV. Ander putontwerp

In de huidige analyse is uitgegaan van een putontwerp met een 13 3/8" production casing, een 9 5/8" liner en een 500 m along hole productie interval, met een inclinatie van 70 °C. Er zijn natuurlijk ook andere putontwerpen denkbaar, die een lagere productiviteit hebben. Hierbij valt te denken aan een putontwerp met een kleinere liner (bijvoorbeeld 7"). Door de kleinere liner zullen de putverliezen (door verhoogde fricite) groter zijn, maar zal met lagere boorkosten kunnen worden gerealiseerd. Er zal dus, afhankelijk van de lokale warmtevraag, de beschikbare potentie in de ondergrond een optimalisatie kunnen worden uitgevoerd om tot een zo gunstig mogelijke business case te komen. Ook wordt in de huidige berekeningen de COP begrensd op minimaal 15, wat in sommige gevallen de injectiedrukken en flowrates kunstmatig begrenst. Hierin zijn in werkelijkheid dus andere keuzes te maken.



BIJLAGE: RESULTATEN AFWEGING KANSRIJKE GEBIEDEN

Tabel II.1 Resultaten afweging kansrijke gebieden

Naam	Potentie (MW)	Benodigd vermogen (MW)	Warmtevraag-dichtheid (GJ/ha)	Potenties (Score)	Match vraag en aanbod (Score)	Warmtevraag-dichtheid (Score)	Score
Zevenbergen	3,17	13,90	1.290,00	0,68	1,00	0,19	1,87
Sommelsdijk	3,42	3,36	780,00	0,74	0,98	0,11	1,84
Made	3,13	10,10	1.050,00	0,68	1,00	0,15	1,83
Fijnaart	3,25	5,11	670,00	0,70	1,00	0,10	1,80
Terheijden	2,65	3,60	1.380,00	0,57	1,00	0,20	1,77
Spijkenisse	2,96	24,60	800,00	0,64	1,00	0,12	1,76
Hellevoetsluis	2,92	8,11	730,00	0,63	1,00	0,11	1,74
Klundert	2,94	5,65	610,00	0,63	1,00	0,09	1,72
Oude-Tonge	2,72	2,48	660,00	0,59	0,91	0,10	1,59
Oosterhout (Oost)	2,22	2,38	620,00	0,48	1,00	0,09	1,57
Dorst	2,71	2,35	710,00	0,58	0,87	0,10	1,56
Dirksland	2,73	1,93	710,00	0,59	0,71	0,10	1,40
Anna jacobapolder	1,83	0,17	620,00	0,00	0,00	0,09	0,00
Zierikzee	0,75	2,66	990,00	0,00	1,00	0,14	0,00
Bruinisse	1,77	1,65	620,00	0,00	0,93	0,09	0,00
Maasdijk	1,40	1,94	620,00	0,00	1,00	0,09	0,00
Bavel	1,81	5,34	800,00	0,00	1,00	0,12	0,00
Molenschot	1,99	1,19	690,00	0,00	0,00	0,10	0,00
Rucphen	0,00	4,02	1.130,00	0,00	1,00	0,16	0,00
Zegge	1,47	1,73	990,00	0,00	1,00	0,14	0,00
Nieuw-Vossemeer	0,99	2,08	620,00	0,00	1,00	0,09	0,00
Oud-Gastel	1,64	5,87	630,00	0,00	1,00	0,09	0,00
Moerdijk	2,73	1,23	660,00	0,59	0,00	0,10	0,00
Willemstad (Noord)	2,70	1,47	650,00	0,58	0,00	0,09	0,00

Naam	Potentie (MW)	Benodigd vermogen (MW)	Warmtevraag-dichtheid (GJ/ha)	Potenties (Score)	Match vraag en aanbod (Score)	Warmtevraag-dichtheid (Score)	Score
Willemstad (Zuid)	2,70	0,38	670,00	0,58	0,00	0,10	0,00
Helwijk	2,67	0,56	1.120,00	0,58	0,00	0,16	0,00
Wagenbergen	3,02	0,97	790,00	0,65	0,00	0,12	0,00
Hooge Zwaluwe	2,85	0,54	890,00	0,61	0,00	0,13	0,00
Lage Zwaluwe	2,37	0,69	1.010,00	0,51	0,00	0,15	0,00
Maasdijk	0,98	1,94	620,00	0,00	1,00	0,09	0,00
Heenweg	0,00	0,35	830,00	0,00	1,00	0,12	0,00
Ouddorp	2,33	0,85	640,00	0,50	0,00	0,09	0,00
Stellendam	2,91	1,06	890,00	0,63	0,00	0,13	0,00
Den Bommel	3,06	0,76	660,00	0,66	0,00	0,10	0,00
Melissant	2,71	1,12	640,00	0,58	0,00	0,09	0,00
Herkingen	2,56	0,67	670,00	0,55	0,00	0,10	0,00
Heenvliet	1,91	0,54	750,00	0,00	0,00	0,11	0,00
Geervliet	3,22	0,65	770,00	0,70	0,00	0,11	0,00
Hank	0,00	3,41	690,00	0,00	1,00	0,10	0,00
Rockanje	2,74	1,11	770,00	0,59	0,00	0,11	0,00
Brielle (Noord)	3,24	1,56	690,00	0,70	0,00	0,10	0,00
Brielle (Zuid)	2,78	0,69	860,00	0,60	0,00	0,13	0,00
Rijsoord	0,64	2,66	610,00	0,00	1,00	0,09	0,00
Sint Willibrord	1,23	9,77	970,00	0,00	1,00	0,14	0,00
Sprundel	0,78	3,89	850,00	0,00	1,00	0,12	0,00
Barendrecht	0,47	186,94	3.540,00	0,00	1,00	0,52	0,00
Breda	1,91	209,03	1.380,00	0,00	1,00	0,20	0,00
Dongen	1,11	16,38	1.170,00	0,00	1,00	0,17	0,00
Dordrecht	1,41	627,34	4.900,00	0,00	1,00	0,72	0,00
Etten-Leur	0,88	38,49	1.370,00	0,00	1,00	0,20	0,00
Geertruidenberg	0,71	6,76	1.100,00	0,00	1,00	0,16	0,00
Heerjansdam	0,77	8,26	3.400,00	0,00	1,00	0,50	0,00
Oosterhout	1,93	46,90	1.380,00	0,00	1,00	0,20	0,00
Oud-Beijerland	1,91	6,38	750,00	0,00	1,00	0,11	0,00
Oudenbosch	1,35	11,98	1.070,00	0,00	1,00	0,16	0,00
Papendrecht	0,00	191,99	5.030,00	0,00	1,00	0,73	0,00
Poortugaal	1,75	2,41	710,00	0,00	1,00	0,10	0,00
Raamsdonkveer	0,57	13,07	1.080,00	0,00	1,00	0,16	0,00
Rijen	1,54	15,96	1.240,00	0,00	1,00	0,18	0,00

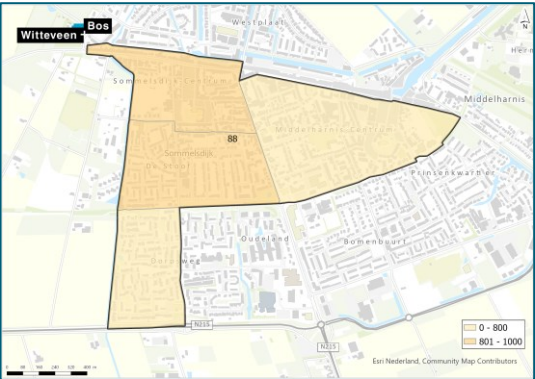
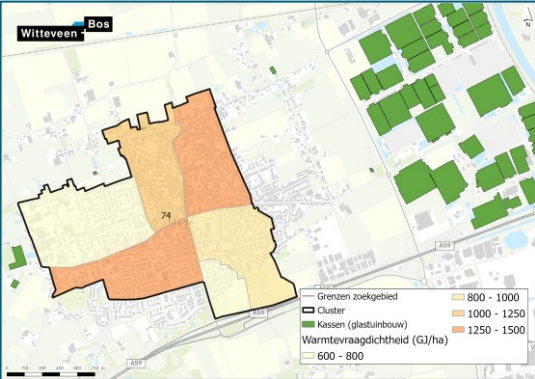
Naam	Potentie (MW)	Benodigd vermogen (MW)	Warmtevraag-dichtheid (GJ/ha)	Potenties (Score)	Match vraag en aanbod (Score)	Warmtevraag-dichtheid (Score)	Score
Roosendaal	1,66	10,14	1.340,00	0,00	1,00	0,20	0,00
Rotterdam	0,00	1.288,15	6.850,00	0,00	1,00	1,00	0,00
's-Gravenzande	0,00	5,21	980,00	0,00	1,00	0,14	0,00
Schiedam	1,78	13,91	1.290,00	0,00	1,00	0,19	0,00
Steenbergen	1,43	11,41	840,00	0,00	1,00	0,12	0,00
Vlaardingen	1,45	29,52	1.310,00	0,00	1,00	0,19	0,00
Zuidland	4,63	2,56	700,00	1,00	0,00	0,10	0,00
Hendrik Ido Ambacht	0,95	329,65	6.460,00	0,00	1,00	0,94	0,00
Zwijndrecht	1,47	67,61	4.830,00	0,00	1,00	0,71	0,00
Naam	potentie (MW)	Benodigd vermogen (MW)	Warmtevraag dichtheid (GJ/ha)	Potenties (Score)	Match vraag en aanbod (Score)	Warmtevraagdichtheid (Score)	Score

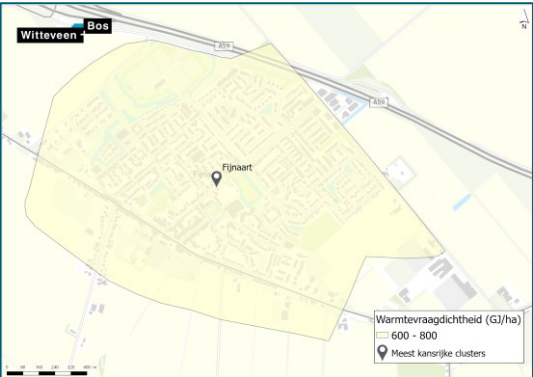
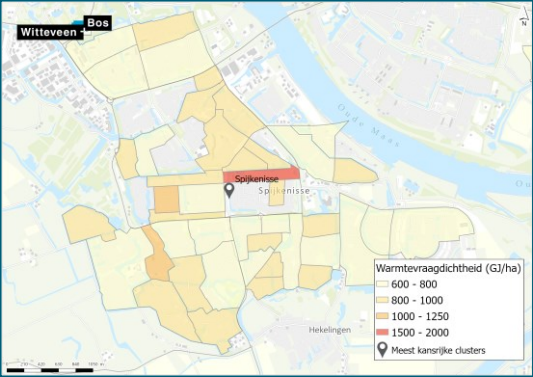


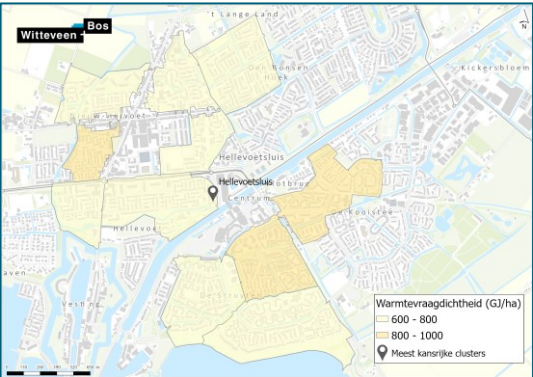
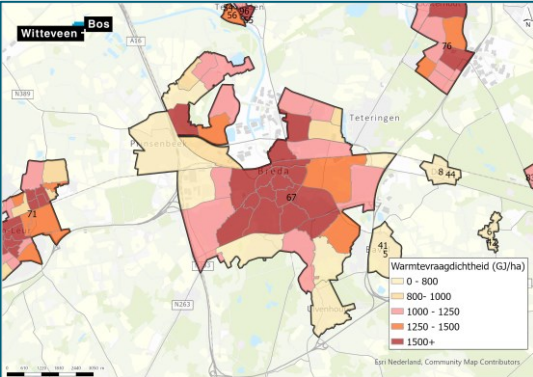
BIJLAGE: BESLISSINGENMATRIX

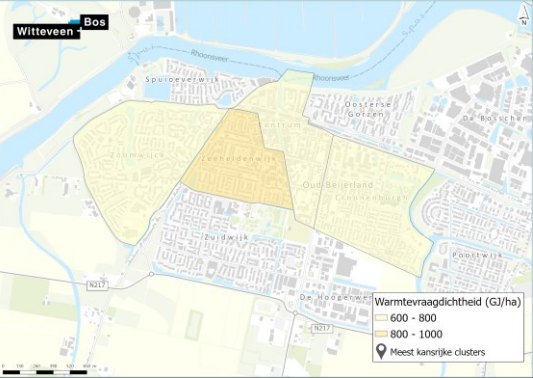
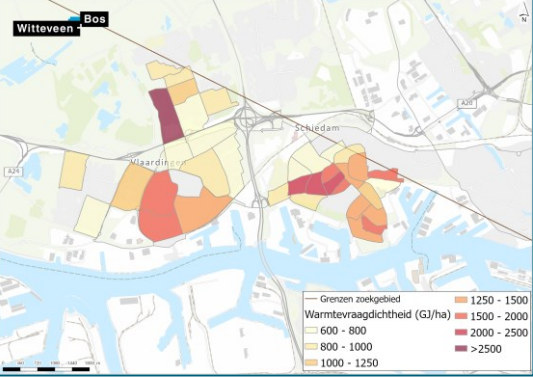
Tabel III.1 Beslissingenmatrix

Kansrijke cluster	Kansrijkheid	Onzekerheden	Mitigerende maatregelen	Toepasbaarheid
<p>Zevenbergen</p>	<p>Zevenbergen centrum heeft een zeer grote warmtevraagdichtheid en kan volledig gebruik maken van het ondergrondse potentieel. Gemeente Moerdijk heeft Zevenbergen centrum in de TVW aangegeven als kansrijk voor een collectieve oplossing.</p> <p>Ondergrondse geothermisch potentieel (LT) voor het ORO-01 zoekgebied is circa 3,1 MW.</p>	<p>Netcongestie: tekort aan transportcapaciteit met wachtrij. Bouwjaar: Groot aandeel panden met bouwjaar voor 1945. Bestaande vergunningen: Vervolgvergunning aardwarmte ZEVENBERGEN (Visser & Smit Hanab B.V.)</p>	<p>Netcongestie: Overleg nodig met Enexis over beschikbaarheid op de verschillende netvlakken. Mogelijk is Enexis gelimiteerd aan uitbreiding Tennet. Bouwjaar: Sturing op isolerende maatregelen vanuit gemeente, zoals aangegeven in TVW.</p>	<p>Toepasbaar, mits voldoende net- of contractcapaciteit beschikbaar is voor een centrale warmtepomp en de woningvoorraad voldoende is geïsoleerd om met een aanvoertemperatuur van 70 °C te kunnen worden verwarmd.</p>

Kansrijke cluster	Kansrijkheid	Onzekerheden	Mitigerende maatregelen	Toepasbaarheid
<p>Sommelsdijk</p> 	<p>Sommelsdijk en Middelharnis hebben gezamenlijk 4 buurten met een warmtevraagdichtheid van boven de 600 GJ per hectare.</p> <p>Ondergrondse geothermisch potentieel (LT) voor het ORO-01 zoekgebied is circa 3,4 MW.</p>	<p>Bouwjaar: Groot aandeel panden met bouwjaar voor 1945 in Sommeldijk centrum en het centrum van Middelharnis.</p> <p>Warmtevraagdichtheid: Lagere warmtevraagdichtheid, wat een indicatie kan zijn voor hogere leidingkosten en een complexe business case.</p>	<p>Bouwjaar: Sturing op isolerende maatregelen vanuit gemeente, zoals aangegeven in TVW.</p> <p>Warmtevraagdichtheid: Onderzoek de optimale fasering, prioriteer grote afnemers.</p>	<p>Toepasbaar, mits e de woningvoorraad voldoende is geïsoleerd om met een aanvoertemperatuur van 70 °C te kunnen worden verwarmd en nader onderzoek tot een sluitende business case kan komen i.v.m. de lagere warmtevraagdichtheid en daarmee hogere leidinglengtes.</p>
<p>Made</p> 	<p>Made bevat 6 buurten met die kansrijk zijn voor een collectieve warmtevoorziening, in combinatie met het nabijgelegen glastuinbouwclusters kan er voldoende afzet gecreëerd voor afname van LT-aardwarmte.</p> <p>Het ondergrondse geothermische potentieel (LT) bedraagt gemiddeld circa 3,1 MW voor het gebied.</p>	<p>Geologie: Hoge zekerheid. Mogelijk aanvullende kartering van Rijen breuk en maatwerk SRIMA.</p> <p>Seismiciteit: ligging nabij Rijen-breuk.</p> <p>Vollooppercentage: Bij een laag aansluitpercentage (onder de 60 %) en geen levering naar de tuinders wordt het volledig bronpotentieel van LT-aardwarmte niet benut.</p> <p>Bouwjaar: De woningvoorraad in Made is gevarieerd, met een concentratie van woningen van voor 1945 in het centrum, met name langs de Nieuwstraat en Marktstraat.</p> <p>Bestaande vergunningen: Toewijzing zoekgebied aardwarmte Made I, 2 (Geothermie Plukmade)</p>	<p>Seismiciteit: Voldoende afstand van Rijen-breuk, monitoring</p> <p>Vollooppercentage: inzet op een vroegtijdige participatiestrategie en inzetten op het aansluiten van utiliteit en woningcorporatiebezit. Ook het aansluiten van de tuinders is hier belangrijk voor de haalbaarheid.</p> <p>Bouwjaar: Er kan gestuurd worden op isolerende maatregelen vanuit de gemeente, zoals ook aangegeven in de transitie visie warmte.</p>	<p>Toepasbaar, mits er genoeg afzet gecreëerd kan worden of de glastuinbouwbedrijven worden aangesloten, en de ligging t.o.v. de Rijen-breuk niet leidt tot knelpunten.</p>

Kansrijke cluster	Kansrijkheid	Onzekerheden	Mitigerende maatregelen	Toepasbaarheid
<p>Fijnaart</p> 	<p>Fijnaart is een kleinere kern met een warmtevraagdichtheid van 670 GJ per hectare.</p> <p>Het ondergrondse geothermische potentieel (LT) bedraagt gemiddeld circa 3,3 MW voor het gebied.</p>	<p>Vollooppercentage: Hoog vollooppercentage nodig voor optimale benutting geothermie bron.</p> <p>Woningvoorraad: Molenstraat en Kadedijk veel historische panden, verder verspreide bouwjaren.</p> <p>Warmtevraagdichtheid: Lagere warmtevraagdichtheid, wat een indicatie kan zijn voor hogere leidingkosten en een complexe business case.</p>	<p>Vollooppercentage: inzet op een vroegtijdige participatiestrategie. Indien nodig het afzetgebied vergroten met glastuinbouwkassen ten Zuidoosten van Fijnaart.</p> <p>Woningvoorraad: isolatie nodig voor historische panden, verkleint de afzet.</p>	<p>Toepasbaar, mits er genoeg afzet gecreëerd kan worden omdat het afzetgebied betrekkelijk klein is en nader onderzoek tot een sluitende business case kan komen i.v.m. lagere warmtevraagdichtheid en hogere verwachte investeringskosten.</p>
<p>Spijkennisse</p> 	<p>Spijkennisse kent meerdere buurten met een warmtevraagdichtheid van meer dan 600 GJ per hectare. Groenewoud Hoog springt eruit met circa 1.500 GJ per hectare.</p> <p>Voor Groenewoud Hoog is een bronvermogen van circa 1 MW benodigd, terwijl het ondergrondse geothermische potentieel circa 3 MW bedraagt. Dit betekent dat aansluiting van aangrenzende buurten noodzakelijk is om voldoende warmteafzet te realiseren. Ook in de Transitievisie Warmte van Voorne-Putten wordt geothermie voor Spijkennisse</p>	<p>Boorrisico: Mogelijke gas pockets door ligging boven olie-/gasveld.</p> <p>Netcongestie: het gebied in en rond Spijkennisse is in onderzoek bij Stedin en kent een wachtrij.</p> <p>Vollooppercentage: de warmtevraag van Groenewoud Hoog is onvoldoende, aansluiting van een groter deel van Noord-Spijkennisse is nodig, wat leidt tot hogere investeringskosten.</p> <p>Woningvoorraad: groot aandeel panden uit de periode 1945–1990; mogelijk is eerst aanvullende isolatie vereist voordat aansluiting kan plaatsvinden.</p> <p>Bestaande vergunningen: Toewijzing zoekgebied aardwarmte ROTTERDAM-BAR (Essent, OMV)</p>	<p>Boorrisico: Hydrocarbon risk assessment; boring met BOP.</p> <p>Netcongestie: Overleg nodig met Enexis over beschikbaarheid op de verschillende netvlakken. Mogelijk is Enexis gelimiteerd aan uitbreiding Tennet.</p> <p>Vollooppercentage: vroegtijdige participatie strategie.</p> <p>Bouwjaar: Sturing op isolerende maatregelen vanuit gemeente, zoals aangegeven in TVW.</p>	<p>Toepasbaar, mits er voldoende net- of contractcapaciteit beschikbaar kan worden gesteld voor centrale warmtepompen en er voldoende afzet kan worden gerealiseerd, ook met lagere vollooppercentages.</p>

Kansrijke cluster	Kansrijkheid	Onzekerheden	Mitigerende maatregelen	Toepasbaarheid
<p>Hellevoetsluis</p> 	<p>Hellevoetsluis heeft een ondergrondse geothermische potentie van 2,9 MW en meerdere buurten met een warmtevraagdichtheid boven 600 GJ/ha. Buurten Koele Nacht en Hooghen Hoek, met de hoogste warmtevraagdichtheid, hebben elk minder dan 1 MW bronvermogen nodig, waardoor een groter afzetgebied nodig is. Ook de Transitievisie Warmte Voorne-Putten benoemt geothermie in Hellevoetsluis als een kansrijke bron.</p>	<p>Vollooppercentage: de warmtevraag van Hooghen Hoek en Koele nacht (beste buurten) is onvoldoende, aansluiting van een groter deel van Hellevoetsluis is nodig, wat leidt tot hogere investeringskosten. Bouwjaar: groot aandeel panden in het zuiden van Hellevoetsluis komen uit de periode 1975–1990, veel isolatie wordt niet nodig geacht. Bestaande vergunningen: Toewijzing zoekgebied aardwarmte NISSEWAARD (Yeager), BRIELLE-2 (Aardyn BV)</p>	<p>Vollooppercentage: inzet op een vroegtijdige participatiestrategie en inzetten op het aansluiten van utiliteit en woningcorporatiebezit. Afzetgebied: nader onderzoek nodig naar de optimale omvang in relatie tot de investeringskosten</p>	<p>Toepasbaar, mits er genoeg afzet gecreëerd kan worden.</p>
<p>Breda</p> 	<p>Breda is een grote kern met veel buurten met een hoge warmtevraagdichtheid.</p> <p>Het ondergrondse geothermische potentieel (LT) bedraagt gemiddeld circa 1,9 MW voor het gebied.</p>	<p>Netcongestie: In het voedingsgebied Breda van Enexis is er een tekort aan transportcapaciteit en een wachtrij.</p> <p>Bouwjaar: Veel panden van voor 1945 in de buurten met een hoge warmtevraagdichtheid.</p> <p>Ondergrondse potentie: De ondergrondse potentie is laag met circa 1,9 MW. Het is daarom nog onduidelijk of de investeringskosten voor een put kunnen worden terugverdiend.</p>	<p>Netcongestie: Overleg nodig met Enexis over beschikbaarheid op de verschillende netvlakken. Mogelijk is Enexis gelimiteerd aan uitbreiding TenneT. Bouwjaar: Er kan gestuurd worden op isolerende maatregelen vanuit de gemeente, zoals ook aangegeven in de transitie visie warmte. Ondergrondse potentie: Verder onderzoek nodig met een focus op de financiële haalbaarheid.</p>	<p>Niet toepasbaar, tenzij er net- of contractcapaciteit beschikbaar kan worden gesteld voor de aansluiting van een centrale warmtepomp en het financieel haalbaar blijkt uit nader onderzoek i.v.m. de relatief lage ondergrondse potentie.</p>

Kansrijke cluster	Kansrijkheid	Onzekerheden	Mitigerende maatregelen	Toepasbaarheid
<p>Oud-Beijerland</p> 	<p>Oud-Beijerland heeft 4 buurten die kansrijk zijn, waarbij de Zeeheldenwijk de hoogste warmtevraagdichtheid heeft.</p> <p>Het ondergrondse geothermische potentieel (LT) bedraagt gemiddeld circa 1,9 MW voor het gebied.</p>	<p>Boorrisico: Mogelijke gas pockets door ligging boven olie-/gasveld. Netcongestie: In het voedingsgebied Hoeksche Waard & Zuidelijk Dordrecht van Stedin is er een tekort aan transportcapaciteit en een wachtrij. Bouwjaar: Zoomwijk is geschikt voor MT, met veel panden van bouwjaar 1975 tot 1990, terwijl in de Zeeheldenwijk veel historische panden zijn van voor 1945. Bestaande vergunningen: Toewijzing zoekgebied aardwarmte ROTTERDAM-BAR (Essent, OMV)</p>	<p>Boorrisico: Hydrocarbon risk assessment; boring met BOP? Netcongestie: Overleg nodig met Stedin over beschikbaarheid op de verschillende netvlakken. Mogelijk is Stedin gelimiteerd aan uitbreiding Tennet. Bouwjaar: Er kan gestuurd worden op isolerende maatregelen vanuit de gemeente, zoals ook aangegeven in de transitie visie warmte.</p>	<p>Toepasbaar, mits er net- of contractcapaciteit beschikbaar is voor de aansluiting van een centrale warmtepomp en de Zeeheldenwijk voldoende geïsoleerd wordt.</p>
<p>Schiedam</p> 	<p>Schiedam bevat meerdere buurten met een hoge warmtevraagdichtheid. Er is genoeg afzet om de ondergrondse potentie voor LT-aardwarmte volledig te benutten. Daardoor kan gekeken worden naar een optimale fasering, waarbij buurten met een hoge warmtevraagdichtheid worden geprioriteerd. Het ondergrondse geothermische potentieel (LT) bedraagt gemiddeld circa 1,8 MW voor het gebied.</p>	<p>Boorrisico: Mogelijke gas pockets door ligging boven olie-/gasveld. Bouwjaar: De woningvoorraad in Schiedam is voornamelijk met gebouwen van voor 1945. Hiervoor is een HT warmtenet beter passend, of er is grootschalig isolatie nodig. Bestaande vergunningen: Deels overlap met Toewijzing zoekgebied aardwarmte ROTTERDAM-BAR (OMV GeoTherm NL, Essent Infrastructure Solutions B.V.)</p>	<p>Boorrisico: Hydrocarbon risk assessment; boring met BOP? Bouwjaar: Er kan gestuurd worden op isolerende maatregelen vanuit de gemeente, zoals ook aangegeven in de transitie visie warmte.</p>	<p>Niet toepasbaar, tenzij de woningvoorraad in Schiedam wordt geïsoleerd en daarmee geschikt wordt gemaakt voor aansluiting op een midden-temperatuur (MT) warmtenet en het financieel haalbaar blijkt uit nader onderzoek i.v.m. de relatief lage ondergrondse potentie.</p>

Kansrijke cluster	Kansrijkheid	Onzekerheden	Mitigerende maatregelen	Toepasbaarheid
<p>Brielle</p> 	<p>De buurten Rugge en Kleine Goote hebben onvoldoende warmtevraag voor volledige benutting van de bron. Bij aansluiting van de glastuinbouwkassen is er echter voldoende afzet, waardoor ook de gebouwde omgeving kan profiteren.</p> <p>Het ondergrondse potentieel voor lage-temperatuur aardwarmte bedraagt circa 3,2 MW.</p>	<p>Boorrisico: Mogelijke gas pockets door ligging boven olie-/gasveld. Vollooppercentage: woonkernen creëren onvoldoende afzet. Glastuinbouw is nodig. Woningvoorraad: Kleine Goote voornamelijk 1975 tot 1990, de Rugge voornamelijk 1945-1975. Geografie: De ligging van de kassen ten opzichte van de tuinders zorgt voor grote afstanden voor het leidingwerk. Bestaande vergunningen: Deels overlap met Toewijzing zoekgebied aardwarmte BRIELLE-2 (Aardyn BV), Startvergunning Vierpolders (Aardyn BV)</p>	<p>Boorrisico: Hydrocarbon risk assessment; boring met BOP? Vollooppercentage: Belangen ophalen glastuinbouwbedrijven en gesprekken aangaan over de mogelijkheden samen met een vroegtijdige participatie strategie. Geografie: Aandachtspunt voor vervolgonderzoek</p>	<p>Niet toepasbaar, tenzij de glastuinbouwbedrijven worden aangesloten, er voldoende afzet wordt gerealiseerd in de gebouwde omgeving en de transportleiding tussen de gebouwde omgeving en de kassen financieel haalbaar is.</p>

IV

BIJLAGE: AANVRAAG TOEWIJZING ZOEKGEBIED AARDWARMTE - ONDERDELEN MIJNBOUWWET

Tabel IV.1 Relevante onderdelen van de mijnbouwwet waaraan voldaan moet worden in de aanvraag 'Toewijzing zoekgebied aardwarmte'¹

Referentie	Indieningsvereisten aanvraag zoekgebied
24e, lid 1a, Mbw	Een beschrijving van de aardlagen en de begrenzing ervan waar de aanvrager voornemens is aardwarmte op te sporen en te winnen.
24e, lid 1b, Mbw	Een beschrijving van de andere gebruiksmogelijkheden van het gebied, waaronder grondwater met het oog op de winning van drinkwater, of kenbare voornemens tot het opslaan van stoffen.
24e, lid 1c, Mbw	Een beschrijving van een plan voor de wijze waarop de aanvrager voornemens is aardwarmte op te sporen en te winnen.
24e, lid 1d, Mbw	Een beschrijving van de voorgenomen afzet van warmte en de afspraken hieromtrent.
24e, lid 1e, Mbw	Een beschrijving van de ervaring van de aanvrager met de ontwikkeling van aardwarmte-projecten en andere mijnbouwactiviteiten.
24e, lid 1f, Mbw	Een beschrijving van de wijze waarop de aanvrager voornemens is de opsporing en winning van aardwarmte te financieren.
1.3b.1, lid 1a, Mbr	De ligging en oppervlakte van het aangevraagde gebied.
1.3b.1, lid 1b, Mbr	Een beschrijving van de door de provinciale staten op grond van artikel 1.2, tweede lid, onderdeel a, van de Wet milieubeheer met het oog op de waterwinning aangewezen gebieden, uitgesplitst naar type gebied en de Natura 2000-gebieden als bedoeld in artikel 1.1. van de Wet natuurbescherming binnen het aangevraagde gebied.
1.3b.1, lid 1c, Mbr	Een beschrijving van de mijnbouwactiviteiten die reeds worden uitgevoerd of waartoe kenbare voornemens bestaan die mogelijk kunnen interfereren met de door de aanvrager voorgenomen opsporing en winning van aardwarmte, de aardlagen waarin die andere mijnbouwactiviteiten plaatsvinden of plaats zullen vinden, en de plaats van reeds aanwezige putten, zowel operationeel als buiten gebruik of buiten werking.
1.3b.1, lid 1d, Mbr	Een beschrijving van de eerder voorgekomen natuurlijke en geïnduceerde seismiteit.
1.3b.1, lid 1e, Mbr	Een beschrijving van de breuken en de plaats daarvan.
1.3b.1, lid 1f, Mbr	Een beschrijving van de geohydrologische status van het aangevraagde gebied.
1.3b.1, lid 1g, Mbr	Een beschrijving van de hoeveelheid potentieel winbare warmte in het aangevraagde gebied, uitgedrukt in petajoule.

¹ 'Format indienen aanvraag toewijzing zoekgebied aardwarmte' te vinden op <https://www.nlog.nl/aardwarmte-vergunningen>.

Referentie	Indieningsvereisten aanvraag zoekgebied
1.3b.1, lid 1h, Mbr	Een beschrijving van het potentieel vermogen dat in het aangevraagde gebied kan worden bereikt, bij een waarschijnlijkheid van 50 procent en 90 procent, uitgedrukt in megawatt, een onderbouwing daarvan, en een vermogensverwachtingscurve.
1.3b.1, lid 1i, Mbr	Een beschrijving van het doel, de omvang, uitgedrukt in petajoule, en de temperatuur van de voorgenomen afzet van warmte.
1.3b.1, lid 1j, Mbr	Het plan voor de wijze waarop de aanvrager voornemens is te communiceren met de betrokkenen in de omgeving waar de mijnbouwactiviteiten zullen plaatsvinden.
1.3b.1, lid 1k, Mbr	De gegevens, opgenomen in bijlage 1a van de Mbr.
1.3b.1, lid 1l, Mbr	Andere gegevens die de aanvrager heeft gebruikt bij de onderbouwing van de aanvraag.
1.3b.1, lid 2a, Mbr	Een beschrijving van de regionale geologie.
1.3b.1, lid 2b, Mbr	De verkenningsonderzoeken die de aanvrager voornemens is uit te voeren en het daarbij behorende tijdschema.
1.3b.1, lid 2c, Mbr	Een opgave van het beoogde aantal putten.
1.3b.1, lid 2d, Mbr	Een beschrijving van de manier waarop de aanvraag past binnen provinciale of gemeentelijke beleidsplannen ten aanzien van aardwarmte voor het aangevraagde gebied.
1.3b.1, lid 2e, Mbr	Een kopie van verklaringen van of overeenkomsten met de beoogde afnemers van de warmte waaruit de intentie blijkt om warmte af te nemen.
1.3b.1, lid 2f, Mbr	De gegevens, bedoeld in bijlage 2a van de Mbr.
1.3b.1, lid 3, Mbr	De aanvrager vermeldt in de aanvraag de bron van de gegevens, bedoeld in het eerste lid en tweede lid, onderdeel a.
1.3b.1, lid 4, Mbr	De aanvrager verstrekt bij de aanvraag een figuur van de dwarsdoorsnede van de ondergrond die een weergave bevat van de aardlagen waar de aanvraag betrekking op heeft, en van de gegevens, bedoeld in het eerste lid, onderdelen a, b en c, en tweede lid, onderdeel a.
1.3b.1, lid 5, Mbr	Indien de aanvraag wordt ingediend door meerdere aanvragers gezamenlijk, worden in de in het eerste lid, onderdeel k, en tweede lid, onderdeel f, bedoelde gegevens ten aanzien van iedere aanvrager afzonderlijk verstrekt. Tevens wordt aangegeven onder welke voorwaarden de samenwerking tussen de aanvragers plaatsvindt.

