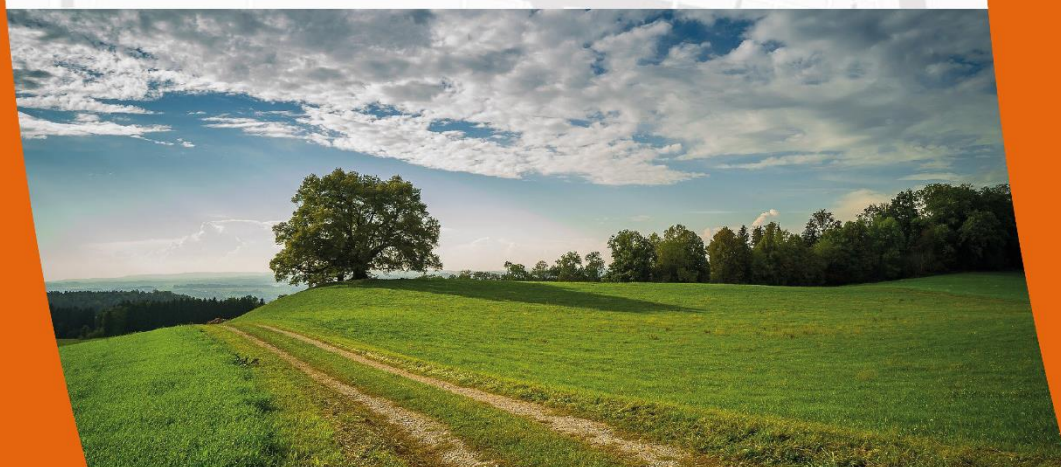




# Warmtetransitie OV De Waard

Oktober 2021



Dit rapport is geschreven door:

Stefan Franciscus van Eijk  
Jonita Ruiter

Leiden, Green Experts, oktober 2021

Opdrachtgever: Parktrust B.V.

Meer informatie is te verkrijgen bij de projectleider Stefan van Eijk: [s.vaneijk@greenexperts.nl](mailto:s.vaneijk@greenexperts.nl)

#### **Green Experts**

Onze slogan vertolkt goed wat het doel van Green Experts is: Nederland ombouwen tot een land waar 100% gebruikgemaakt wordt van schone en duurzame energie.

Green Experts wil bedrijven helpen een weg te vinden om op de juiste manier om te gaan met de ontwikkelingen op het gebied van duurzame energie. We geven niet alleen advies maar zijn nodig ook bij de uitvoering betrokken. Green Experts ondersteunt daarnaast bij het opstellen van regionale duurzaamheid strategieën.



## Voorwoord

---

Dit onderzoek is geschreven in opdracht van De gemeente Zuid-Holland. Green Experts heeft als missie om Nederland 100% duurzaam te maken. De beste plaats om daarmee te beginnen is bij jezelf, in dit geval op het terrein waar wij gevestigd zijn: bedrijventerrein de Waard in Leiden. We zijn trots om dit rapport over de warmtetransitie van de Waard te mogen presenteren.

Dit rapport is in het bijzonder mogelijk gemaakt in samenwerking met: Parktrust, Ondernemersvereniging de Waard, Bewoners initiatief energietransitie Waardeiland en de Gemeente Leiden. Graag willen deze partijen hartelijk bedanken voor hun support.

Wij willen benadrukken dat de intentie van dit rapport is om de omgeving te analyseren en daarin mogelijke oplossingen te inventariseren. Het rapport geeft daarmee een eerste ontwikkelingsrichting voor de warmtetransitie aan. De haalbaarheid van de technieken zal verder in detail onderzocht moeten worden.

### In samenwerking met:



# 1. Samenvatting

---

Deze haalbaarheidsstudie is uitgevoerd in het kader van de planvormingsstudie voor bedrijventerreinen. Dit onderzoek presenteert een eerste inventarisatie van de mogelijkheden voor collectieve warmte opwekking van bedrijventerrein de Waard en woonwijk het Waardeiland.

Het format wat hiervoor is gebruikt, de QuickScan, bestaat uit het bepalen van relevante warmtetechnieken in de regio: Restwarmte, Bodemenergie, Aquathermie en Zonthermie. Voor alle technieken wordt gekeken naar de volgende relevante analysefactoren: omgevingsfactoren, technische haalbaarheid, stakeholders en financiële haalbaarheid. Voor iedere analysefactor is een beoordeling gegeven van één tot vijf. Het resultaat van deze QuickScan is hieronder weergegeven:

| Warmtetechniek              | Omgevingsfactoren | Technische haalbaarheid | Betrokken Stakeholders | Financiële haalbaarheid | Advies |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------|
| Restwarmte                  | 5                 | 5                       | 3                      | 4                       | 4,3    |
| Bodemenergie                | 3                 | 3                       | 4                      | 4                       | 3,5    |
| Aquathermie TEO / TEA       | 4                 | 2                       | 4                      | 3                       | 3,3    |
| Aquathermie TED             | 1                 | -                       | -                      | -                       | -      |
| Zonthermie – zonneboilers   | 1                 | -                       | -                      | -                       | -      |
| Zonthermie-zonnecollectoren | 2                 | 5                       | 1                      | 3                       | 2,8    |
| Zonthermie- PVT panelen     | 2                 | 4                       | 1                      | 2                       | 2,3    |

Uit de QuickScan blijkt dat de collectieve oplossing Restwarmte het eenvoudigst is en best aansluit bij de regio. Zonthermie scoort laag, omdat dit een individuele oplossing is en het doel is om een collectieve oplossing te vinden. Vanuit het perspectief van individuele ondernemers van OV de Waard vallen zonnecollectoren daarom wel te overwegen. De investeringshorizon van 10 jaar heeft daarnaast grote impact op de financiële haalbaarheid van alle warmtetechnieken

Verder is het aan te raden om de mogelijkheden rond bodemenergie te onderzoeken, omdat er in veel collectieve warmtetechnieken een warmte buffer nodig zal zijn. Uit de analyse blijkt dat een WKO-oplossing past in de regio.

In dit onderzoek is verder ruimte gemaakt om het stakeholdernetwerk te analyseren voor de implementatie van de technieken. Wat hiervoor nodig is hangt af van de gekozen techniek en is uiteengezet in de paragrafen over de geanalyseerde warmtetechnieken. Ten slotte is in Bijlage F een lijst met relevante voorbeeldprojecten gegeven om OV de Waard en BEW verder te helpen met vervolgacties.

## 2. Inhoud

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Voorwoord .....                                         | 3  |
| 1. Samenvatting.....                                    | 4  |
| 2. Inhoud .....                                         | 4  |
| 3. Introductie.....                                     | 7  |
| 3.1. Motivatie en Onderzoeksvraag .....                 | 7  |
| 3.1.1. Situatie.....                                    | 7  |
| 3.1.2. Doelstelling.....                                | 7  |
| 3.1.3. Onderzoeksvragen.....                            | 8  |
| 3.1.4. Activiteiten .....                               | 8  |
| 3.2. Kader .....                                        | 8  |
| 3.3. Aanpak.....                                        | 8  |
| 4. Literatuurstudie.....                                | 10 |
| 4.1. Omgeving .....                                     | 10 |
| 4.1.1. Typering bedrijven.....                          | 10 |
| 4.1.2. Stedelijk gebied .....                           | 10 |
| 4.1.3. Energieverbruik .....                            | 13 |
| 4.1.4. Congestie .....                                  | 15 |
| 4.1.5. Waterwegen.....                                  | 16 |
| 4.1.6. Bodem .....                                      | 17 |
| 4.1.7. Sociaaleconomische status.....                   | 17 |
| 4.1.8. Houding aardgasvrij.....                         | 17 |
| 4.2. Trends & ontwikkelingen .....                      | 17 |
| 4.2.1. Programma Aardgasvrije Wijken   Proeftuinen..... | 18 |
| 4.2.2. Aardgasvrije bedrijventerreinen .....            | 18 |
| 4.3. Technieken .....                                   | 19 |
| 4.3.1. Inventarisatie warmtetechnieken .....            | 19 |
| 4.3.2. Relevante warmtetechnieken regio de Waard .....  | 20 |
| 4.4. Analyse factoren.....                              | 21 |
| 4.4.1. Omgevingsfactoren .....                          | 21 |
| 4.4.2. Technische haalbaarheid.....                     | 22 |
| 4.4.3. Betrokken stakeholders.....                      | 22 |
| 4.4.4. Financiële haalbaarheid .....                    | 22 |
| 4.4.5. Conclusie .....                                  | 22 |
| 5. QuickScan Duurzame warmtebronnen .....               | 23 |



|        |                                                        |    |
|--------|--------------------------------------------------------|----|
| 5.1.   | Restwarmte .....                                       | 23 |
| 5.1.1. | Omgevingsfactoren .....                                | 23 |
| 5.1.2. | Technische haalbaarheid.....                           | 26 |
| 5.1.3. | Betrokken stakeholders.....                            | 27 |
| 5.1.4. | Financiële haalbaarheid .....                          | 29 |
| 5.2.   | Bodemenergie .....                                     | 30 |
| 5.2.1. | Omgevingsfactoren .....                                | 30 |
| 5.2.2. | Technische haalbaarheid.....                           | 33 |
| 5.2.3. | Betrokken stakeholders.....                            | 34 |
| 5.2.4. | Financiële haalbaarheid .....                          | 35 |
| 5.3.   | Aquathermie.....                                       | 36 |
| 5.3.1. | Omgevingsfactoren .....                                | 36 |
| 5.3.2. | Technische haalbaarheid.....                           | 39 |
| 5.3.3. | Betrokken stakeholders.....                            | 39 |
| 5.3.4. | Financiële haalbaarheid .....                          | 41 |
| 5.4.   | Zonthermie .....                                       | 42 |
| 5.4.1. | Omgevingsfactoren .....                                | 42 |
| 5.4.2. | Technische haalbaarheid.....                           | 43 |
| 5.4.3. | Betrokken stakeholders.....                            | 45 |
| 5.4.4. | Financiële haalbaarheid .....                          | 46 |
| 6.     | Stakeholders & entiteit .....                          | 48 |
| 7.     | Conclusie & aanbevelingen .....                        | 49 |
| 7.1.   | Conclusie .....                                        | 49 |
| 7.2.   | Aanbevelingen.....                                     | 51 |
| 8.     | Bibliografie .....                                     | 52 |
| 9.     | Bijlage A   Definities.....                            | 57 |
| 10.    | Bijlage B   Definitie gebieden.....                    | 58 |
| 11.    | Bijlage C   Geologisch booronderzoek .....             | 74 |
| 12.    | Bijlage D   Correspondentie ECW .....                  | 75 |
| 13.    | Bijlage E   Interview RCE .....                        | 76 |
| 14.    | Bijlage F   Voorbeeld projecten.....                   | 80 |
| 15.    | Bijlage G   Gebiedsanalyse Webviewer Aquathermie ..... | 82 |
| 16.    | Bijlage H   Entiteit voorbeeldprojecten .....          | 85 |

## 3. Introductie

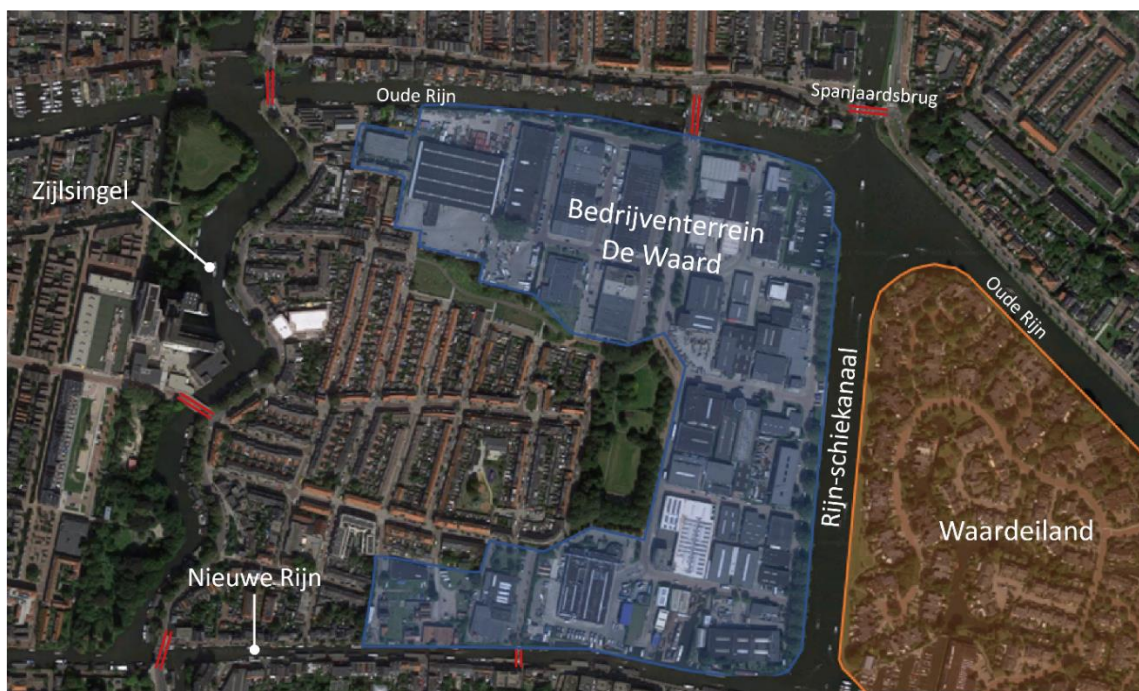
In dit hoofdstuk wordt de motivatie en onderzoeksvraag van het onderzoek behandeld. Daarop wordt het kader waarbinnen het onderzoek plaatsvindt vastgesteld gevolgd door de aanpak.

### 3.1. Motivatie en Onderzoeksvraag

Deze haalbaarheidsstudie is opgemaakt in het kader van de planvorming studie voor bedrijventerreinen van de Provincie Zuid Holland wat als doel heeft het stimuleren van in stand houden en verhogen van de kwaliteit van bedrijventerreinen. Dit vooronderzoek valt onder activiteit C.2: het uitvoeren van een haalbaarheidsonderzoek of het maken van een businesscase voor het opwekken van duurzame energie op het bedrijventerrein. Op basis van de volgende situatie beschrijving, doelstelling, onderzoeksvraag en activiteiten is de subsidie beschikbaar.

#### 3.1.1. Situatie

Ondernemersvereniging De Waard behartigt de belangen van ondernemers op bedrijventerrein De Waard. Dit bedrijventerrein ligt tegenover de woonwijk Het Waardeiland. De gebieden worden gescheiden door het Rijn - Schiekanaal. Leiden heeft een aantal klimaatdoelstellingen voor ogen en het bedrijventerrein De Waard wil onderzoeken of zij hier een bijdrage aan kunnen leveren. Ondernemers willen daarom onderzoeken welke mogelijkheden er zijn voor collectieve warmte opwekking. Zij willen dit o.a. bereiken door samenwerkingsverbanden aan te gaan met relevante stakeholders als het bewonersinitiatief Energietransitie Waardeiland (BEW) en het uitvoeren van een QuickScan.



Figuur 1: Bedrijventerrein De Waard en Waardeiland Leiden

#### 3.1.2. Doelstelling

Te komen tot mogelijkheden voor collectieve warmteopwekking waarbij beide buurten (Waardeiland en De Waard) als complementair gezien worden.

### 3.1.3. Onderzoeksvragen

1. *Welke mogelijkheden op het gebied van alternatieve energie- en warmteopwekking zijn er voor het Waardeiland en De Waard?*
2. *Wat is er nodig voor een stabiele en geïnformeerde organisatie met een juridische status die zich bezig gaat houden met energietransitie?*

Wanneer er duidelijk is welke warmte technologieën haalbaar zijn, is het zinvol om naar de juridische entiteit van het samenwerkingsverband te kijken. Vandaar dat de onderzoeksvragen in omgekeerde volgorde worden beantwoord t.o.v. de beschrijving in de subsidieaanvraag.

### 3.1.4. Activiteiten

Door het aangaan van een samenwerking kunnen beide wijken een gezamenlijke bijdrage leveren aan de doelstellingen van de gemeente Leiden, Provincie Zuid-Holland en de Rijksoverheid en met het resultaat van het onderzoek vervolgstappen ondernemen. De volgende activiteiten zijn onderdeel van het onderzoek:

1. Uitvoeren van een QuickScan voor een vooronderzoek naar de mogelijkheden van alternatieve warmte- en energieopwekking.
2. Opzetten van een organisatiegraad aangaande de samenwerking met stakeholders.

## 3.2. Kader

ParkTrust B.V. heeft namens Ondernemersvereniging (OV) De Waard de planvormingsstudie voor bedrijventerreinen de Waard aangevraagd. Dit rapport is daarom geschreven in het belang van OV de Waard en de verduurzaming van het warmteverbruik aldaar. Het vooronderzoek warmtetechnieken wordt daarom gedaan vanuit het perspectief van OV de Waard. Zoals aangegeven in de doelstelling van de subsidieaanvraag, zal het onderzoek alle technieken beoordelen op basis van een samenwerking met het Waardeiland.

Er valt een onderscheid te maken tussen De Waard, bedrijventerrein de Waard en OV de Waard. Deze is als volgt:

- De Waard: het gehele eiland waarop zich de Zeeheldenbuurt en bedrijventerrein De Waard zich bevinden.
- Bedrijventerrein De Waard: het gebied op eiland De Waard waar zich de bedrijven hebben gevestigd welke blauw is gemarkeerd in Figuur 1. De adressen van desbetreffende bedrijven staan in Bijlage B.
- OV de Waard: bestaat uit bedrijven gevestigd op bedrijventerrein de Waard welke lid zijn van de ondernemersvereniging.

De twee gebieden worden gedefinieerd door de adressen in Bijlage B. Een duidelijke analyse van beide gebieden wordt gedaan in Paragraaf 4.1.

## 3.3. Aanpak

Paragraaf 4.1 schetst het gebied en de kenmerkende eigenschappen. Daar worden het energieverbruik, geografie, waterwegen, en stedelijk gebied behandelt. Vervolgens worden in paragraaf 4.2 de trends en ontwikkelingen van warmtetechnieken besproken om de huidige markt in kaart te brengen, daarin zal bepaald worden welke vier technieken interessant zijn voor de regio. Tot slot worden de analyse factoren om de warmtetechnieken op haalbaarheid te beoordelen behandeld. Paragraaf 4.4 introduceert de volgende analyse factoren: omgevingsfactoren, technische haalbaarheid, betrokken stakeholders en financiële haalbaarheid.

In hoofdstuk 5 worden de analyse factoren gebruikt om vier warmtetechnieken te beoordelen. Elke warmtetechniek zal aan de hand van de analyse factoren beoordeeld worden. De bevindingen zullen worden samengevat in conceptuele Tabel 1. Op basis van deze tabel zal er een top twee haalbare technieken worden geadviseerd.

| Warmtetechniek | Omgevings-<br>factoren | Technische<br>haalbaarheid | Betrokken<br>Stakeholders | Financiële<br>haalbaarheid | Advies |
|----------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|--------|
| Techniek 1     |                        |                            |                           |                            |        |
| Techniek 2     |                        |                            |                           |                            |        |
| Techniek n     |                        |                            |                           |                            |        |

Tabel 1: concept adviestabel

Voor deze top twee haalbare technieken zal vervolgens in hoofdstuk 6 de tweede onderzoeksvraag beantwoord worden, namelijk het bepalen van de juridische entiteit van het samenwerkingsverband. Hiervoor zullen ook de benodigde stakeholders besproken worden.

Tot slot zal er een conclusie van het onderzoek worden gegeven in hoofdstuk 7.

## 4. Literatuurstudie

---

In dit hoofdstuk wordt de omgeving geschetst (4.1) en trends & ontwikkelingen in de warmtetransitie uiteengezet (4.2). Vervolgens wordt er een lijst met warmtetechnieken samengesteld (4.3). In de laatste paragraaf zullen de analyse factoren worden bepaald waarmee de lijst warmtetechnieken worden zullen worden geanalyseerd (4.4). Deze analyse is het onderwerp van hoofdstuk 5.

### 4.1. Omgeving

In deze paragraaf zal de omgeving geschetst worden om in hoofdstuk 5 te analyseren of een techniek binnen deze omgeving te realiseren is. Onder andere zullen de bedrijven, de bebouwing, het energieverbruik, de infrastructuur en de sociale aspecten aan bod komen. Deze aspecten komen overeen met de wijkanalyse van het Programma Aardgasvrije Wijken (Programma Aardgasvrije Wijken, sd).

#### 4.1.1. Typering bedrijven

Deze paragraaf zal het type bedrijven die zich op De Waard bevinden beschrijven omdat de bedrijfsvoering in grote mate de benodigde warmtevoorziening bepaald.

Ov De Waard heeft 55 ondernemingen gesitueerd op het bedrijventerrein, welke uit 211 panden bestaat (zie Bijlage B). Het bedrijventerrein heeft een omvang van 17,4 ha (het gehele eiland omvat 39 hectare) en is bestemd voor bedrijven tot en met categorie III. De bebouwingsdichtheid is hiermee 12.1 gebouwen/ha. Op het bedrijventerrein staan verscheidene bedrijfswoningen, dit is alleen toegestaan voor personen voor wie huisvesting noodzakelijkerwijs op het bedrijventerrein moet zijn.

Het bedrijventerrein kenmerkt zich door bedrijven tot en met categorie III. Bijna de helft (49.8%) heeft een industriefunctie, 10.4% heeft een kantoorfunctie en 22.7% heeft een woonfunctie. Er is beperkte detailhandel toegestaan (Gemeente Leiden, sd). Op het terrein bevinden zich schoonmaakbedrijven, aannemersbedrijven, garages, kantoren en een wasserij. Deze bedrijven zijn voornamelijk tussen 8.00 uur en 18.00 uur actief. Gezien de typering van de bedrijven wordt er aangenomen dat hierbinnen de meeste energie verbruikt wordt.

#### 4.1.2. Stedelijk gebied

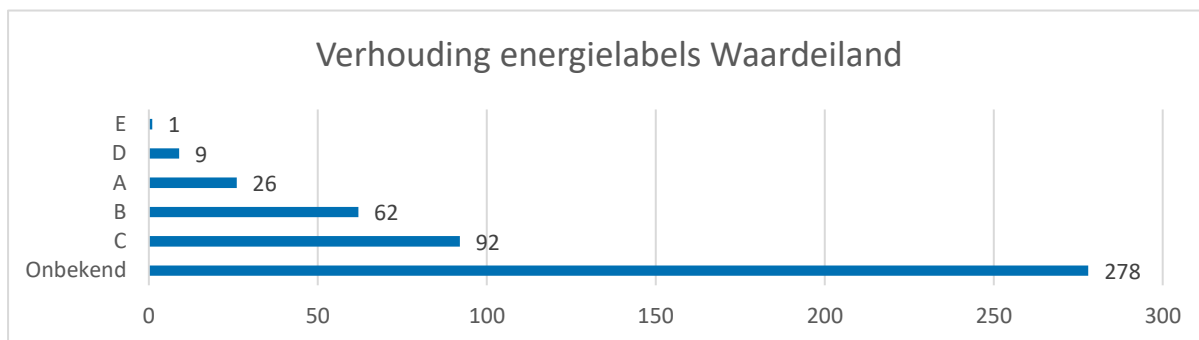
Het type gebouw heeft grote impact op de benodigde warmtevoorziening (PAW i.s.m RVO, 2021). In deze paragraaf gaan we daarom in op de energielabels, bouwjaar en type woning. Daarnaast bepaalt de eigendomsverdeling de belangen van de verschillende stakeholdergroepen en daarbij de haalbaarheid van warmtetechnieken.

Naast energielabels is het schillabel van een gebouw ook van belang. Dit label geeft een indicatie van de isolatiewaarde van de gebouwschil, bestaande uit gevel, dak, vloer en glas. Het is gebaseerd op het energielabel van het gebouw, exclusief warmtevoorziening en energieopwekking (bv. zonnepanelen). Het schillabel is van belang aangezien verscheidene technieken een minimaal schillabel vereisen. Deze gegevens zijn niet bekend van De Waard en Waardeiland en zullen dus in vervolgonderzoek moeten worden geanalyseerd.

Zowel bedrijventerrein De Waard als Waardeiland zijn dichtbebouwde gebieden. Dit is goed te zien in Figuur 1. Er is daarom beperkte ontwikkelingsruimte in het gebied.

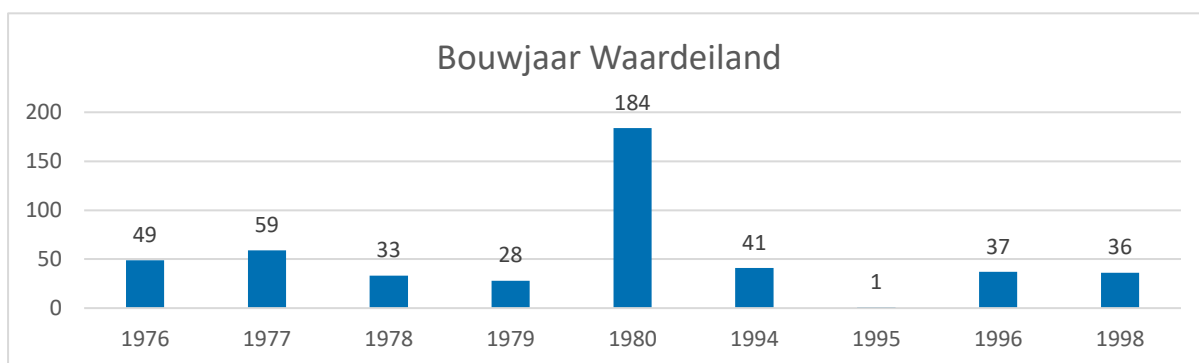
### Het Waardeiland

Het Waardeiland bestaat volledig uit woningen<sup>1</sup>. Voor 41% van de woningen is op het moment een energielabel beschikbaar. De labels zijn weergegeven in Figuur 2 (VNG Realisatie, 2020).



Figuur 2: Verhouding energielabels Waardeiland

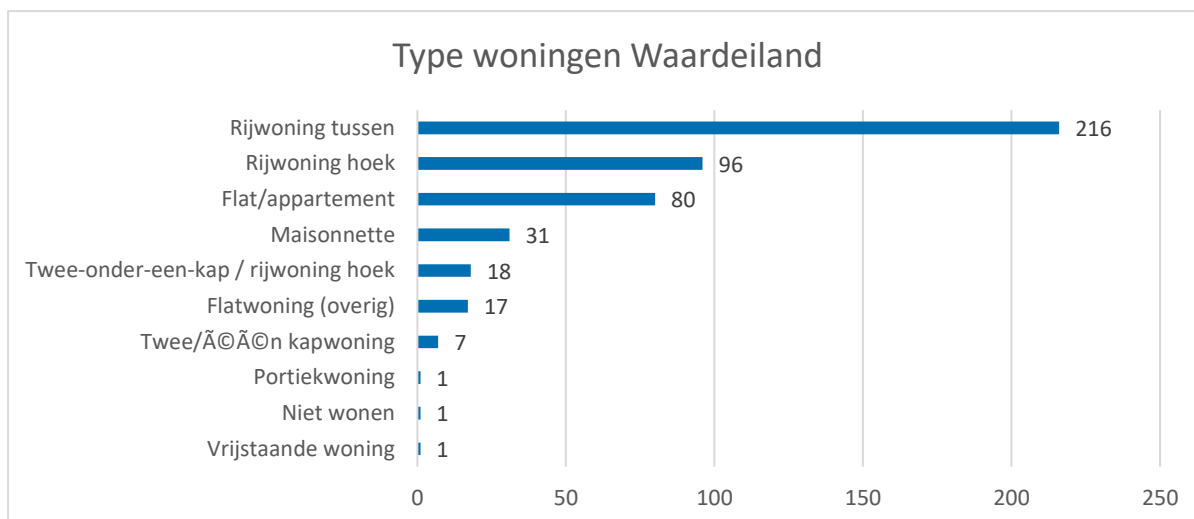
Uit het bouwjaar van de woningen is een energielabel af te leiden (De WarmteTransitieMakers, 2020). De woningen op het Waardeiland zijn in de tweede helft van de 20<sup>e</sup> eeuw gebouwd (tussen 1976 en 1998). De exacte bouwjaar zijn weergegeven in Figuur 3. Volgens De WarmteTransitieMakers hebben huizen gebouwd tussen 1983 en 1991 gemiddeld energielabel C en huizen tussen 1991 en 2005 energielabel B. In dit rapport wordt daarom aangenomen dat de meeste huizen tussen energielabel A en C hebben.



Figuur 3: Bouwjaar Waardeiland

Waardeiland bestaat uit 468 woningen, de type woningen en de verdeling hiertussen is weergegeven in Figuur 4 (VNG Realisatie, 2020). Waardeiland heeft een oppervlakte van 20 hectare (Kadaster, sd) en daarmee een bebouwingsdichtheid van 23.4 woningen/ha.

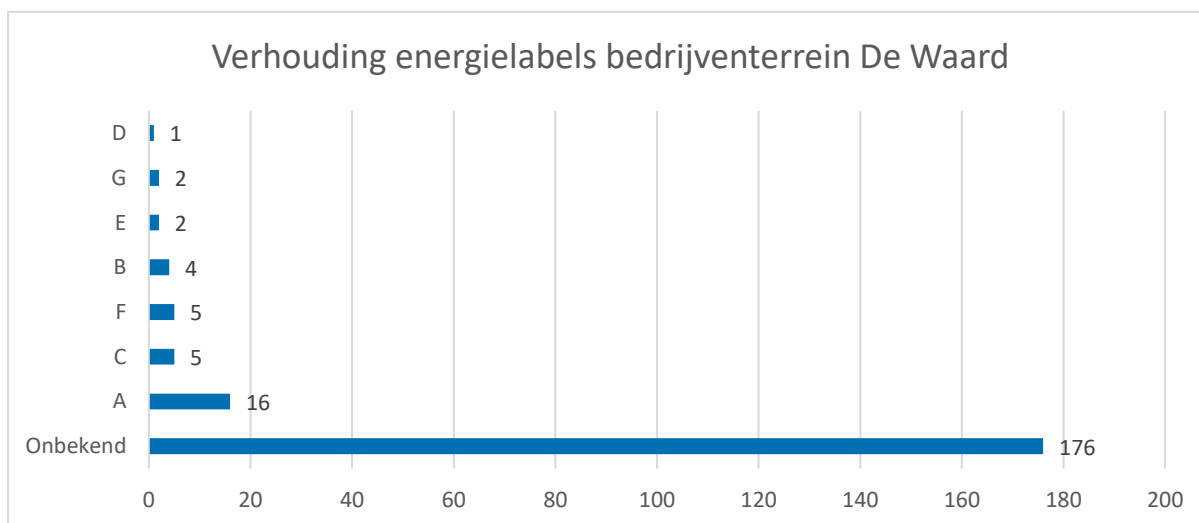
<sup>1</sup> Met uitzondering van 1 pand met gecombineerde kantoor-woonfunctie



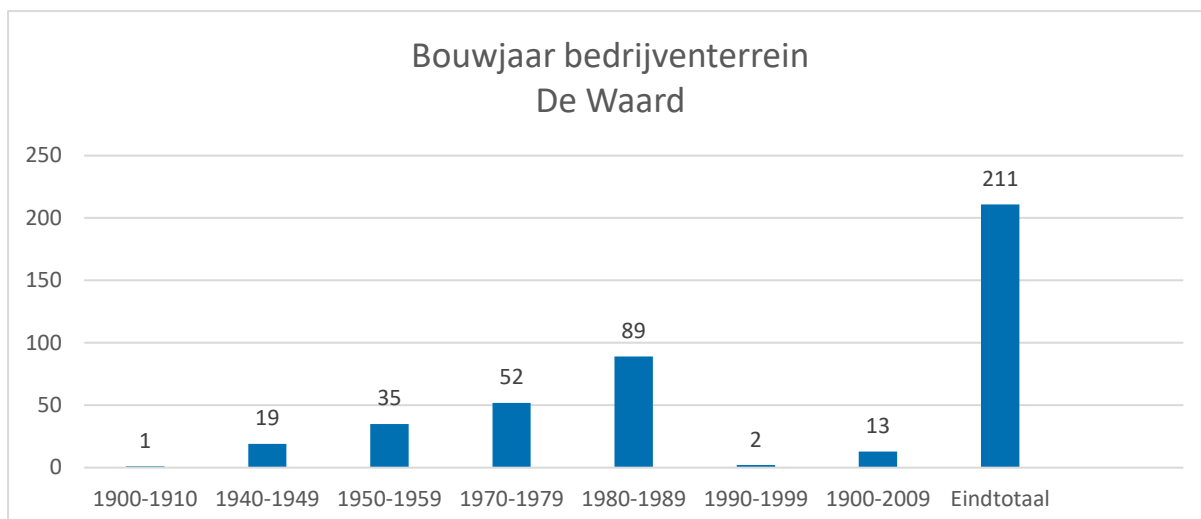
Figuur 5: Typering woningen Waardeiland

#### OV De Waard

Voor de panden van OV De Waard zijn weinig energielabels bekend: 16.6%, dit is weergegeven in Figuur 6 (VNG Realisatie, 2020). De bouwjaar van de panden is weergegeven in Figuur 7. Het grootste gedeelte (42.2%) is gebouwd tussen 1980 en 1989. Zoals hierboven voor woningen de energielabels zijn geschat aan de hand van bouwjaar, is dit voor bedrijfspanden lastig. Het is echter waarschijnlijk dat dit hoge energielabels zijn. Verder onderzoek naar schillabels van de panden op het bedrijventerrein wordt geadviseerd.



Figuur 6: Verhouding energielabels bedrijventerrein De Waard



Figuur 7: Bouwjaar bedrijventerrein De Waard

Verder heeft de gemeente aangegeven dat het bedrijventerrein tot 2030 bestemd zal blijven voor bedrijven (Regionale stuurgroep bedrijventerreinen regio 071, 2020). De investeringshorizon mag niet groter zijn dan 10 jaar.

#### Eigendomsverdeling

Alle 464 woningen van het Waardeiland hebben een individuele eigenaar. Hiervan bevinden zich 129 woningen in een blok verdeeld over negen vereniging van eigenaren (VVE)<sup>2</sup>. De overige 335 woningen hebben individueel aan te spreken eigenaren.

#### 4.1.3. Energieverbruik

In deze analyse wordt de energie- warmte- en koudevraag van de gebieden geanalyseerd. Eerst wordt het warmteverbruik onderzocht en daarna wordt er een benadering gevonden van de totale energievraag. In hoofdstuk 5 zal dit gebruikt worden om te bepalen of een techniek voldoende warmte en/of kou kan produceren.

##### Warmteverbruik

Het warmteverbruik fluctueert zowel over seizoenen als dag/nacht. Volgens de ECW & Bijlage D zijn kantoren en woonwijken complementair in verbruik omdat woningen 's ochtends en 's avonds verbruiken en kantoorpanden overdag. Omdat OV de Waard bedrijven bevat met vergelijkbare energieprofielen als kantoorpanden kan het warmteverbruik tussen het waardeiland en OV de Waard als complementair gezien worden.

Wanneer er gekeken wordt naar de benodigde energiekwaliteit zien we dat er op het bedrijventerrein geen zware industrie of productieprocessen aanwezig zijn die een hoge energiekwaliteit (hoog temperatuur) behoeven.

Zoals in de paragraaf hierboven aangegeven, wordt aangenomen dat het Waardeiland energielabels tussen A en C heeft en OV De Waard voornamelijk hogere energielabels (>D). Slecht geïsoleerde panden, zoals op De Waard hebben een hoge temperatuur (HT (>75°C)) nodig. Midden Temperatuur (MT) 55-75 °C, is geschikt voor matig geïsoleerde panden (B tot D) en dus van toepassing op het Waardeiland. Voor lage temperatuur (LT) 30-55 °C, en zeer lage

<sup>2</sup>Garden appartments (52 woningen), Residence Rhijnstaete (35 woningen) en Islandhouses (42 woningen onder 7 VvE's).

temperatuur (ZLT) 10-30 °C, zijn aanpassingen aan bebouwing zoals lage temperatuurverwarming en een individuele warmtepomp vereist.

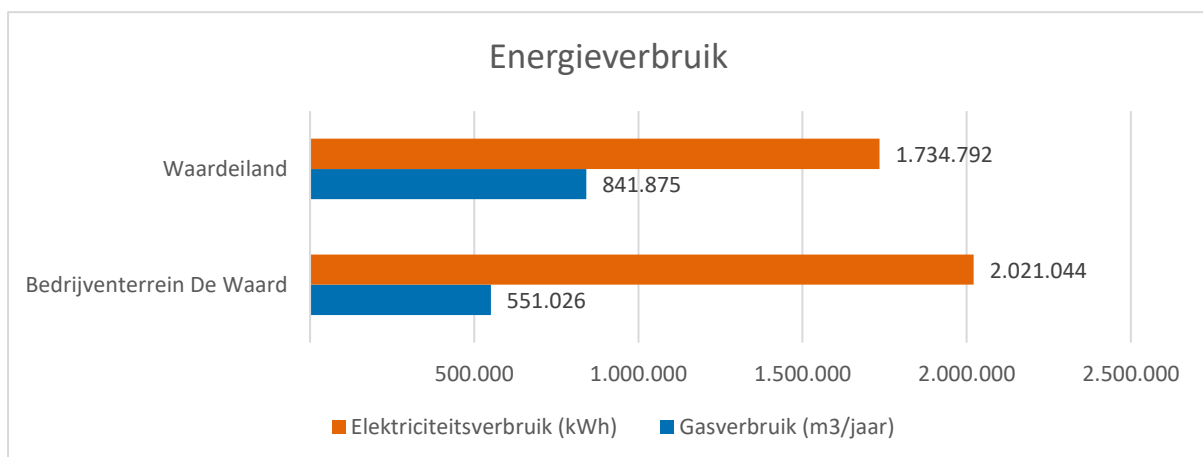
De jaarlijkse warmtevraag van de twee eilanden is te vinden in Tabel 2 van STOWA, 2018. De jaarlijkse warmtevraag van De Waard is hier inclusief woningen en daarom lastig vast te stellen voor het bedrijventerrein OV de Waard.

| Buurt       | Jaarlijkse warmtevraag (TJ/jaar) |
|-------------|----------------------------------|
| De Waard    | 40,75                            |
| Waardeiland | 22,51                            |
| Totaal      | 63,26                            |

Tabel 2: Energieverbruik regio de Waard inclusief woningen op De Waard (STOWA, 2018)

#### Totale Energievraag

De warmtevraag van in Tabel 2 geeft een gevoel voor de schaal maar niet voor de verhouding van het energieverbruik. Voor het verder analyseren van het energiegebruik is Transitievisie Warmte Viewer (TWV) gebruikt (VNG Realisatie, 2020). De TWV heeft alleen de beschikking over kleinverbruik data<sup>3</sup>. Vanwege de typering van de bedrijven in paragraaf Stedelijk Gebied kan er aangenomen worden dat er geen gas-grootverbruikersaansluiting aanwezig zijn op bedrijventerrein de waard. De resultaten van het verbruik kan gevonden worden in Figuur 8 waarbij wel specifiek naar het verbruik van het bedrijventerrein gekeken kon worden.

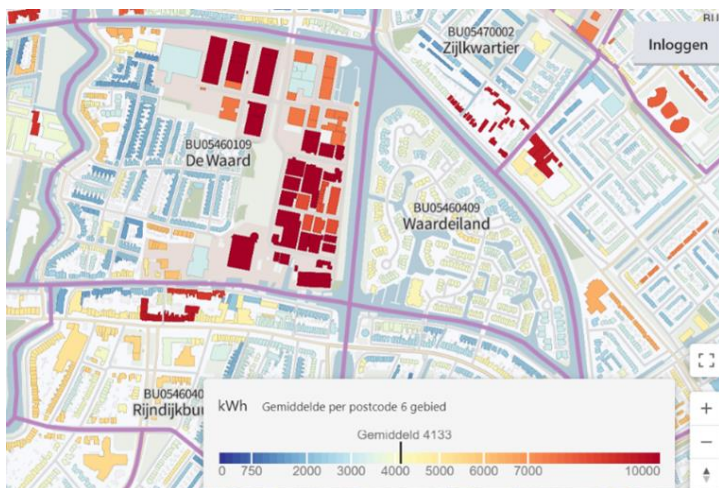


Figuur 8: Energieverbruik Waardeiland en Bedrijventerrein de Waard

De bedrijfspanden van OV De Waard gebruiken 16.5% meer elektriciteit en 34.5% minder gas dan de woningen van Waardeiland. In totaal wordt er door beide gebieden 3.8 miljoen kWh en 1.4 miljoen m³ gas verbruikt. Onderstaande analyse indiceert dat de warmtevraag voor een gezamenlijke energiebron gedreven zal worden door de woningen op het Waardeiland. In Figuur 10 en Figuur 9<sup>4</sup>, is het gas- en elektriciteitsgebruik per postcode-6 gebied grafisch weergegeven.

<sup>3</sup> Een kleinverbruik aansluiting is van toepassing bij een elektriciteitsaansluiting gelijk of kleiner dan 3x80 ampère en een gasaansluiting gelijk of kleiner dan 40 m³/uur.

<sup>4</sup> Het lijkt alsof het OV de Waard meer verbruik heeft dan het Waardeiland gezien de hoeveelheid rood, echter het waardeiland heeft 2x zoveel panden welke in totaal meer verbruik hebben dan een kleiner aantal grotere verbruikers op OV de waard.



Figuur 10: Elektriciteitsgebruik in kWh (gemiddelde per postcode-6 gebied)



Figuur 9: Gasverbruik in m3/jaar (gemiddelde per postcode 6 gebied)

Wanneer we de verhouding gasverbruik toepassen op Tabel 2 ontstaat er een gedetailleerder beeld van het totale warmteverbruik van regio de Waard samengevat in Tabel 3.

| Buurt                     | Jaarlijkse warmtevraag (TJ/jaar) |
|---------------------------|----------------------------------|
| Bedrijventerrein De Waard | 14,73 <sup>5</sup>               |
| Waardeiland               | 22,51                            |
| <b>Totaal</b>             | <b>37,24</b>                     |

Tabel 3: Warmteverbruik regio de Waard

In dit rapport wordt aangenomen dat het verbruik complementair is maar voor de realisatie van een gezamenlijk warmtesysteem zal deze aanname in detail getest moeten worden, inclusief seizoen & dag/nacht fluctuaties, met behulp van historische verbruiksdata van de netbeheerder Liander in de regio.

#### 4.1.4. Congestie

Terug levering aan het elektriciteitsnet is van belang aangezien duurzame energietechnieken (b.v. zonnepanelen) vaak gecombineerd worden met warmtetechnieken (Netbeheer Nederland, 2020).

<sup>5</sup> Warmteverbruik van bedrijventerrein De Waard naar ratio gasverbruik:  $22,51 * (551.026/841.875)$ .

Voor zakelijke aansluitingen is er voor het afnemen en terug leveren van elektriciteit transportcapaciteit beschikbaar voor zowel De Waard als het Waardeiland (Liander, 2021). Er is dus geen sprake van congestieproblematiek<sup>6</sup> op het elektriciteitsnetwerk in het gebied.

#### 4.1.5. Waterwegen

Het Rijn-Schiekanaal verbindt het Waardeiland met OV de waard. Er zijn verschillende aqua-warmtetechnieken zoals oppervlaktewater (TEO) die gebruik maken van water(wegen) of kades. In deze paragraaf wordt daarom de situatie uiteengezet van de waterwegen in de regio.

De Waard wordt aan de linkerkant gekaderd door de Zijlsingel. Dit is weergegeven in Figuur 1, bruggen over de waterwegen zijn aangegeven met een dubbele rode lijn. Het Rijn-Schiekanaal en de Oude Rijn zijn in het beheer van provincie Zuid-Holland (ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2019). De Nieuwe Rijn en Zijlsingel zijn in het beheer van de gemeente (Gemeente Leiden, sd). De Waard heeft een particuliere wal, ligplaatsen voor pleziervaartuigen, ligplaatsen voor bedrijfsvoertuigen en een passantenhaven. Waardeiland beschikt alleen over particuliere kades. De exacte verdeling is weergegeven in Figuur 11 (Gemeente Leiden, 2018).

Er zijn dus vier verschillende type kades en twee verschillende eigenaren betrokken bij een mogelijke implementatie van een aqua-warmtetechniek.



Figuur 11: Kades De Waard en Waardeiland (Gemeente Leiden, 2018)

Verder heeft de gemeente Leiderdorp concrete plannen om de Spanjaardsbrug af te sluiten voor gemotoriseerd verkeer. Dit visiestuk noemt geen specifieke tijdsplanning. Naar verwachting geeft het afsluiten van de Spanjaardsbrug geen extra bereikbaarheidsproblemen (Groeneveld-Improva Consultancy B.V., 2020).

<sup>6</sup> <https://www.liander.nl/grootzakelijk/transportcapaciteit/congestiemanagement>

#### 4.1.6. Bodem

De meest bekende warmtetechnieken hebben een ondergronds aspect. In deze paragraaf worden daarom de historische bodemonderzoeken en relevante bodemeigenschappen rond de waard opgesomd.

Het DINO loket (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond) heeft een aantal boringen uitgevoerd op De Waard en het Waardeiland. Hieruit is gebleken dat de ondergrond tussen 0.4 boven en 4.6 m beneden NAP voornamelijk uit zand en klei bestaat. Op het Waardeiland is dit matig grof zand en op De Waard is zowel fijn, matig grof als grof zand aangetroffen (TNO Geologische dienst Nederland, sd). De precieze verdeling is te vinden Bijlage C.

Een deel van De Waard behoorde in de 15<sup>e</sup> en 16<sup>e</sup> eeuw tot de directe omgeving van het Minnebroedersklooster, een Franciscaanse stichting. Ook zijn er op Waardeiland resten van een vroegmiddeleeuws graf gevonden. Hierdoor geldt voor een deel van het gebied hoge archeologische verwachtingen (Gemeente Leiden, sd) waarbij rekening dient gehouden te worden.

#### 4.1.7. Sociaaleconomische status

De sociaaleconomische status van beide gebieden heeft invloed hebben op de bereidheid en gelegenheid om te investeren in duurzame technieken (MarketResponse, 2021) (Sociaal en Cultureel Planbureau, 2020).

49% van de bewoners van Waardeiland behoren tot de landelijke 20% huishoudens met het hoogste inkomen (VNG Realisatie, 2020) en een De bovengemiddelde WOZ-waarde van €495.000 per woning. Een hoger gemiddeld inkomen betekent dat er waarschijnlijk financiële ruimte is voor de energietransitie. Het district waarin De Waard zich bevindt (Binnenstad-Noord) scoort een 'goed' op de leefbaarometerscore, dit is ook het geval voor het district waar Waardeiland in ligt (Roodenburgerdistrict) (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2018).

#### 4.1.8. Houding aardgasvrij

De houding ten opzichte van aardgasvrij wonen heeft invloed op de mate van bereidheid om te investeren in duurzame technieken en compromissen te sluiten (Sociaal en Cultureel Planbureau, 2019).

De bewoners van Waardeiland hebben vanuit de Vereniging Waardeiland het Bewonersinitiatief Energietransitie Waardeiland (BEW) opgezet. De Wijktafel Energietransitie Waardeiland organiseerde op 12 november 2019 een informatieavond waar 90 bewoners aanwezig waren en nog eens 25 bewoners zich aanmelden voor informatie omdat zij verhinderd waren (Vereniging Waardeiland, 2019). Daarnaast is er een notitie geschreven door het BEW om aanzet te geven aan een samenwerkingsverband tussen het BEW en OV de Waard om bij te dragen aan de energietransitie (Focke-Bakker & Spruijtenburg, 2020). Aangezien het initiatief om mee te werken aan te energietransitie vanuit de bewoners en eigenaren van de panden is gekomen, is te concluderen dat zowel OV de Waard als de bewoners van Waardeiland positief ten opzichte van de energietransitie staan.

#### 4.2. Trends & ontwikkelingen

**In 2050 moeten bijna zeven miljoen woningen en één miljoen andere gebouwen aardgasvrij zijn. De overheid heeft meerdere maatregelen getroffen om dit te bereiken zoals het warmtefonds, subsidies, regionale energiestrategieën en het Programma Aardgasvrije Wijken (PAW). Wijken**

**die aan PAW meedoen heten ‘proeftuinen’ en de relevante ervaringen die hiermee zijn opgedaan worden in de paragrafen hierna. Achtereenvolgens zullen de ontwikkelingen met het aardgasvrij maken van bedrijventerreinen worden behandeld.**

#### 4.2.1. Programma Aardgasvrije Wijken | Proeftuinen

PAW is opgezet om kennis en vaardigheden op te doen omtrent de inrichting en opschaling van de wijze van wijkgerichte aanpak. Er participeren 46 gemeenten aan het programma. Er is door Green Experts zowel een literatuuronderzoek als een interview afgenomen (Bijlage D) om een beter beeld van PAW te krijgen. Hieronder is relevante kennis opgedaan in dit programma uiteengezet.

##### *Onderzoek*

Uit onderzoek (MarketResponse, 2021) is gebleken dat de algehele houding t.a.v. ‘woningen aardgasvrij maken’ bovenal positief is. Uit hetzelfde onderzoek is ook naar voren gekomen dat het verduurzamen van de woningen versus het aardgasvrij maken een aandachtspunt is. De meest drukkende factor op de bewonerstevredenheid zijn de kosten. Er is behoefte aan duidelijkheid op financieel vlak voor de persoonlijke situatie en vergelijking tussen scenario’s.

Uit een ander onderzoek van PAW (PAW i.s.m RVO, 2021) is gebleken dat het niet goed mogelijk is om op wijkniveau één technische oplossing te definiëren die voor alle woningen zowel het meest kosteneffectief als het meest duurzaam is. Een oplossing hiervoor is het clusteren van gelijksoortige woningen en voor elk cluster de meest optimale techniek te identificeren. Hier zal bij analyse van de technieken naar gekeken worden.

##### *Interview Green Experts*

Uit het interview kwam naar voren dat het betrekken van de bewoners cruciaal is voor een succesvol project. Bewoners zo vroeg mogelijk benaderen is van belang. Dit kan door middel van informatieavonden, nieuwbrieven en een up to date website. Ook kwam in het interview naar voren dat de stijging in elektriciteitsverbruik bij vele technieken niet te verwaarlozen valt. Hier zal dus rekening mee gehouden moeten worden, zowel op financieel als op technisch vlak. Tot slot kwam er in het interview naar voren dat de samenwerking tussen De Waard en het Waardeiland interessant is en wellicht zouden beide wijken kunnen participeren aan het PAW. De gemeente zal daarvoor de wijken op moeten geven voor het programma.

#### 4.2.2. Aardgasvrije bedrijventerreinen

In april 2018 werd een inspiratiebijeenkomst aardgasvrij ondernemen georganiseerd. Op deze bijeenkomst werd geconcludeerd dat alle technieken bestaan om bedrijventerreinen van het gas af te halen.

Er is echter geen consensus over de financiële haalbaarheid. Zo ziet Klimaatplein (2018) daarin geen bezwaar, maar geeft van de Laak (2021) aan dat een bedrijventerrein in één keer van het aardgas af halen niet reëel is. Hoofdzakelijk vanwege de productieprocessen die aardgas behoeven.

Bij een onderzoek uitgevoerd door TNO en IVAM is een enquête gehouden onder 115 ondernemers over heel Nederland over duurzame energiemaatregelen op bedrijventerreinen (Dreijerink, Kortman, van der Weerd, de Koning, & Mulder, 2015). In totaal had 63% al maatregelen genomen om duurzamer te worden. De meest voorkomende maatregelen waren energiebesparend. Gezamenlijke en meer ingrijpende maatregelen, zoals een warmtenet, waren door geen van de respondenten geselecteerd. WKO-installaties en zonneboilers waren wel door een aantal ondernemers aangeschaft.

Een voorbeeld van een bedrijventerrein dat van het aardgas gehaald wordt is een bedrijventerrein in Nieuwveen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van restwarmte van de naastgelegen afvalwaterzuiveringsinstallatie (DWA, 2020).

#### 4.3. Technieken

**In deze paragraaf wordt een lijst met mogelijke warmtetechnieken samengesteld relevant voor het waardeiland en OV de Waard. Daarvoor wordt eerst een complete lijst van warmtetechnieken geïnterpreteerd. Vervolgens wordt uit deze lijst een eerste schifting gemaakt van relevante passend in de regio op basis van paragraaf 4.1 Omgeving. Uiteindelijk blijven er vier technieken over die verder worden uitgediept in hoofdstuk 5.**

##### 4.3.1. Inventarisatie warmtetechnieken

Het Planbureau van Leefomgeving (PBL) concludeerde dat het combineren van gebouwmaatregelen<sup>7</sup> en gebiedsmaatregelen<sup>8</sup> het meest efficiënt is (van den Wijngaart, Folkert, & Elzenga, 2012) voor de warmtetransitie. Dit onderzoek gaat uit van de huidige situatie en zal zich, gezien de formulering van de opdracht in Hoofdstuk 3.1, focussen op de gebiedsmaatregelen. De combinatie met gebouwmaatregelen moet verder onderzocht worden.

##### *Elektrificatie & Warmtenetten*

TenneT schrijft in haar rapport (Rooijers, et al., 2020) dat elektrificatie van de warmtevraag cruciaal is in de warmtetransitie. De potentiële extra elektriciteitsvraag in de komende tien jaar bedraagt 15 tot 68 TWh/jaar. Mogelijke elektrificatie technieken die genoemd worden zijn warmtepompen, elektrische boilers en fornuizen en productie van waterstof (elektrolyse). De beperkte capaciteit van het elektriciteitsnet is een uitdaging voor elektrificatie. Warmtenetten kunnen onderdeel worden de oplossing. Warmtenetten vervoeren warmte vanaf de bron naar woningen of kantoren en worden momenteel vaak gevoed door kleine warmtebronnen. Warmtenetten hebben de potentie om de helft van de benodigde warmte te leveren in Nederland (Hoogervorst, 2017).

##### *Warmtetechnieken*

Geothermie, restwarmte en warmte-koudeopslag (WKO) gezien als belangrijke schone warmtebronnen (Dutch new energy research, 2018). In het onderzoek van Matthijsen, et al (2020) wordt een grote lijst mogelijke warmtebronnen en installaties gegeven. Daarnaast heeft het Expertise Centrum Warmte (ECW) veelgebruikte technieken in kaart gebracht (Expertise Centrum Warmte, sd). Deze technieken zijn geconsolideerd in Tabel 4.

<sup>7</sup> Gebouwmaatregelen zijn maatregelen die gebouw gebonden zijn, bijvoorbeeld het aanbrengen van isolatie.

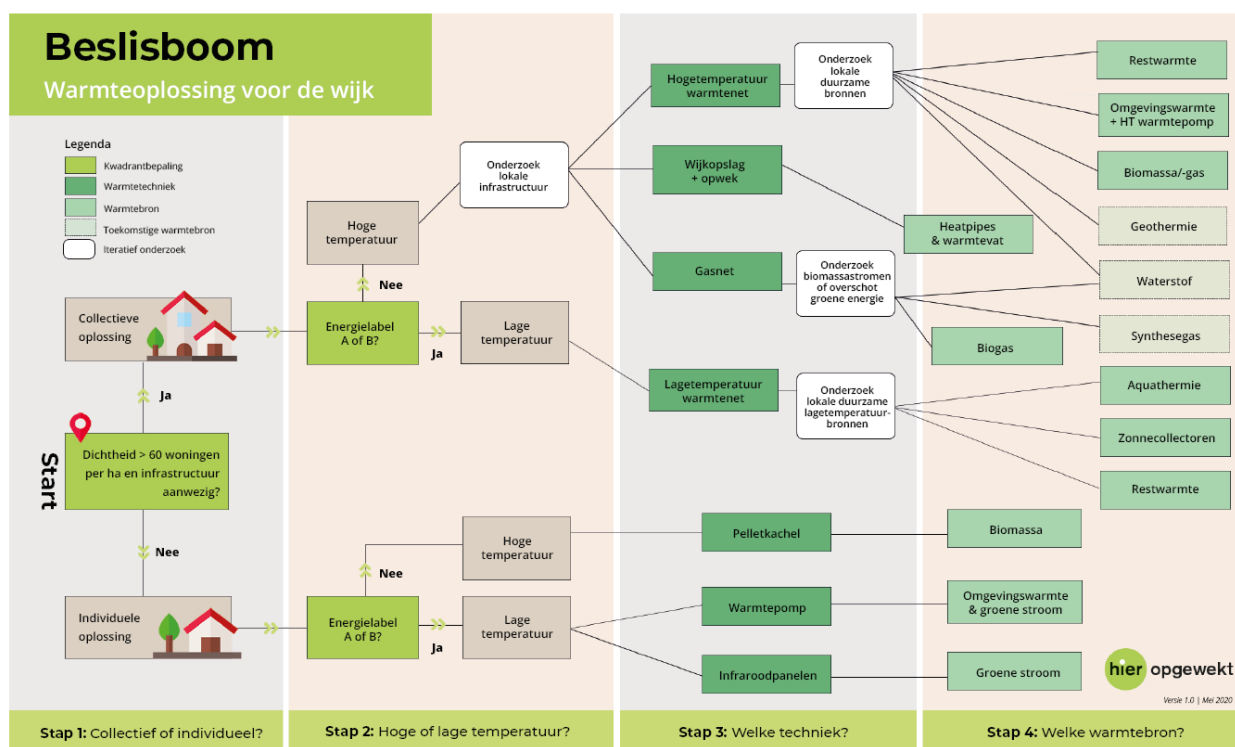
<sup>8</sup> Gebiedsmaatregelen zijn van infrastructurele aard en buiten de gebouw gebonden sfeer. Het gaat hier bijvoorbeeld om warmtenetten of geothermie

| Warmteoptie                               | Warmtebron of – installatie<br>(Matthijsen, 2020 & ECW)                                                                                                                                    | Beslisboom<br>(Hier Opgewekt, 2020)                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Individuele elektrische warmtepomp</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lucht-warmtepomp (WP)</li> <li>▪ Bodem-WP</li> </ul>                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lucht- of water- warmtepomp</li> <li>▪ Bodemwarmtewisselaar</li> </ul>                                                                                                              |
| <b>Warmtenet</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Restwarmte</li> <li>▪ Geothermie</li> <li>▪ Bodemenergie &amp; WKO</li> <li>▪ Aquathermie</li> <li>▪ Bio-energie</li> <li>▪ Zonthermie</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Restwarmte</li> <li>▪ Geothermie</li> <li>▪ Omgevingswarmte + HT-warmtepomp</li> <li>▪ Aquathermie</li> <li>▪ Biomassa/ -gas</li> <li>▪ Zonnecollectoren &amp; heatpipes</li> </ul> |
| <b>Groengas</b>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hybride-WP (warmtepomp)</li> <li>▪ HR-ketel</li> </ul>                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Synthesegas</li> <li>▪ Biogas</li> </ul>                                                                                                                                            |
| <b>Waterstof</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hybride-WP (warmtepomp)</li> <li>▪ HR-ketel</li> </ul>                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ HR-ketel</li> </ul>                                                                                                                                                                 |

Tabel 4: Mogelijke warmtetechnieken (ECW)

#### 4.3.2. Relevante warmtetechnieken regio de Waard

Om relevante warmteoplossing voor regio de Waard te identificeren, is de beslisboom van Hier Opgewekt (2020) gebruikt weergegeven in Figuur 12. Ter verificatie zijn de eerder gevonden technieken in Tabel 4 tegen Hier Opgewekt (2020) uitgezet. Hierdoor ontstaat er een compleet overzicht van alle mogelijke technieken gekoppeld aan een logisch stappenplan.



Figuur 12: Beslisboom warmteoplossing van Hier Opgewekt (Hier Opgewekt, 2020)

In de eerste stap van de beslisboom wordt er onderscheid gemaakt naar collectieve en individuele oplossingen. Omdat we in dit rapport alleen collectieve oplossingen beschouwen, kan de tak van individuele oplossingen buiten beschouwing gelaten worden.

In de tweede stap van de beslisboom, wordt er gekeken naar energielabels. In de paragraaf 4.1 Stedelijk gebied is geconcludeerd dat de meeste energielabels tussen de A en C verkeren. Daarom worden zowel de tak energielabel A & B en lager binnen beschouwing gehouden. Gezien de impact op de mogelijkheden is het van belang om een gedetailleerder beeld bij de energielabels van de beide gebieden te verkrijgen.

In stap drie wordt er op basis van techniek gedifferentieerd. De relevante technieken voor de regio zijn daarom: hoge temperatuur warmtenet, wijkopslag + opwek, gasnet en lage temperatuur net.

In stap vier zijn waterstof en synthetisch gas & geothermie aangeduid als 'toekomstige warmtebron'. Omdat warmtetransitie strategieën gebaseerd op duurzaam gas tot 2030 geen reële optie in de gebouwde omgeving vormen (Expertise Centrum Warmte, 2021) worden deze technieken buiten beschouwing gelaten. Echter, bodemenergie is daarentegen voor 2030 wel te realiseren en zal daarom binnen beschouwing worden gehouden. Bio-energie<sup>9</sup> wordt ook buiten beschouwing gelaten omdat er geen biomassa stromen of grote duurzame energie overschotten zijn. Daarom zal hoofdstuk 5 zich focussen op de volgende warmtebronnen:

- Restwarmte (HT en LT warmtenet)
- Bodemenergie
- Aquathermie
- Zonthermie.

#### 4.4. Analysefactoren

**Zoals in paragraaf 3.3 aangegeven zullen de duurzame warmtetechnieken geanalyseerd worden aan de hand van analysefactoren. De introductie van deze factoren volgen in deze paragraaf.**

De analysefactoren worden gebaseerd op stap 1 van het vierdelige *stappenplan uitvoeringsplan* van het Programma Aardgasvrije Wijken (Programma Aardgasvrije Wijken, sd). Daarin wordt gekeken naar de betrokken stakeholders, fysieke en sociale kenmerken van de wijk en wordt er een financieel-economische analyse uitgevoerd. In de vierde stap wordt de technische haalbaarheid van de onderzochte technieken bepaald. Die elementen worden in dit onderzoek overgenomen en respectievelijk aangeduid als stakeholders, omgevingsfactoren, financiële en technische haalbaarheid. De analysefactoren zullen hieronder verder worden toegelicht.

##### 4.4.1. Omgevingsfactoren

Deze analyse omvat alle fysieke factoren die aanwezig moeten zijn om een warmtetechniek succesvol te kunnen implementeren ook omschreven als de *analyse van fysieke kenmerken van de wijk* bestaande uit:

1. **Warmtebron:** bron die warmte levert. Zonder de aanwezigheid en/of nabijheid van een bron kan deze techniek in kwestie niet geïmplementeerd worden.

---

<sup>9</sup> Biogas en biomassa

2. **Temperatuur:** temperatuur die de bron levert. Dit heeft implicaties voor de gebouwde omgeving, opwaardering van de temperatuur en ondersteunende technieken (warmtenet en warmtepomp).
3. **Match warmtevraag:** overeenkomst tussen de warmtevraag van De Waard en Waardeiland en de levering van de bron.
4. **Warmtedistributie:** transport van de warmte naar de juiste plek, hieronder vallen ook warmtenetten. De implementatie heeft impact op de type techniek en de investeringen en is daarom van belang voor de haalbaarheid.
5. **Specifieke kenmerken technologie:** eisen of restricties aan de omgeving specifiek voor de techniek.

#### 4.4.2. Technische haalbaarheid

In deze analyse wordt er gekeken of de warmtetechniek naar de technische aspecten. Er wordt bekeken of de techniek voor 2030 geïmplementeerd en geëxploiteerd kan worden.

1. **Volwassenheid techniek:** ontwikkelingsstaat waarin de techniek zich bevindt. De techniek moet volwassen genoeg voor implementatie zijn binnen de investeringshorizon.
2. **Ervaring & voorbeeldprojecten:** aantal gelijksoortige projecten uitgevoerd met deze techniek. Er kunnen lessen uit deze projecten gehaald worden om een betere indicatie van de haalbaarheid geven.
3. **Inpassing bestaande infrastructuur:** in welke mate de bestaande infrastructuur aangepast kunnen worden.

#### 4.4.3. Betrokken stakeholders

In dit stuk wordt er onderzocht wie er bij de oplossing betrokken zijn en in welke rol. Voor de meest relevante techniek zullen de stakeholders verder worden uitgewerkt in hoofdstuk 6.

#### 4.4.4. Financiële haalbaarheid

De financiële haalbaarheid zal zich focussen op de kosten van de oplossingen omdat de baten gelijk zijn voor iedere techniek: voldoende warmte voor bedrijventerrein De Waard en Waardeiland. De eerste drie factoren komen overeen met het eerste punt van de *Financieel-economische analyse van alternatieven voor aardgas*. Het vierde onderdeel is toegevoegd voor flexibiliteit in de analyse en markante ontdekkingen die de financiële haalbaarheid beïnvloeden te kunnen onderbrengen.

1. **Investeringskosten;** kosten die worden gemaakt om een project van idee tot oplevering te realiseren, uitgedrukt in € per kW<sub>th</sub>.
2. **Operationele kosten:** kosten van bedrijfsvoering oftewel warmtelevering, uitgedrukt in € per kW<sub>th</sub> (per jaar).
3. **Terugverdientijd:** tijdbestek tussen de investering en het terugverdienen van deze investering middels inkomsten, uitgedrukt in jaren.
4. **Factoren rendabiliteit:** elementen die invloed hebben op de kosten.

#### 4.4.5. Conclusie

Iedere warmtetechniek zal per analysefactor een cijfer tussen de 0 en 5 ontvangen in de QuickScan van Hoofdstuk 5. Deze cijfers worden vervolgens gemiddeld over de analysefactoren om de haalbaarheid te kwantificeren en te kunnen vergelijken. De twee technieken met de hoogste scores worden verder behandeld in Hoofdstuk 6 voor een duidelijker beeld van het stakeholdernetwerk.

## 5. QuickScan Duurzame warmtebronnen

---

Dit hoofdstuk zullen de warmtetechnieken vastgesteld in paragraaf 4.3:

- 5.1 Restwarmte
- 5.2 Bodemenergie
- 5.3 Aquathermie
- 5.4 Zonthermie

Respectievelijk worden geanalyseerd doormiddel van de analysefactoren uit paragraaf 4.4:

- Omgevingsfactoren
- Technische haalbaarheid
- Stakeholders
- Financiële haalbaarheid

### 5.1. Restwarmte

**Restwarmte is onbenutte warmte vrijgekomen uit industriële processen. Om restwarmte te vervoeren, is een warmtenet nodig. Afhankelijk van de temperatuur van de bron is dit een hoog of laagtemperatuur warmtenet.**

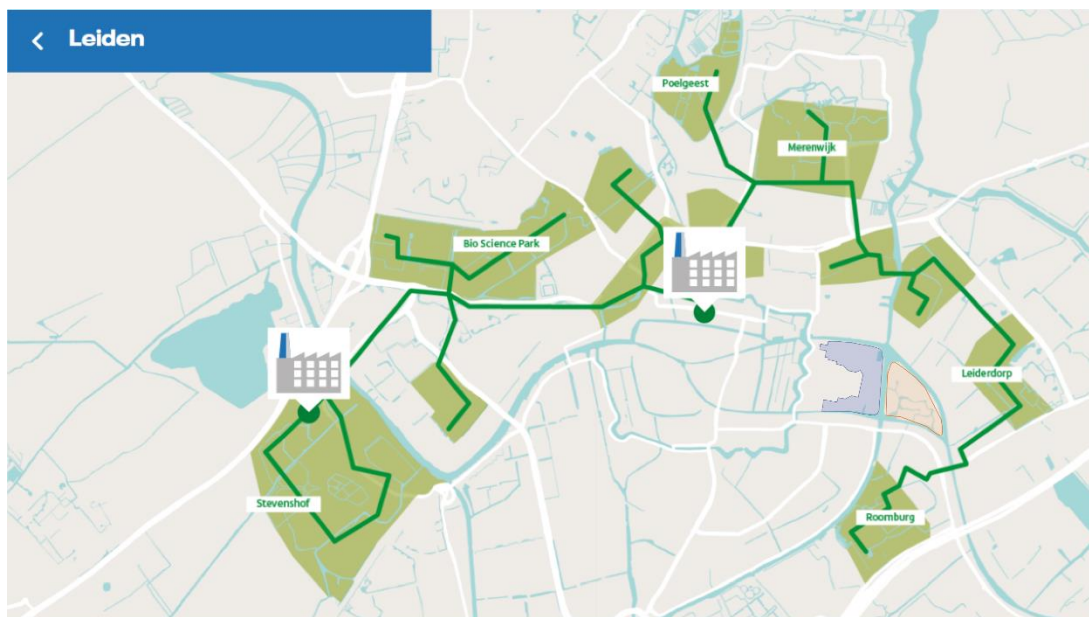
#### 5.1.1. Omgevingsfactoren

In deze paragraaf wordt regio de Waard beoordeeld op de haalbaarheid voor restwarmte. Zoals beschreven in paragraaf 4.4 bestaat de analyse uit: warmtebron, temperatuur, match met de warmtevraag, distributie van de warmte en specifieke kenmerken van restwarmte.

##### *Warmtebron*

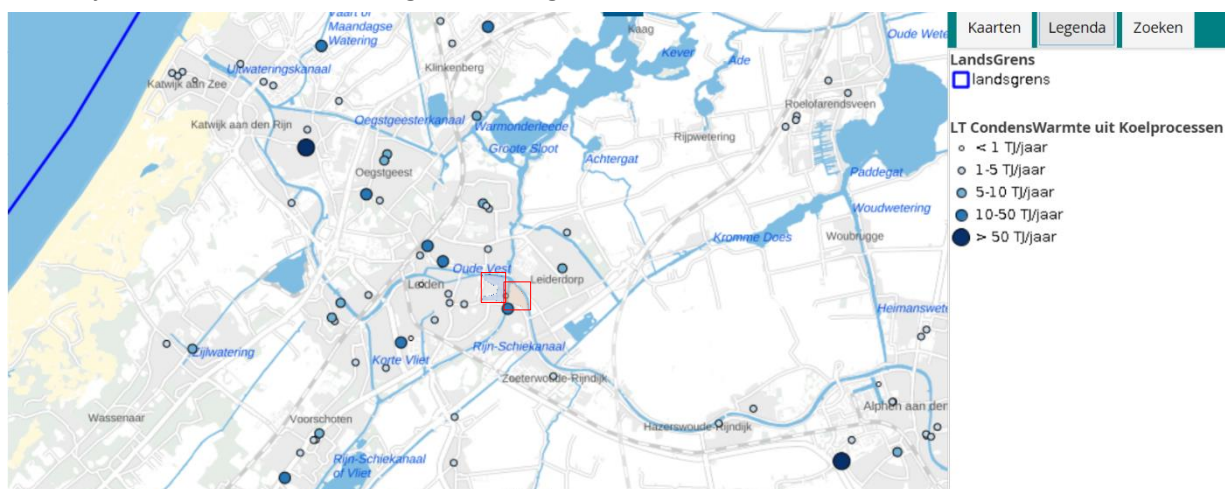
De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) heeft een warmteatlas gecreëerd voor warmtebron analyse (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, sd). Bij het gebruik van de warmteatlas is aanvullend lokaal onderzoek noodzakelijk (Nationaal Programma RES i.s.m CE Delft, 2020). Hieronder wordt een overzicht van mogelijke restwarmtebronnen weergegeven op basis van de atlas.

1. Het warmtebedrijf Rotterdam wil in samenwerking met Nuon restwarmte uit de Rotterdamse haven aan de Leidse regio leveren. Dit project staat ook bekend als de Warmtelevering Leidse Regio (WLR). De uitbreidingsmogelijkheden die op dit moment worden onderzocht bevinden zich in Leiden Zuidwest en het Stationsgebied (Warmtebedrijf Rotterdam, 2021). Verscheidene delen van Leiden zijn al aangesloten op een warmtenet, dit is weergegeven in Figuur 13. Momenteel wordt dit nog niet verwarmt door een duurzame bron maar door een gasgestookte energiecentrale.



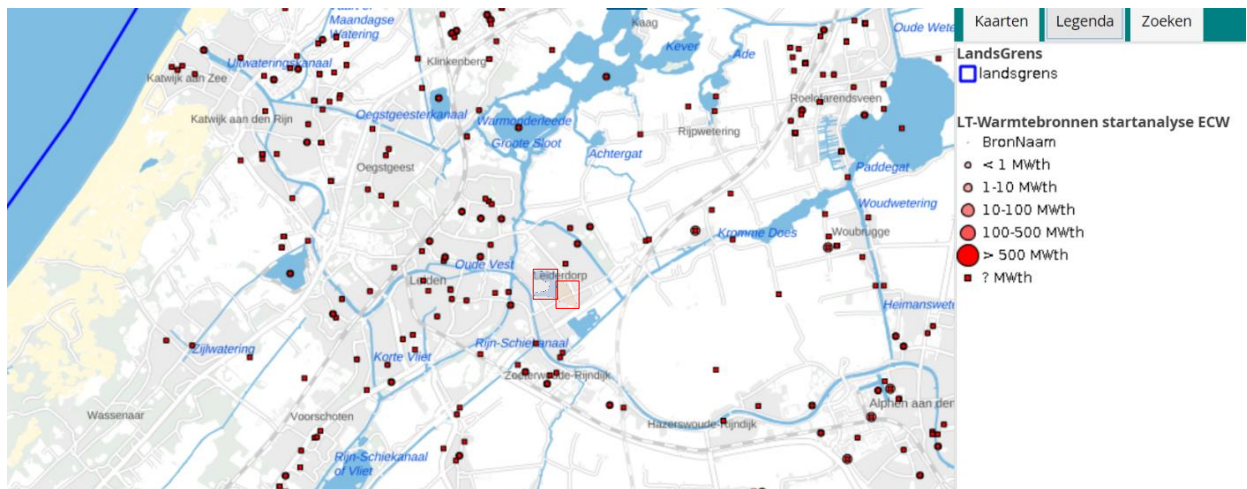
Figuur 13: Warmtenet Leidse regio, verkregen via (Vattenfall, sd)

2. Condenswarmte uit koelprocessen zijn ook mogelijke restwarmtebronnen, weergegeven in Figuur 14. De twee bronnen die het dichtst in de buurt van De Waard en Waardeiland liggen leveren tussen de één en tien TJ/jaar laagtemperatuur (LT). In Tabel 3 staat het verbruik van regio de waard welke uit komt in de tientallen TJ/jaar. Deze bronnen dragen substantieel bij, maar zijn niet afdoende voor het gehele energieverbruik.



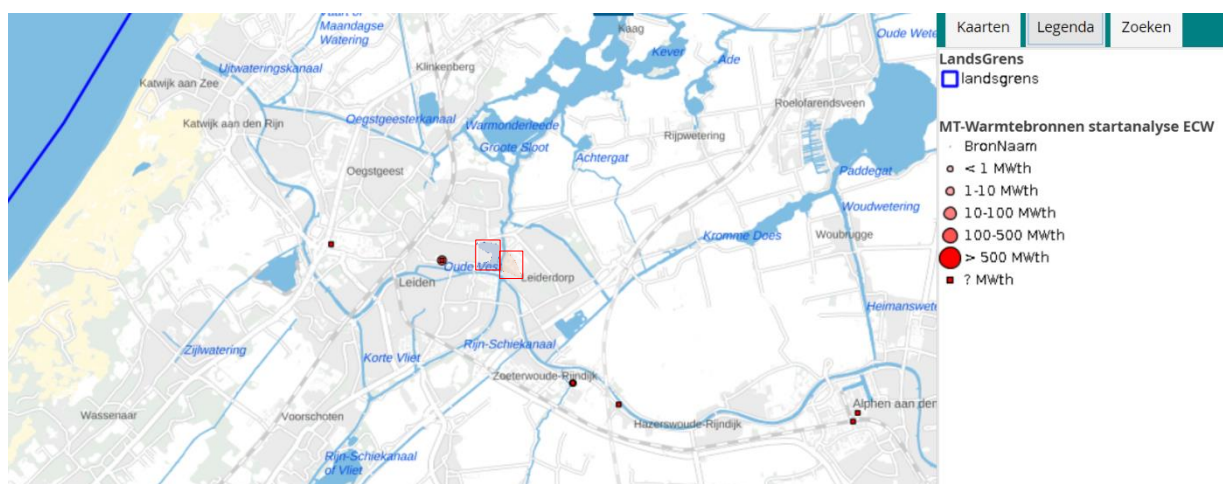
Figuur 14: Mogelijke LT restwarmtebron condenswarmte uit koelprocessen, (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, sd)

3. Naast restwarmte uit koelprocessen bevat de warmteatlas ook laagtemperatuur (LT) en midden temperatuur bronnen (MT). Deze zijn weergegeven in



4. Figuur 15 en Figuur 16.

Figuur 15: LT-restwarmtebron uit de startanalyse van het Expertise Centrum Warmte (ECW), (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, sd)



Figuur 16: MT-restwarmtebron uit de startanalyse van het Expertise Centrum Warmte (ECW), (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, sd)

### Temperatuur

Het warmtenet van Leiden heeft een HT van 90 C° maar staat niet gepland om aangesloten te worden op de regio De Waard (Portaal, 2016). Het koppelen van een energienet van De Waard aan het warmtenet van Leiden kan elkaar versterken en moet daarom verder verkend worden.

Uit

Figuur 15 blijkt dat er drie LT-bronnen zich in het gebied bevinden waarvan twee van onbekende grootte en één 1-10 MW<sub>th</sub>. LT-bronnen vereisen additionele verwarming door bijvoorbeeld warmtepompen voor de panden in de Waard regio (zie paragraaf 4.1.3). Hiervoor zijn twee opties:

1. LT warmtenet aanleggen met innovatieve individuele HT-warmtepompen per adres.
2. Innovatieve centrale warmtepomp installeren die de temperatuur naar rond de 70 °C verhoogt.

### *Match warmtevraag*

Voor het huidige stadswarmte netwerk is er genoeg capaciteit om aan de vraag van regio de waard te voldoen (Portaal, 2016).

De LT-restwarmtebron levert tussen de één en 10 MW<sub>th</sub>. Een onderzoek voor de energietransitie regio Arnhem Nijmegen berekende dat een 10 MW<sub>th</sub> geothermie bron met 4.000 vollasturen 145 TJ per jaar produceert (Royal Haskoning DHV, 2018). De Leidse LT restwarmtebron produceert in dezelfde ratio 14,5 - 145 TJ per jaar. In paragraaf 4.1 is bepaald dat er 37,24 TJ per jaar vereist is. Zelfs wanneer de twee onbekende LT-restwarmtebronnen van de laagste categorie zijn (één MW<sub>th</sub>) voldoet dit grofweg aan de warmtevraag.

Zoals besproken in paragraaf 4.1 fluctueert het energieverbruik over het jaar. Het aanbod van restwarmte in daarentegen vaak relatief constant waardoor er een buffer nodig is om in de piekvoorziening te voldoen (Nationaal Programma RES i.s.m CE Delft, 2020). Daarnaast wijst het Nationaal Programma Regionale Energie Strategieën op het feit dat een restwarmtebron stil kan komen te liggen of kan verdwijnen. Meerdere bronnen aansluiten op een warmtenet wordt daarom aanbevolen (Nationaal Programma RES i.s.m CE Delft, 2020). Dit is het geval voor de drie LT-bronnen.

### *Warmtedistributie*

Er is een warmtenet nodig om de restwarmte te vervoeren. Een warmtenet vereist hoge investeringen waardoor het belang is om het in dichtbebouwde gebieden van >30 woningen/ha (Kirch, den Dekker, & Duijff, 2020) te ontwikkelen. De bebouwingsdichtheden van De Waard en het Waardeiland zijn respectievelijk 12,1 en 23,4 (par 4.1) en daarmee te laag. Echter, het rapport van CE Delft stelt dat De Waard en het Waardeiland wel geschikt zijn voor een warmtenet (Deltares i.s.m Syntraal en KWR, sd) (CE Delft i.s.m Deltares, 2018).

Voor LT-bronnen is een warmtenet binnen een straal van tien km haalbaar (Nationaal Programma RES i.s.m CE Delft, 2020). Een HT-restwarmte warmtenet is makkelijker inzetbaar (Kirch, den Dekker, & Duijff, 2020) waardoor er een voorkeur is voor een aansluiting op de stadswarmte. Verder moet er ruimte in de ondergrond zijn voor het leidingen van het warmtenet. Deze informatie zal met verder onderzoek verkregen moeten worden. Het rapport van (Brolsma, Levelt, & Niesten, 2020) en specifiek tabel 2.2 kan in de analyse aanpak ondersteuning bieden.

### *Beoordeling*

Er zijn twee mogelijkheden in de regio: aansluiting vinden op het HT-stadswarmte net en een LT warmtenet aanleggen ondersteund door innovatieve warmtepompen. Vanuit het perspectief van de energievraag is restwarmte een interessante optie. Vanwege de twee opties die beide aansluiten op de energievraag zal hier een beoordeling van vijf uit vijf gegeven worden. Nader onderzoek zal de LH-bronnen moeten vaststellen en genoeg ruimte in de ondergrond moeten uitwijzen.

## 5.1.2. Technische haalbaarheid

Deze analyse zal de technisch haalbaarheid van restwarmte bevatten. Aspecten zijn: de volwassenheid van de techniek, ervaring, voorbeelden en inpassing in bestaande infrastructuur.

### *Volwassenheid techniek*

Volgens het nationale programma Regionale Energie Strategie (RES) is technische realisatie voor 2030 'zeker te realiseren', dit is de hoogste score die een techniek kan krijgen voor deze factor (Nationaal Programma RES i.s.m CE Delft, 2020). Zoals benoemd in hierboven, is het ECW van

mening dat restwarmte technisch vaak niet ingewikkeld is, maar organisatorisch uitdagend (Expertise Centrum Warmte, 2020).

Warmtenetten zijn volgens het ECW een volwassen techniek en liggen de uitdagingen op organisatorische vlak. Er vinden ontwikkelingen plaats op het aansluiten van bestaande woningen op LT-warmtenetten (Expertise Centrum Warmte, 2020).

De prestaties van elektrische warmtepompen voor de ondersteuning van LT-warmtenetten zijn de laatste jaren verbeterd en er zijn verscheidene concepten in ontwikkeling (Expertise Centrum Warmte, 2021). De LT-warmtepompen zijn een volwassen techniek, echter de techniek voor hoge temperatuur warmtepompen staat nog in de kinderschoenen en is nog niet op grote schaal toegepast.

#### *Ervaring & voorbeeldprojecten*

Er zijn 75 warmtenetten aangesloten op een restwarmtebronnen in Nederland. Aan deze warmtenetten zitten 204.000 woningen verbonden (DNE Research, 2021). Relevante voorbeeldprojecten zijn overzichtelijk opgesomd in Bijlage F.

#### *Inpassing bestaande infrastructuur*

De bestaande infrastructuur waar rekening mee gehouden moet worden voor restwarmte is complex. De huidige warmteaanbieder, bebouwing, elektriciteitsnet en ondergrondse infrastructuur zijn factoren waar restwarmte ingepast moet worden.

Ten eerste is voor de warmteaanbieder het veelal eenvoudiger om restwarmte te lozen dan het aan een warmtenet te leveren (CE Delft, 2019). Vaak zijn er bij de warmteaanbieder aanpassingen nodig om de restwarmte op een bruikbare temperatuur te verschaffen (Expertise Centrum Warmte, 2020). Ook kan de aanbieder flexibiliteit van het primaire proces verliezen. Het is van belang dat de warmteaanbieder profijt heeft van het participeren in het warmte uitwisseling project. Dit zal verder worden toegelicht in de paragraaf Financiële haalbaarheid.

Het elektriciteitsverbruik zal in het geval van het gebruik van een LT warmtenet verhoogd worden door de installatie van warmtepompen. In paragraaf 4.1 is bepaald dat er transportcapaciteit beschikbaar is voor het afnemen additionele elektriciteit.

#### *Beoordeling*

Zoals aan het begin van deze paragraaf is aangegeven, is restwarmte technisch gezien 'zeker te realiseren'. Mogelijke belemmeringen zijn hierboven besproken en voor alle is een mogelijke oplossing aangedragen. Daarom is het advies voor technische haalbaarheid vijf uit vijf.

### 5.1.3. Betrokken stakeholders

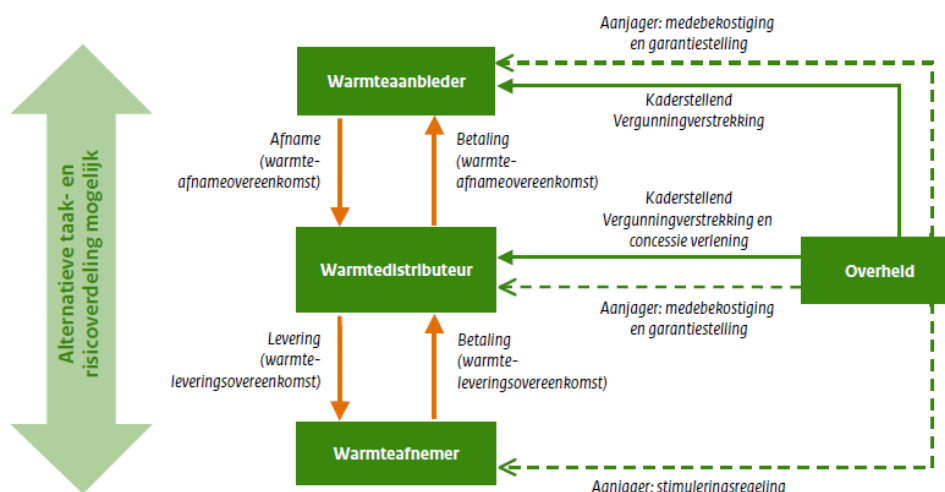
Restwarmte projecten zijn altijd maatwerk. Het wordt door het RVO & ECW een "stevige organisatorische uitdaging" genoemd (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014) (Expertise Centrum Warmte, 2020).

Het RVO heeft de hoofdrolspelers van een warmte uitwisseling project in kaart gebracht (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014). Er valt onderscheid te maken tussen primaire en secundaire spelers. Het ECW identificeert globaal dezelfde stakeholders en merken incidenteel aanvullende belangen aan (Expertise Centrum Warmte, 2020). Deze stakeholders en de bijhorende belangen van zowel de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland als het ECW zijn samengevat in Tabel 5. In Figuur 17 worden mogelijke interacties tussen de primaire en

secundaire stakeholders weergegeven. Hier is te zien dat de overheid een ‘aanjager’ is voor alle primaire stakeholders d.m.v. financiering en garantiestelling.

| Stakeholder               | Belang                                                        |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Primaire spelers</b>   | Warmteaanbieder                                               |
|                           | Warmteafnemer (Bedrijventerrein De Waard & Waardeiland)       |
|                           | Warmtedistributeur                                            |
| <b>Secundaire spelers</b> | Rijksoverheid                                                 |
|                           | Regionale overheid (gemeente Leiden & provincie Zuid-Holland) |
| <b>Andere partijen</b>    | Financiers                                                    |
|                           | Publieke en maatschappelijke organisaties                     |
|                           | Inwoners Waardeiland & Bedrijven van De Waard                 |
|                           | Netbeheerder (Liander) (alleen bij LT en MT-bronnen)          |

Tabel 5: Stakeholders restwarmte



Figuur 17: weergave relaties primaire en secundaire stakeholders, overgenomen van (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014)

### *Beoordeling*

Belangen van verschillende stakeholders kunnen tegenstrijdig zijn. Zo wil de warmteaanbieder financieel rendement creëren en willen de warmteafnemers de kosten van warmteafname minimaliseren. Daarnaast wil de warmtedistributeur vraag en aanbod koppelen maar wil de warmteaanbieder zijn primaire proces niet verstoren. Dit maakt het een complex stakeholder netwerk en resulteert in een score van drie uit vijf.

#### 5.1.4. Financiële haalbaarheid

In deze paragraaf wordt de financiële haalbaarheid van restwarmte geanalyseerd. Daarvoor worden de investeringskosten, operationele kosten en terugverdientijd besproken.

#### *Investeringskosten, operationele kosten & terugverdientijd*

De totale investeringskosten zijn 270 - 880 €/kW<sub>th</sub> (Nationaal Programma RES i.s.m CE Delft, 2020). De operationele kosten zijn 30 - 40 €/kW<sub>th</sub> per jaar aan restwarmte (DNE Research, 2021). De gemiddelde terugverdientijd is drie tot zes jaar (Nationaal Programma RES i.s.m CE Delft, 2020). De omvang van de kosten zijn afhankelijk van factoren die in de volgende paragraaf besproken zullen worden

#### *Factoren rendabiliteit*

Een voorwaarde voor de financiële haalbaarheid van een restwarmte project is dat voor alle stakeholders aantrekkelijk is (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014).

De aanlegkosten van een warmtenet worden gedreven door de complexiteit van de uitkoppeling van de warmtebron en de lengte en de isolatie van het warmtenet. Naast de materiaalkosten en financieringslasten bestaan er onderzoek, procesvoering en contractvoering kosten voor de realisatie (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014). Daarnaast moeten investeerders van het warmtenet de zekerheid hebben dat het grootste deel van de woningen binnen 10 jaar aangesloten is op het warmtenet (Kirch, den Dekker, & Duijff, 2020). Deze kosten en factoren gelden voor alle technieken waar een warmtenet vereist is.

Tijdens het exploiteren van de restwarmte en het warmtenet bestaan de kosten grotendeels uit warmte-inkoop, back-up of buffer, onderhoud en beheer, financieringslasten en overhead (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014). Inkomsten bestaan uit besparing aansluitbijdragen gasnet, vastrecht en warmtelevering opbrengsten (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014).

Voor elke stakeholder moet het risico- rendementsprofiel aantrekkelijk zijn. De bovengenoemde inkomsten voor gebruikers mogen daarom niet hoger zijn dan de kosten die een gebruiker voor gasverwarming betaalt en de aansluitbijdrage moet vergelijkbaar zijn met het vervangen van een CV-ketel ( van Soest , Loogman, & Dane, 2021). Het rapport "Handleiding financieringsaanvraag coöperatieve warmte" (Verschuur & Maas, 2021) kan geraadpleegd worden voor het realiseren van de financiering.

### *Beoordeling*

Het complexe stakeholder netwerk beïnvloedt de financiële haalbaarheid negatief. Daarnaast zijn de back-up faciliteiten en complexiteit van de uitkoppeling nog onbekend. Nader onderzoek, voornamelijk naar de restwarmtebron zal moeten uitwijzen of restwarmte financieel haalbaar is. Maar als er wordt gekeken naar de onderlinge terugverdientijd en investeringen van andere technieken samengevat in Tabel 15 dan zijn de kosten significant lager. Vandaar dat de financiële haalbaarheid een vier uit vijf wordt beoordeeld.

## 5.2. Bodemenergie

**Bodemenergie maakt gebruik van warmte die van nature in de ondergrond en grondwater aanwezig is (tot 500 meter diep). Dit kan zowel met een open als een gesloten systeem. Net als bij restwarmte, is er voor bodemenergie ook een warmtenet vereist.**

**Een gesloten systeem, ook wel bodemlus, is in feite een grote warmtewisselaar in de bodem. Water wordt door het gesloten systeem gepompt waarmee warmte of koud aan de bodem, zijnde buiten het systeem, wordt toegevoegd.**

**Het open systeem ook warmte-koudeopslag genoemd en onttrekt warmte of kou uit grondwater. Zomerwarmte en winterkoud worden voor een seizoen opgeslagen in de bodem (Expertise Centrum Warmte, 2021). Voor grote gebouwen of clusters, zoals hier het geval is, wordt een warmte-koudeopslag (WKO) (Expertise Centrum Warmte, 2021) gebruikt. Een WKO-systeem werkt met een aparte warmte- en koude bron.**

### 5.2.1. Omgevingsfactoren

Deze paragraaf zal analyseren of de omgeving van De Waard en het Waardeiland geschikt is voor bodemenergie. De warmtebron, temperatuur, match met de warmtevraag, distributie van de warmte en specifieke kenmerken zullen worden besproken.

#### *Warmtebron*

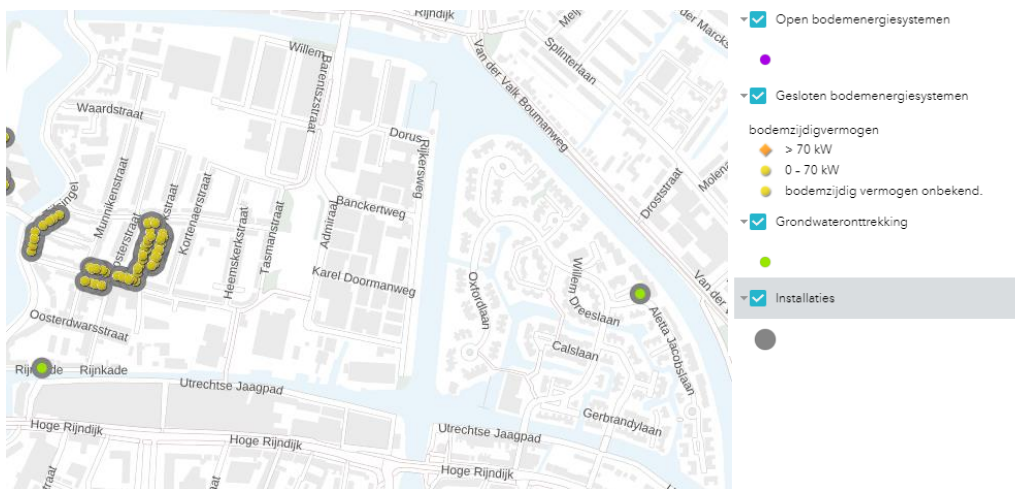
Een gesloten bron kan maar één tot dertig appartementen verwarmen (Expertise Centrum Warmte, 2021), deze techniek is dus niet van toepassing voor De Waard en Waardeiland en zal daarom niet verder worden geanalyseerd.

Voor een WKO moet er een watervoerende laag (aquifer) aanwezig zijn. Daarnaast moet er rekening worden gehouden met bestaande bodemenergiebronnen aangezien deze systemen elkaar negatief kunnen beïnvloeden (interferentie). Tot slot kunnen provincies restricties opleggen (Expertise Centrum Warmte, 2021). Met de WKO-bodemenergietool van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland is een QuickScan uitgevoerd waarmee is bepaald of op De Waard of Waardeiland een bodemenergiesysteem kan en mag worden aangelegd (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2021).

Figuur 18 geeft de bodemenergiesystemen weer die op dit moment aanwezig zijn op De Waard en Waardeiland. Om interferentie te voorkomen, zal een nieuwe installatie niet dichterbij 750 m van een bestaand systeem geplaatst kunnen worden. Gezien Figuur 18 kan hier omheen gewerkt worden. De WKO-bodemenergietool geeft verder voor het gebied: Restrictie Specifiek Provinciaal Beleid. Dit kan verscheidene restricties omvatten<sup>10</sup> waar verder onderzoek voor vereist is.

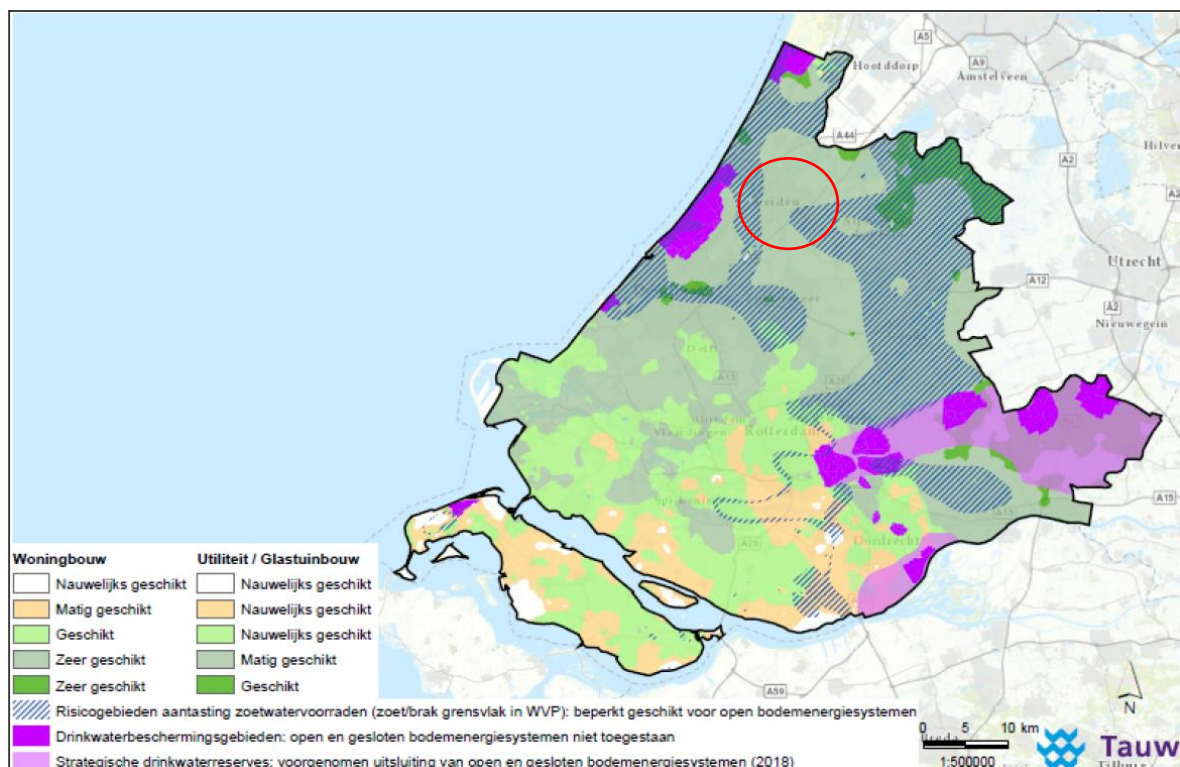
---

<sup>10</sup> Zie [WKO Restrictiegebieden service public view - Overzicht \(arcgis.com\)](#) voor nadere informatie

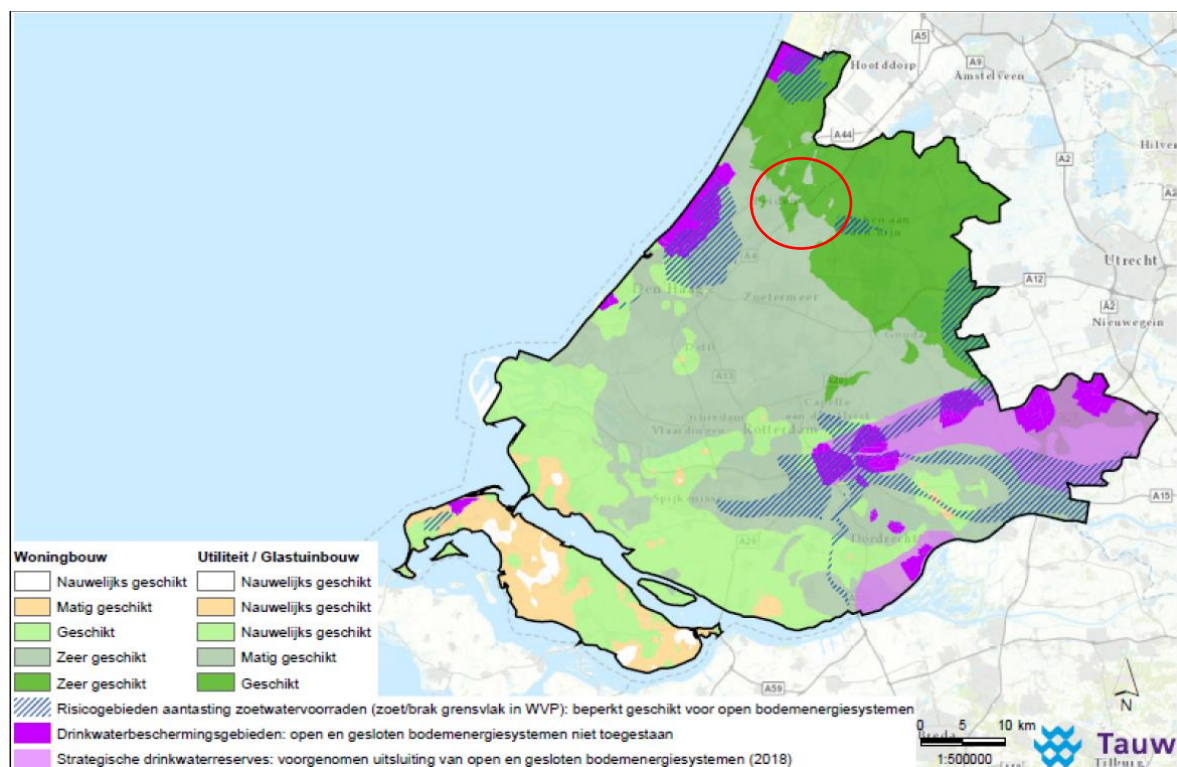


Figuur 18: Bestaande bodemenergiesystemen, overgenomen van (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2021)

De resultaten van TAUW en CE Delft over het toekomstperspectief van bodemenergie in Zuid-Holland staan in Figuur 19 en Figuur 20 (in 't Veld, Schepers, Varkevisser, Donkers, & Schuller, 2017). Hierin staat de geschiktheid voor open bodemenergie voor een watervoerend pakket. De regio De Waard zijn voor het eerste watervoerende pakket matig geschikt of risicogebied voor aantasting zoetwatervoorraden. Voor het tweede en derde watervoerende pakket is het gebied matig en zeer geschikt. Matig geschikt houdt in dat de capaciteit voldoende is voor projecten met een lagere bebouwingsdichtheid of minder dan gemiddelde warmtevraag. Zeer geschikt houdt in dat de capaciteit voldoende is voor alle beschouwde dichtheden of voor een project met een meer dan gemiddelde warmtevraag. In paragraaf 4.1 is bepaald dat beide gebieden een redelijk lage bebouwingsdichtheden hebben, bodemenergie zou qua ondergrond dus mogelijk moeten zijn.



Figuur 19: Geschiktheid voor open bodemenergiesystemen 1e watervoerend pakket, overgenomen van (in 't Veld, Schepers, Varkevisser, Donkers, & Schuller, 2017)



Figuur 20: Geschiktheid voor open bodemenergiesystemen 2e & 3e watervoerend pakket, overgenomen van (in 't Veld, Schepers, Varkevisser, Donkers, & Schuller, 2017)

Een gebiedsgerichte analyse is noodzakelijk om de kwaliteit van diepere grondwaterlagen te beschermen (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, sd). Dit zal ook problemen in de beheerfase voorkomen (Verburg, et al., 2010).

### Temperatuur

Het temperatuurbereik van een open systeem ligt tussen de 5 en 25 °C (Kennisplatform bodemenergie, sd). Deze temperatuur valt in de klasse 'zeer lage temperatuur' (ZLT) en daarom is een additionele warmtepomp nodig om de vereiste temperatuur van 70 °C te behalen.

### Match warmtevraag

Kantoren zijn 'zeer geschikt' voor WKO-systemen door zowel een warmte- als koudevraag (in 't Veld, Schepers, Varkevisser, Donkers, & Schuller, 2017). Bij andere bedrijven en instellingen is het situatie afhankelijk of een WKO geschikt is. Als de warmtevraag hoger is dan de koudevraag en het systeem niet goed gedimensioneerd is, kan dit leiden tot zodanige afkoeling dat het systeem niet meer functioneert (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, sd). Aangezien woningen vaak een relatief hoge warmtevraag in vergelijking met koudevraag hebben, leent een WKO-systeem zich slechts in beperkte gevallen (in 't Veld, Schepers, Varkevisser, Donkers, & Schuller, 2017) voor woningen. Een samengesteld gebied, zoals in dit onderzoek het geval is, verhoogt de complexiteit voor het plaatsen van een WKO door: aansprakelijkheid, gesplitste incentives en duur van huurcontracten. Een disbalans tussen de warmte- en koudevraag kan opgelost worden door het implementeren van een complementaire warmtebron. Zo is het mogelijk om een WKO als opslag van restwarmte te gebruiken (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015).

### *Warmtedistributie*

Voor bodemenergie is een warmtenet vereist. Daar gelden dezelfde punten zoals behandeld in paragraaf Restwarmte.

### *Specifieke kenmerken technologie*

WKO's hebben met correct beheer een levensduur van 30 jaar (Expertise Centrum Warmte, 2021). Dit is afhankelijk van de kwaliteit van onderhoud van de grondwaterbronnen (Kennisplatform bodemenergie, sd). De Rijksdienst voor ondernemend Nederland heeft de volgende 'beheersbare risico's' geïdentificeerd:

- Grondwaterstand verandering met schade aan bebouwing tot gevolg
- Roestvorming
- Invloed op naastliggende WKO-systemen
- Verzilting
- Mogelijk verontreinigd grondwater

Deze risico's zullen in vervolgonderzoek in kaart gebracht moeten worden om te bepalen of het de geschiktheid van de techniek beïnvloedt.

Een voordeel van een grotendeels ondergrondse installatie is ruimtebesparing ten opzichte van andere duurzame technieken (RES EN TRANSITIEVISIE WARMTE - Op bodemenergie kun je bouwen, 2020).

### *Beoordeling*

Uit de WKO-bodemenergietool en het onderzoek van TAUW en CE Delft kan geconcludeerd worden dat de ondergrond van De Waard en Waardeiland matig geschikt is voor bodemenergie. Verder onderzoek is benodigd om de warmte en koude vraag van beide eilanden goed geproportioneerd zijn voor bodemenergie. Verder is er weinig ruimte nodig voor de techniek, maar moet het aangevuld worden door warmtepompen. Daarom is de haalbaarheidsscore drie uit vijf.

## 5.2.2. Technische haalbaarheid

Voor de ondersteuning van warmtepompen en het bouwen van een warmtenet in het bodemenergieconcept gelden dezelfde conclusies zoals getrokken in paragraaf 5.1 Restwarmte.

### *Volwassenheid techniek*

Volgens de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland is een open bodemenergiesysteem een volwassen technologie (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2020) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2021). Het wordt in Nederland dan al meer dan 30 jaar toegepast (Expertise Centrum Warmte, 2021). Daarnaast bestempelt het ECW-bodemenergie als een 'toekomstbestendige oplossing voor het aardgasvrij maken van woningen en gebouwen' (Expertise Centrum Warmte, 2021).

### *Ervaring & voorbeeldprojecten*

Er zijn inmiddels 188 warmtenetten aangesloten op een bodemenergiebron, waarmee 20.900 woningen worden verwarmd (DNE Research, 2021). Er zijn er 2000 WKO's in bedrijf (Expertise Centrum Warmte, 2021). Voorbeeldprojecten zijn te vinden in Bijlage F.

### *Inpassing bestaande infrastructuur*

Een warmtenet aanbrengen en aanpassen van het energienet en ander ondergronds gebruik is zeer complexe (in 't Veld, Schepers, Varkevisser, Donkers, & Schuller, 2017). Woningen moeten geschikt zijn voor ZLT in combinatie met een warmtepomp. Bij een LT warmtenet zullen de woningen een schillabel B en lage temperatuur verwarming moeten hebben.

Aangezien WKO een all-electric oplossing is, zal het elektriciteitsverbruik toenemen na het implementeren van deze oplossing. In paragraaf 4.1 is bepaald dat er transportcapaciteit beschikbaar is voor het afnemen van elektriciteit.

### *Beoordeling*

Alle technieken die nodig zijn om warmte uit de bodem te verkrijgen (bodemenergie, warmtenet en warmtepomp) worden aangeduid als volwassen technieken. Echter, gezien de complexiteit aangegeven door in 't Veld, Schepers, Varkevisser, Donkers, & Schuller (2017) van het op elkaar afstemmen van de verschillende systemen wordt de technische haalbaarheid geschat op drie uit vijf. De afstemming van warmte en koude vraag van OV de waard en het waardeiland moet verder onderzocht worden omdat dit bepalend is voor bodemenergie.

### 5.2.3. Betrokken stakeholders

In Tabel 6 worden de stakeholders en bijbehorende belangen van bodemenergie weergegeven. Deze stakeholders zijn geïdentificeerd door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en het ECW (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, sd), (Expertise Centrum Warmte, 2021). Een aantal stakeholders zijn dezelfde als bij restwarmte. Er zijn echter ook partijen die specifiek zijn voor bodemenergie, deze zijn dikgedrukt weergegeven in Tabel 6.

Aangezien er meer dan één woning op het WKO-systeem zal worden aangesloten, zal er een exploitant moeten zijn. Deze exploitant beheert de bodembron. Daarnaast is er ook een eigenaar of eigenaren van de grond waarin de bodembron zich bevindt. Deze willen voornamelijk zo klein mogelijke risico's en overlast. Een samengesteld gebied, zoals in dit onderzoek het geval is, verhoogt de complexiteit voor het plaatsen van een WKO. Denk aan aansprakelijkheid, split incentive en duur van huurcontracten.

|                           | Stakeholder                                                   | Belang                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Primaire spelers</b>   | Warmteafnemer (Bedrijventerrein De Waard & Waardeiland)       | Minimalisatie kosten van de warmtelevering, inzetbaarheid en leveringszekerheid                                                                                                                                                         |
|                           | Warmteleverancier                                             | Financieel rendement genereren, risico's minimaliseren, vraag en aanbod koppelen                                                                                                                                                        |
|                           | <b>Exploitant</b>                                             | <b>Beheren en onderhouden van bron, vraag en aanbod koppelen</b>                                                                                                                                                                        |
|                           | <b>Grondeigenaar/eigenaren</b>                                | <b>Minimale risico's voor aansprakelijkheid en gebruiksbeperkingen, betrouwbare systeem</b>                                                                                                                                             |
| <b>Secundaire spelers</b> | Rijksoverheid                                                 | Energie-efficiëntieverbetering d.m.v. warmtuitwisseling. Daarmee bijdragen aan CO <sub>2</sub> -reductie en verbeterde concurrentiepositie door verminderde afhankelijkheid van olie- en gasimport.                                     |
|                           | Regionale overheid (gemeente Leiden & provincie Zuid-Holland) | Inzet van 'duurzame economische gebiedsontwikkeling': vestigingslocatie aantrekkelijker maken voor bedrijven met warmteoverschot of -behoefte. Het verlenen van vergunningen. Daarnaast de bovengenoemde belangen van de Rijksoverheid. |
| <b>Andere partijen</b>    | Financiers                                                    | Financieel rendement en continuïteit                                                                                                                                                                                                    |
|                           | Publieke en maatschappelijke organisaties                     | Afhankelijk van omgeving                                                                                                                                                                                                                |
|                           | Inwoners Waardeiland & Bedrijven van De Waard                 | Veilige leef- en werkomgeving, beperking overlast tijdens realisatie project.                                                                                                                                                           |
|                           | Netbeheerder (Liander) (alleen bij LT en MT-bronnen)          | Realisatie voldoende capaciteit voor opwaardering temperatuur d.m.v. warmtepomp.                                                                                                                                                        |

Tabel 6: Stakeholders bodemenergie

Naar verwachting gaat er in 2022 een nieuwe Warmtewet in waar gemeenten de bevoegdheid krijgen een warmtebedrijf te kiezen. Het is daarom van belang deze ontwikkelingen te volgen.

#### Beoordeling

Anders dan bij restwarmte, zijn er weinig cruciale tegenstrijdige belangen te identificeren bij de stakeholders, echter het netwerk blijft complex met vele partijen. Een score van vier uit vijf zal daarom worden toegewezen.

#### 5.2.4. Financiële haalbaarheid

In deze paragraaf wordt de financiële haalbaarheid van bodemenergie geanalyseerd. Daarvoor worden de investeringskosten, operationele kosten en terugverdientijd besproken.

##### Investeringskosten, operationele kosten & terugverdientijd

Onderzoek van DNE research hangt de volgende kosten aan bodemenergie: €500 tot €1.500 per kW<sub>th</sub> investeringskosten en €3,90 tot €12,50 per kW<sub>th</sub> per jaar.

Daarnaast heeft de techniek een relatief lage terugverdientijd, voor kantoren is dit slechts drie tot zeven jaar (Ministerie van Economische Zaken, 2013). Een ander onderzoek stelt de

terugverdientijd tussen de vijf en twintig jaar (DNE Research, 2021). Bij nieuwbouw wordt een WKO bijna standaard overwogen door deze relatief lage terugverdientijd (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, sd).

#### *Factoren rendabiliteit*

Bodemenergie wordt gezien als een robuuste en betaalbare techniek (RES EN TRANSITIEVISIE WARMTE - Op bodemenergie kun je bouwen, 2020). De factoren hieronder zullen uitlichten wat de rendabiliteit van de techniek beïnvloedt.

- De kosten zijn afhankelijk van de schaalgrootte en open systeem zijn relatief goedkoper dan gesloten systemen (DNE Research, 2021).
- Het is voordelig dat het temperatuurverschil tussen de aanvoer- en retourleiding relatief klein is, wat leidt tot minder warmteverlies en lagere investeringskosten (Kirch, den Dekker, & Duijff, 2020).
- Goed beheer verlaagt de terugverdientijd.

#### *Beoordeling*

Uit deze paragraaf kan geconcludeerd worden dat bodemenergie op zichzelf staand een betaalbare en financieel voordelige techniek is. De investeringskosten en met name de operationele kosten zijn laag. Naast de ZLT uit de bron zal er collectieve of individuele warmtepompen aangeschaft moeten worden om tot de doeltemperatuur te komen. Vergeleken met de andere technieken lijkt de techniek betaalbaar, vandaar dat een score van vier uit vijf.

### 5.3. Aquathermie

**Aquathermie is een verzamelterm voor thermische energie uit water anders dan grondwaterbronnen. Er zijn verscheidene soorten aquathermie: oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) en drinkwater (TED). Deze bronnen kunnen gebruikt worden om een WKO te voeden met warmte of kou welke voor het volgende seizoen wordt opgeslagen. Voor TEO, TEA en TED is een warmtenet nodig met een warmtepomp om de temperatuur op acceptabel niveau te krijgen (STOWA, 2018).**

#### 5.3.1. Omgevingsfactoren

Deze paragraaf zal analyseren of de omgeving van De Waard en het Waardeiland geschikt is voor aquathermie. De warmtebron, temperatuur, match met de warmtevraag, distributie van de warmte en specifieke kenmerken zullen worden besproken.

##### *Warmtebron*

##### **Potentie TEO**

Er zijn drie factoren die de potentie (en haalbaarheid) van TEO beïnvloeden (CE Delft i.s.m. Deltares, 2018).

1. Geschiktheid van een warmtenet in het warmtegebied;
2. Nabijheid van oppervlaktewater waar voldoende warmte uit gewonnen kan worden. Er kan maximaal vijf kilometer tussen bron en afnemer zitten (DNE Research, 2021);
3. Geschiktheid ondergrond als buffer.

De geschiktheid van een warmtenet in De Waard en het Waardeiland kan gevonden worden in paragraaf 7. In Tabel 7 zijn de resultaten van de gebiedsanalyse voor De Waard en Waardeiland weergegeven met het oppervlaktewater van het Rijn-Schiekanaal.

| Buurt                     | Jaarlijkse warmtevraag (TJ/jaar) | Jaarlijkse hoeveelheid gewonnen warmte (TJ/jaar) | Deel van de warmtevraag die door TEO wordt geleverd (%) |
|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Bedrijventerrein de Waard | 14,73 <sup>11</sup>              | 42,53                                            | >100                                                    |
| Waardeiland               | 22,51                            | 26,79                                            | >100                                                    |
| Totaal                    | 37,24                            | 69,31                                            | >100                                                    |

Tabel 7: Resultaten gebiedsanalyse TEO, verkregen van (STOWA, 2018)

De gehele analyse is weergegeven in Bijlage G. De warmtevraag van beide gebieden kan voldaan worden met TEO.

### Potentie TEA

Voor TEA gelden dezelfde factoren als TEO alleen dan voor afvalwater. In Figuur 21 is de potentie voor TEA op De Waard en Waardeiland weergegeven. Voor De Waard is dit ruim 460% en voor het Waardeiland is dit maar 80%. De warmte die De Waard over heeft kan eventueel voor Waardeiland gebruikt kunnen worden.



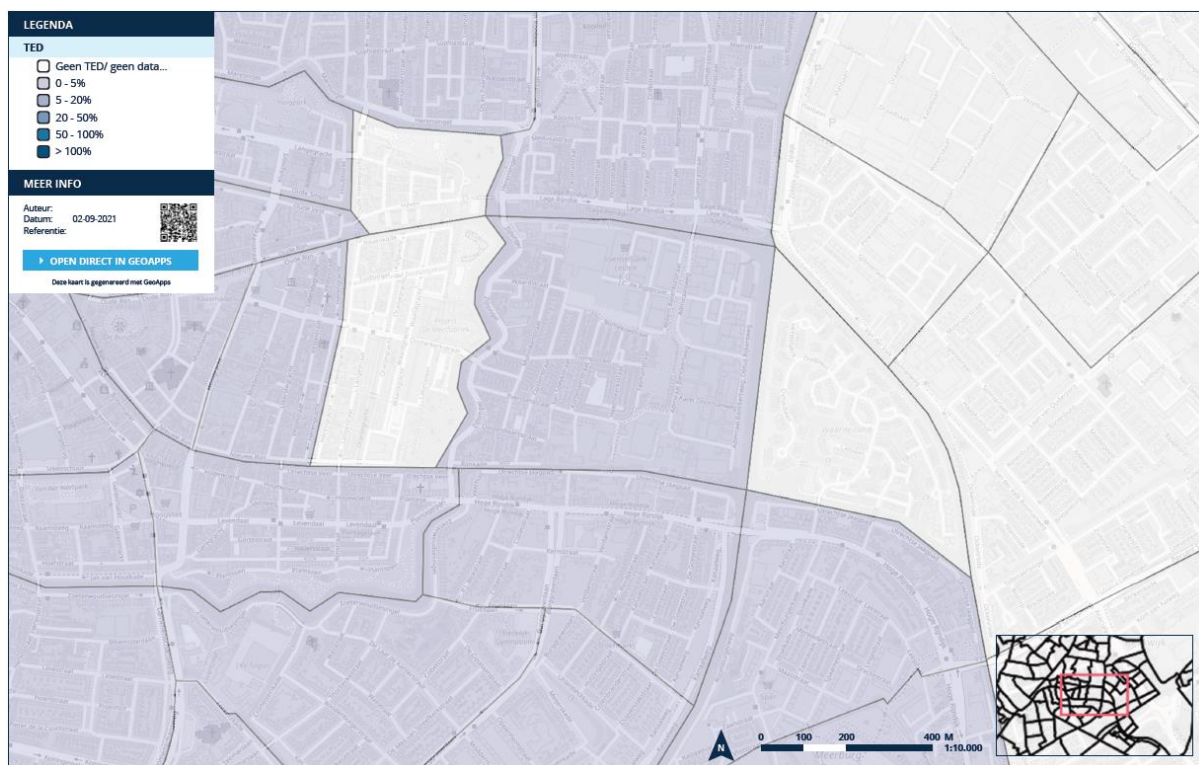
Figuur 21: Potentiekaart TEA

In tegenstelling tot TEO, is voor TEA is niet altijd een opslagmedium vereist (CE Delft i.s.m Deltares, 2018).

### Potentie TED

Voor TED gelden dezelfde factoren als TEO alleen dan voor drinkwater. In Figuur 22 wordt de potentie voor TED weergegeven voor De Waard en Waardeiland. Voor het Waardeiland is er geen TED of geen data beschikbaar en voor De Waard ligt de potentie op 3%. Aquathermie uit drinkwater is dus geen rendabele optie.

<sup>11</sup> Warmteverbruik van bedrijventerrein De Waard naar ratio gasverbruik:  $22,51 * (551.026/841.875)$ .



Figuur 22: Potentiekaart TED

### Temperatuur

Aquathermie levert ZLT tot MT-warmte afhankelijk van de techniek (DNE Research, 2021). De temperatuur bij TEO ligt tussen vijf en twintig graden Celsius. Voor TEA is dit iets hoger: tussen de acht en twintig graden. Om tot 70 C° is dus een additionele warmtepomp nodig.

### Match warmtevraag

Eerder is behandeld dat TEO en TEA beide genoeg vermogen hebben om de vraag te voorzien. Aangezien het warmteverbruik fluctueert en de aanvoer van TEO en TEA constant is, is er een piekvoorziening zoals nodig om de fluctuaties op te vangen.

### Warmtedistributie

Voor aquathermie is een warmtenet vereist. Daar gelden dezelfde punten zoals behandeld in paragraaf restwarmte.

### Specifieke kenmerken technologie

Warmte of koud uit oppervlakte- en afvalwater helpt om een balans creëren in het warmtenet (STOWA, 2018). Het onderzoek van STOWA biedt kaders voor het inschatten van de potentie van de bron voor TEO en TEA (STOWA, 2018). Dit onderzoek biedt ook een stappenplan voor het uitwerken van een aquathermie project. Voor een definitief ontwerp kan de beslisbomen van aquathermie.nl gebruikt worden (Techniplan adviseurs bv i.s.m. if, 2021) (Syntraal, 2021).

Een voordeel van warmte uit oppervlaktewater onttrekken is dat het de waterkwaliteit in de zomer verbeterd (Nationaal Programma RES i.s.m. CE Delft, 2020). Een interessante locatie voor TEO zijn gemalen of stuwen, echter deze zijn niet in de regio gevonden.

### *Beoordeling*

Ten eerste kan worden gesteld dat TED niet haalbaar is voor De Waard of Waardeiland. De potentie van TEA en TEO is hoog in de omgeving aangezien er genoeg bronnen zijn en de installatie weinig ruimte in neemt. De haalbaarheid is afhankelijk van nader onderzoek naar de WKO en welke warmtepomp oplossing daar het beste bij past. Vandaar dat deze analyse beoordeeld wordt met vier uit vijf.

#### 5.3.2. Technische haalbaarheid

Een aantal bestaande technologieën worden gekoppeld om aquathermie te realiseren. Ten eerste wordt er een warmtewisselaar gebruik om warmte of koude uit de bron te onttrekken. Vervolgens wordt de warmte of koude via een warmtenet getransporteerd om direct afgenomen of opgeslagen te worden in een WKO. Tot slot wordt er een warmtepomp gebruikt om de temperatuur tot het gewenste niveau te verhogen.

### *Volwassenheid techniek*

Alle gekoppelde technieken (warmtewisselaar, warmtenet, WKO en warmtepomp) zijn al ontwikkeld en in gebruik (en dus volwassen), de koppeling van deze technieken is echter vernieuwend (STOWA, 2018).

### *Ervaring & voorbeeldprojecten*

Op het moment zijn er weinig projecten die bestaande woningen met aquathermie verwarmen (Nationaal Programma RES i.s.m CE Delft, 2020). In totaal zijn er 32 warmtenetten aangesloten op aquathermie en worden 2906 woningen hierdoor verwarmd (DNE Research, 2021). Voorbeeldprojecten zijn te vinden in Bijlage F.

### *Inpassing bestaande infrastructuur*

Alle aspecten van deze technieken zijn eerder behandeld: Warmtenet, WKO en warmtepompen.

### *Beoordeling*

TEO en TEA lijken beide technisch mogelijk. De technieken voor beide aquathermie systemen zijn allen technisch volwassen. Echter de schakeling van vier (TEA/TEA warmtewisselaar system, WKO, warmtenet en warmtepomp) technieken geeft de oplossing een innovatief karakter met risico's, daarom krijgt aquathermie twee uit vijf.

#### 5.3.3. Betrokken stakeholders

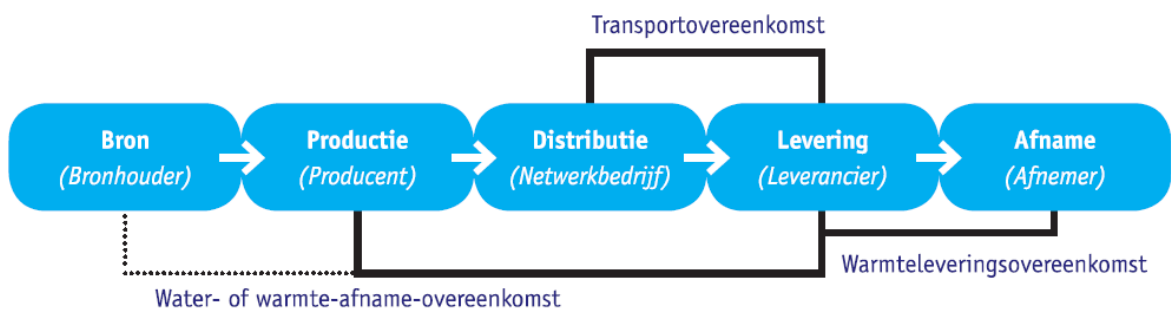
Veel van de stakeholders voor aquathermie zijn gelijk aan de stakeholders voor restwarmte en/of bodemenergie. De toegevoegde stakeholders zijn dikgedrukt weergegeven in Tabel 8. Voor de identificatie van de stakeholders en hun belangen is de factsheet aquathermie van het ECW en de handreiking aquathermie van STOWA geraadpleegd (Expertise Centrum Warmte, 2021) (STOWA, 2018).

In Tabel 8 is de bronhouder een primaire stakeholder. De waterwegen die De Waard en Waardeiland omringen zijn in het beheer van Gemeente Leiden en in Provincie Zuid-Holland. De warmteleverancier is de partij die in de warmtewisselaar en/of warmtepomp investeert. Dit kan een marktpartij, gemeente, provincie, waterschappen of de Rijksoverheid zijn.

|                           | Stakeholder                                                   | Belang                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Primaire spelers</b>   | <b>Waterschap</b>                                             | <b>Beheer waterwegen, veiligheid waterwegen, bijdrage energieneutraliteit</b>                                                                                                                                                           |
|                           | Exploitant                                                    | Beheren en onderhouden van bron, vraag en aanbod koppelen                                                                                                                                                                               |
|                           | <b>Bronhouder</b>                                             | <b>Beschikbaar stellen bron</b>                                                                                                                                                                                                         |
|                           | Warmteleverancier                                             | Financieel rendement genereren, risico's minimaliseren, vraag en aanbod koppelen                                                                                                                                                        |
|                           | Warmteafnemer (Bedrijventerrein De Waard & Waardeiland)       | Minimalisatie kosten van de warmtelevering, inzetbaarheid en leveringszekerheid                                                                                                                                                         |
|                           | Warmteleverancier                                             | Financieel rendement genereren, risico's minimaliseren, vraag en aanbod koppelen                                                                                                                                                        |
| <b>Secundaire spelers</b> | Rijksoverheid                                                 | Energie-efficiëntieverbetering d.m.v. warmtuitwisseling. Daarmee bijdragen aan CO <sub>2</sub> -reductie en verbeterde concurrentiepositie door verminderde afhankelijkheid van olie- en gasimport.                                     |
|                           | Regionale overheid (gemeente Leiden & provincie Zuid-Holland) | Inzet van 'duurzame economische gebiedsontwikkeling': vestigingslocatie aantrekkelijker maken voor bedrijven met warmteoverschot of -behoefte. Het verlenen van vergunningen. Daarnaast de bovengenoemde belangen van de Rijksoverheid. |
| <b>Andere partijen</b>    | Financiers                                                    | Financieel rendement en continuïteit                                                                                                                                                                                                    |
|                           | Publieke en maatschappelijke organisaties                     | Afhankelijk van omgeving                                                                                                                                                                                                                |
|                           | Inwoners Waardeiland & Bedrijven van De Waard                 | Veilige leef- en werkomgeving, beperking overlast tijdens realisatie project.                                                                                                                                                           |
|                           | Netbeheerder (Liander) (alleen bij LT en MT-bronnen)          | Realisatie voldoende capaciteit voor opwaardering temperatuur d.m.v. warmtepomp.                                                                                                                                                        |

Tabel 8: Stakeholders aquathermie

De handreiking aquathermie (STOWA, 2018) geeft een gedetailleerde stakeholder analyse. Daarnaast geven ze de stakeholders en overeenkomsten weer in een keten, weergegeven in Figuur 23.



Figuur 23: Functionele keten en overeenkomsten binnen keten, overgenomen van (STOWA, 2018)

### *Beoordeling*

De stakeholders van aquathermie zijn gelijk aan de stakeholders bij bodemenergie. Er zijn weinig cruciale tegenstrijdige belangen te identificeren bij de stakeholders vandaar een beoordeling van vier uit vijf.

#### 5.3.4. Financiële haalbaarheid

In deze paragraaf wordt de financiële haalbaarheid van aquathermie geanalyseerd. Daarvoor worden de investeringskosten, operationele kosten en terugverdientijd besproken.

##### *Investeringskosten, operationele kosten & terugverdientijd*

DNE research stelt dat de investeringskosten voor aquathermie tussen de €1.000 en €2.400 per kW<sub>th</sub> liggen. De operationele kosten bedragen €20 tot €170 per kW<sub>th</sub> per jaar (DNE Research, 2021). De gemiddelde terugverdientijd ligt tussen de vijf en twintig jaar.

##### *Factoren rendabiliteit*

De investering bestaat voornamelijk uit civiele werken, (warmte)pomp(en) en warmtewisselaar(s). Het aanpassen van de bestaande bouw aan de lagere temperatuur warmte zal (net zoals bij restwarmte en bodemenergie) forse investeringen vergen. De operationele kosten bestaan vooral uit beheer, onderhoud en elektriciteitskosten. Daarnaast is het mogelijk dat de afschrijvingskosten aanzienlijk zijn omdat er in het begin weinig warmte onttrokken kan worden (STOWA, 2018).

De dichtheid van de benodigde warmtevraag voor het rendabel zijn van en implementeren van aquathermie is 20 woningen per hectare (Nationaal Programma RES i.s.m CE Delft, 2020), de bebouwingsdichtheid van De Waard is lager (12.1), maar die van Waardeiland is hoog genoeg (23.4). Daarnaast moeten er minimaal 50 woningen meewerken aan het project (Expertise Centrum Warmte, 2021). Hier lijkt genoeg draagvlak voor. Verder geeft het ECW de volgende twee richtlijnen voor een rendabel TEO of TEA:

1. Minimaal 1.000 GJ energievraag en -aanbod;
2. Afnemer dient zich dicht bij de bron te bevinden (binnen 1 km).

Aan beide richtlijnen voelt het gebied.

### *Beoordeling*

Aquathermie vergt een forse investeringen maar voldoet wel aan de richtlijnen die gelden voor een rendabel systeem. Vergeleken met de andere technieken heeft aquathermie de hoogste investeringen en operationele kosten omdat de WKO niet optioneel is. Verder zal er kritisch gekeken moeten worden naar de bebouwingsdichtheid. Vandaar een beoordeling van drie uit vijf.

## 5.4. Zonthermie

Zonthermie wordt ook zonnewarmte genoemd en is het omzetten van de energie van zonlicht in warmte. Deze paragraaf analyseert het winnen van zonnewarmte met zonnecollectoren.

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen afgedekte systemen en onafgedekte systemen zoals zonnecollectoren en tussen op het dak geplaatste en geïntegreerde systemen. Onafgedekte en geïntegreerde systemen worden zonthermische daken genoemd. Deze warmte wordt meestal opgeslagen in een voorraadvat. Zonnecollectoren in combinatie met een opslagvat wordt een zonneboiler genoemd. Er zijn ook collectoren die zonne-energie omzetten in warmte en elektriciteit: PVT-panelen. Ook voor zonthermie als collectieve optie is een warmtenet vereist.

### 5.4.1. Omgevingsfactoren

Deze paragraaf zal analyseren of de omgeving van De Waard en het Waardeiland geschikt is voor zonthermie. De warmtebron, temperatuur, match met de warmtevraag, distributie van de warmte en specifieke kenmerken worden besproken.

#### Warmtebron

Het onderzoek van CE Delft (CE Delft, 2020) geeft Tabel 9 voor collectieve zonthermie in de gebouwde omgeving. Ten eerste kan worden geconcludeerd dat een zonneboiler geen optie is aangezien deze techniek alleen in tapwater en niet in ruimteverwarming kan voorzien. Zonnecollectoren of PVT-panelen kunnen wel in beide voorzien.

| Sector | Toepassing                                  | Grootte                                                                       | Zonthermische techniek                                      | Opslag                                                                    | Opwaardering/warmtevoorziening                                           | Afweging                                            |
|--------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| GO     | Tapwater                                    | Individuele woning, <b>collectief</b> , utiliteit met een hoge warmwatervraag | Zonneboiler                                                 | Buffervat (geïntegreerd of los)                                           | Naverwarmer nodig. Meestal in vorm van combiketel of warmtepomp          | Hoogwaardige warmtevering enkel voor tapwater       |
| GO     | Ruimteverwarming (incl. tapwaterverwarming) | Collectief of op niveau van een utiliteitsgebouw                              | Zonnecollectoren                                            | Seizoensopslag om ook tijdens de winter van warmte te voorzien            | Back-up en piekvoorziening. Combinatie mogelijk met andere warmtebronnen | Direct bruikbare MT- of HT-warmte. Aanleg warmtenet |
| GO     | LT-warmtebron of WKO-regeneratie            | Individueel of collectief                                                     | (Ongeïsoleerde) PVT-panelen, Ongeïsoleerde zonnecollectoren | Regeneratie van een (Z)LT-opslagsysteem. In principe geen buffervat nodig | Opwaardering warmte nodig met behulp van warmtepomp                      | Meer warmte beschikbaar op lage temperaturen.       |

Tabel 9: Overzicht voornaamste zonthermie systemen, overgenomen van (CE Delft, 2020)

Er gelden technische restricties voor zonneboilers en zonnecollectoren (CE Delft, 2020). Ten eerste is de oriëntatie van het dak. Een geschikt dakoppervlak heeft een hellingshoek kleiner dan 70°. De Waard bevat veel platte daken, hier bieden stellingen een oplossing voor de optimale hoek. De minimale benodigde zonne-instraling 700 kWh/m<sup>2</sup> schaduw moet geminimaliseerd worden. Daarnaast moet constructie het gewicht van de panelen kunnen dragen. Dit resulteert in een

netto dakoppervlak: voldoende stevigheid, ontwijken schaduw en bestaande dak systemen. Tot slot is de regelgeving wat betreft beschermde stads- en dorpsgezichten een beperking. Bedrijventerrein De Waard heeft een dakoppervlakte van  $\sim 67.000^{12}$  m<sup>2</sup>. Met de restricties hierboven wordt geschat dat rond de 35-45% van het dakoppervlak overblijft voor zonthermie.

Uitgaande van het slechtste scenario is er  $\sim 23.000$  m<sup>2</sup> beschikbaar. Wanneer de gehele oppervlakte benut zou worden voor zonthermie komt dit neer op een jaarlijkse productie van 35 TJ<sup>13</sup>. Dit lijkt in dezelfde orde van grootte als de huidige warmtevraag van bedrijventerrein de Waard en Waardeiland gecombineerd, zie tabel 10.

#### *Temperatuur*

Zie Tabel 9 voor de temperatuur voor de verschillende opties.

#### *Match warmtevraag*

In de berekening komt naar voren dat de volledige dak capaciteit 35 TJ is. Hierbij is echter geen rekening gehouden met oppervlakte voor de installatie van nieuwe PV-panelen voor het verduurzamen van de elektriciteitsbehoefte. Daarnaast is de opbrengst van zonthermie weer, dagritme en seizoen afhankelijk is (Ministerie van Economische Zaken - Agentschap NL, 2012). Een back-up systeem zoals een WKO daarom is vereist.

#### *Warmtedistributie*

Voor een corporatieve zonthermie oplossing is een warmtenet vereist. Daar gelden dezelfde punten zoals behandeld in paragraaf Restwarmte. De kracht van zonthermie is dat de opwek decentraal is en de warmte geconsumeerd kan worden op de plek van opwekking. Het aanleggen van een warmtenet om bewoners van het Waardeiland op aan te sluiten zal daarom extra kosten met zich meebrengen. Voor ondernemers op het bedrijventerrein is het interessanter om zonthermie te overwegen op individuele bases.

#### *Specifieke kenmerken technologie*

Zonthermie kan gebruikt worden in combinatie met een WKO (DNE Research, 2021). Daarnaast kan zonthermie gebruikt worden om een aquathermie bron in balans te brengen (TNO, 2020). Informatie over deze technieken is te vinden in paragrafen 5.2 en 5.3. Daarnaast is het mogelijk een zonthermie park aan te leggen.

#### *Beoordeling*

Er is precies genoeg capaciteit op de daken van bedrijventerrein de Waard om het bedrijventerrein en het Waardeiland van warmte te voorzien. Hierbij wordt de toekomstig benodigde ruimte voor PV-panelen voor de verduurzaming van elektrische energie genegeerd. Verder zijn zonneboilers geen geschikte techniek aangezien deze techniek alleen in tapwater kan voorzien. Ongeïsoleerde, geïsoleerde zonnecollectoren of PVT-panelen, lijken wel geschikt. Een score van twee uit vijf wordt daarom gegeven.

### 5.4.2. Technische haalbaarheid

De technische haalbaarheid van warmtenetten is besproken in de paragrafen over de technische haalbaarheid van de andere technieken.

---

<sup>12</sup> Berekende dakoppervlakte Bedrijventerrein de Waard met Google Maps.

<sup>13</sup> Omrekenfactor uit (CE Delft, 2020) gebruikt: 8-20 m<sup>2</sup> genereert 12-30 GJ warmte.

### *Volwassenheid techniek*

PVT-panelen (die elektriciteit en warmte produceren) zijn een relatief nieuwe techniek en zit nog in de ontwikkelingsfase. Deze panelen leveren meestal een lagere temperatuur dan 'gewone' zonnecollectoren (Expertise Centrum Warmte, 2020). Zonneboilers (en daarmee zonnecollectoren) daarentegen worden al bijna veertig jaar in Nederland toegepast (Expertise Centrum Warmte, 2020). Deze techniek is daarom volwassen.

### *Ervaring & voorbeeldprojecten*

Zonnecollectoren zijn succesvol bewezen in de praktijk (DNE Research, 2021). Er is echter nog weinig ervaring met grootschalige zonthermie projecten (CE Delft, 2020): er zijn in Nederland nog niet veel wijken collectief voorzien van warmte door middel van zonthermie (Expertise Centrum Warmte, 2020). Er is in Nederland maar één warmtenet aangesloten op zonthermie waarmee 178 woningen worden verwarmd (DNE Research, 2021).

Daarnaast is er, zoals besproken in de paragraaf Match warmtevraag, een opslagsysteem nodig. Er is beperkte ervaring in Nederland met hogere temperatuuropslagsystemen (CE Delft, 2020). Mede hierdoor hebben de overheid en provincie geen structureel kader, waardoor elke vergunningsaanvraag een nieuw traject vormt. LT-opslag door middel van regeneratie van een WKO, bodembron of aquathermie kan hierdoor interessanter zijn.

Voorbeeldprojecten zijn te vinden in Bijlage F.

### *Inpassing bestaande infrastructuur*

De inpassingen die gedaan moeten worden voor zonthermie, zijn niet anders dan voor de andere drie besproken warmtetechnieken: het warmtenet moet in de ondergrondse infrastructuur passen en het energienet moet berekend zijn op de warmtepomp.

Figuur 24 vat de haalbaarheid van zonthermie gegeven verschillende bebouwingen samen. Bedrijventerrein De Waard bevat schoonmaakfirma's en een wasserij hiervoor is alleen afgedekte zonnewarmte geschikt. Daarnaast bevat het bedrijventerrein vele kantoorpanden, hiervoor zijn alle vier technieken (zonnecollectoren en PVT afgedekt en onafgedekt) technisch haalbaar. Tot slot zijn ook alle vier technieken mogelijk voor woningen op wijkniveau.

Geen van de specifieke producten in Figuur 24 is haalbaar voor zowel wasserijen, kantoren en woningen op wijkniveau zoals het geval in regio de Waard. Een warmtenet op ZLT of LT is echter mogelijk voor zowel kantoren als woningen op wijkniveau. Daarnaast is regeneratie van WKO, bodembron of aquathermie ook haalbaar. Echter, zoals te zien in het figuur, kan dit alleen voor LT. Beide producten kunnen zowel met PVT-panelen als zonnecollectoren worden uitgevoerd.

|              |                                 |                        | Zonneboiler voor<br>Tapwater (20 tot 80 °C) | Zonnewarmte Tapwater en<br>ruimteverwarming (20 tot 80 °C) | Bron van warmtepomp voor tapwater<br>en ruimteverwarming (-10 tot 25 °C) | Warmtenet met afgifte op<br>Zeer lage temperatuur (<30°C) | Warmtenet met afgifte op<br>Lage temperatuur (>30°C) | Warmtenet met afgifte op<br>Middentemperatuur (>65°C) | Warmtenet met afgifte op<br>Hoge temperatuur (>80°C) | Regeneratie van<br>WKO of bodembron | Regeneratie bron<br>met aquathermie | Zonnewarmte<br>proceswater (20 tot 90 °C) | Zonnewarmte<br>zwembad (20 tot 40 °C) |
|--------------|---------------------------------|------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|
|              |                                 | Zonnewarmte afgedekt   | x                                           | x                                                          |                                                                          |                                                           | x                                                    | x                                                     |                                                      |                                     |                                     | x                                         | x                                     |
|              |                                 | Zonnewarmte onafgedekt |                                             |                                                            | x                                                                        | x                                                         | x                                                    |                                                       |                                                      | x                                   | x                                   |                                           | x                                     |
|              |                                 | PVT afgedekt           |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           | x                                                    |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           | x                                     |
|              |                                 | PVT onafgedekt         |                                             |                                                            | x                                                                        | x                                                         | x                                                    |                                                       |                                                      | x                                   | x                                   |                                           | x                                     |
| Residentieel | Woning (individueel)            | LT verwarming          |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |
|              |                                 | HT verwarming          |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |
|              | Woning (10-100)                 | LT verwarming          |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |
|              |                                 | HT verwarming          |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |
|              | Woning (wijkniveau of hoogbouw) | LT verwarming          |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |
|              |                                 | HT verwarming          |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |
| Industrie    | Voeding                         |                        |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |
|              | Wasserijen                      |                        |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |
|              | Schoonmaak                      |                        |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |
|              | Droogprocessen                  |                        |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |
| Utiliteit    | Zwembad, wellness               |                        |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |
|              | Ziekenhuis, verzorgingstehuis   |                        |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |
|              | Sportfaciliteiten               |                        |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |
|              | Recreatie (Hotels en campings)  |                        |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |
|              | Kantoren                        |                        |                                             |                                                            |                                                                          |                                                           |                                                      |                                                       |                                                      |                                     |                                     |                                           |                                       |

#### Legenda

|                                         |
|-----------------------------------------|
| Technisch haalbaar en zinvol            |
| Technisch haalbaar maar minder rendabel |
| Niet rendabel                           |
| Geen optie                              |

Figuur 24: Overzicht van product-marktcombinaties. Beoordeling van technische haalbaarheid en verwachte rendabiliteit, overgenomen van (TNO, 2020)

Voor de woonwijk en kantoren is zonthermie (specifiek ZLT of LT warmtenet of regeneratie van een WKO, bodembron of aquathermie) haalbaar. Geen enkele techniek is echter haalbaar voor zowel kantoren, de woningen en de wasserij. Mogelijk legt de wasserij een eigen zonnewarmte systeem aan.

#### Beoordeling

Zonnecollectoren zijn op individueel niveau een volwassen techniek wat zich heeft bewezen is in de praktijk. Daarentegen zijn collectieven PVT-collectoren die zijn aangesloten op een warmtenet nog niet op een schaal als regio de Waard toegepast. De aanpassingen aan de bestaande infrastructuur zijn hetzelfde als voor de andere technieken. Omdat er een collectieve oplossing wordt gezocht, wordt de technische haalbaarheid als één uit vier beoordeeld.

#### 5.4.3. Betrokken stakeholders

Voor zonthermie is er overlap met stakeholders van andere technieken met de additie van de eigenaar van het gebouw of de grond waar de panelen zich bevinden, zie Tabel 12. Omdat er op de waard vele verschillende dak eigenaren zijn wordt het netwerk producenten en consumenten zeer complex en zal de uitdaging om alle belangen te behartigen praktische onoverkomelijk zijn.

|                           | Stakeholder                                                   | Belang                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Primaire spelers</b>   | Warmteafnemer (Bedrijventerrein De Waard & Waardeiland)       | Minimalisatie kosten van de warmtelevering, inzetbaarheid en leveringszekerheid                                                                                                                                                         |
|                           | Warmteleverancier                                             | Financieel rendement genereren, risico's minimaliseren, vraag en aanbod koppelen                                                                                                                                                        |
|                           | Exploitant                                                    | Beheren en onderhouden van panelen, vraag en aanbod koppelen                                                                                                                                                                            |
|                           | <b>Gebouw- of grond eigenaar/eigenaren</b>                    | Minimale risico's voor aansprakelijkheid en gebruiksbeperkingen, betrouwbare systeem                                                                                                                                                    |
| <b>Secundaire spelers</b> | Rijksoverheid                                                 | Energie-efficiëntieverbetering d.m.v. warmtuitwisseling. Daarmee bijdragen aan CO <sub>2</sub> -reductie en verbeterde concurrentiepositie door verminderde afhankelijkheid van olie- en gasimport.                                     |
|                           | Regionale overheid (gemeente Leiden & provincie Zuid-Holland) | Inzet van 'duurzame economische gebiedsontwikkeling': vestigingslocatie aantrekkelijker maken voor bedrijven met warmteoverschot of -behoefte. Het verlenen van vergunningen. Daarnaast de bovengenoemde belangen van de Rijksoverheid. |
| <b>Andere partijen</b>    | Financiers                                                    | Financieel rendement en continuïteit                                                                                                                                                                                                    |
|                           | Publieke en maatschappelijke organisaties                     | Afhankelijk van omgeving                                                                                                                                                                                                                |
|                           | Inwoners Waardeiland & Bedrijven van De Waard                 | Veilige leef- en werkomgeving, beperking overlast tijdens realisatie project.                                                                                                                                                           |
|                           | Netbeheerder (Liander) (alleen bij LT en MT-bronnen)          | Realisatie voldoende capaciteit voor opwaardering temperatuur d.m.v. warmtepomp.                                                                                                                                                        |

Tabel 11: Stakeholders zonthermie

#### Beoordeling

Omdat de productie afhankelijk is van een grote verscheidenheid aan partijen zullen de belangen zeer moeilijk tot onoverkomelijk te managen zijn. Daarom is dit punt beoordeeld als één uit vijf.

#### 5.4.4. Financiële haalbaarheid

In deze paragraaf wordt de financiële haalbaarheid van zonthermie geanalyseerd. Daarvoor worden de investeringskosten, operationele kosten en terugverdiendtijd besproken.

##### Investeringskosten, operationele kosten & terugverdiendtijd

De investeringskosten voor zonthermie worden tussen €300 en €450 per kW<sub>th</sub>. De operationele kosten liggen tussen €3,00 en €4,50 per kW<sub>th</sub> per jaar (DNE Research, 2021). Dit is exclusief opslag en afhankelijk van de schaal van het project. De gemiddelde terugverdiendtijd ligt tussen acht en veertien jaar (DNE Research, 2021).

##### Factoren rendabiliteit

Figuur 24 (TNO, 2020) laat zien dat zonthermie in combinatie met een (Z)LT warmtenet haalbaar zijn net als regeneratie van een WKO, bodembron of aquathermie. Kantoren zijn financieel echter alleen rendabel voor zonthermie in combinatie met WKO en aquathermie.

Zonthermie wordt een financieel ongunstige investering genoemd vergeleken met zon-PV of aardgas (CE Delft, 2020). Mocht er een keuze tussen PV-panelen en zonnecollectoren gemaakt moeten worden, dan zijn de PV-panelen financieel aantrekkelijker.

Doordat PVT-panelen een relatief nieuwe techniek is, is de aanschaf nog kostbaar (CE Delft, 2020). Op het moment is het voordeliger om apart zonnepanelen en een zonneboiler aan te schaffen. Zonnecollectoren zijn dus financieel aantrekkelijker dan PVT-panelen.

#### *Beoordeling*

Zoals te zien in Tabel 15, is zonthermie een van de voordeligste technieken met een lage investering en lage operationele kosten. Dit is echter exclusief de benodigde seizoensopslag wat een hoge kostenpost is. Verder zijn PVT-panelen financieel minder aantrekkelijk dan zonnecollectoren. De PVT-panelen krijgen een score van drie uit vijf en de zonnecollectoren van vier uit vijf.

## 6. Stakeholders & entiteit

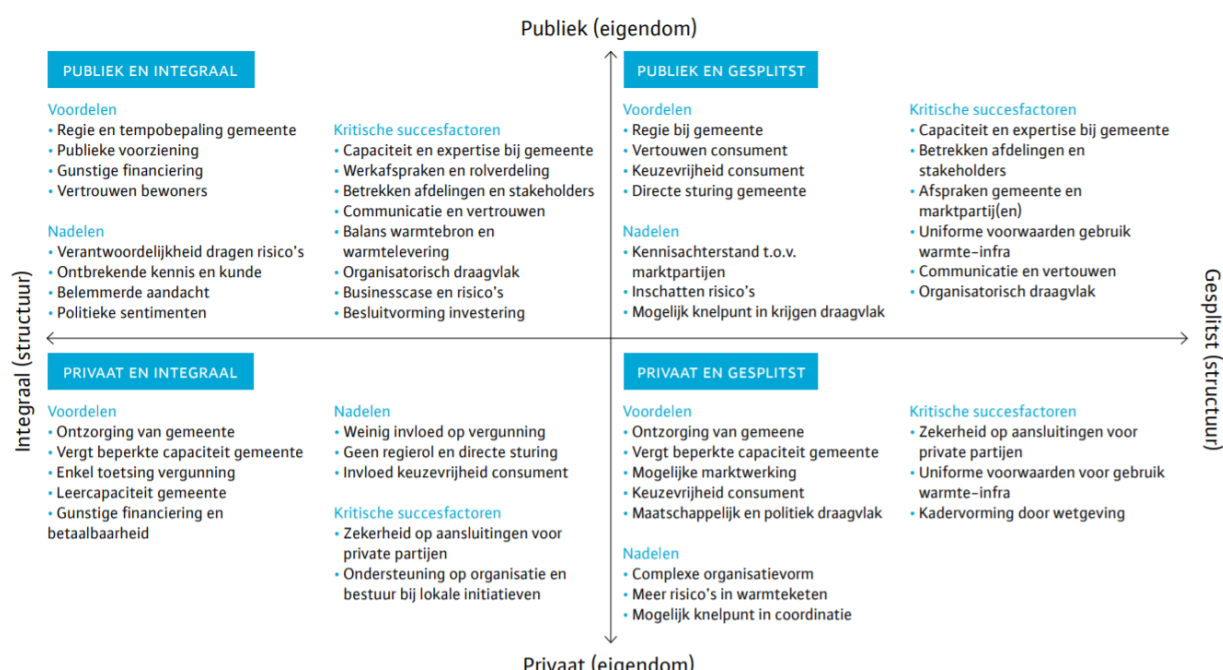
In deze paragraaf zullen de stakeholders en de mogelijke organisatiegraad besproken worden. De stakeholders en bijbehorende belangen van elke techniek zijn besproken in hoofdstuk 5. Bijlage G bevat verdieping en voorbeelden.

De betrokkenheid van bewoners en eigenaren van panden is voor de lokale warmtetransitie essentieel (Platform 31 i.s.m. HierOpgewekt, 2019). Het is dus aanbevolen om deze stakeholders een rol en zeggenschap te geven. Er zijn vele mogelijkheden qua entiteit denkbaar, variërend van een coöperatief warmtebedrijf waarvan de zeggenschap bij de bewoners ligt via een joint venture, tot een volledig commercieel warmtebedrijf op gemeente- of zelf regionaal niveau (Platform 31 i.s.m. HierOpgewekt, 2019).

Voor de entiteit van warmtenetten zijn er twee hoofdafwegingen (DWA, 2020):

1. Eigendom: privaat of publiek;
2. Structuur: integraal (gesloten) of gesplitst (open).

Integraal betekent dat het warmtenet volledig door één warmtebedrijf wordt beheerd. Bij een gesplitst warmtenet is het mogelijk om meerdere bronnen en meerdere leveranciers te hebben. Dit levert vier kwadranten op met bijbehorende voor- en nadelen en kritische succesfactoren. Dit is weergegeven in Figuur 25. Het type entiteit hangt dus van de warmtetechniek af. Ieder project heeft zijn eigen opzet. Het daarom handig om naar voorbeeldprojecten te kijken. Deze zijn gedocumenteerd in (DWA, 2020) en in Bijlage F.



Figuur 25: Voordelen, nadelen en kritische succesfactoren organisatie warmtenetten, overgenomen van (DWA, 2020)

## 7. Conclusie & aanbevelingen

In dit hoofdstuk zal eerst een samenvatting van alle conclusies van het onderzoek worden gegeven. Vervolgens worden er aanbevelingen voor vervolgonderzoek gedaan.

### 7.1. Conclusie

Het onderzoek heeft eerst kenmerkende eigenschappen van het gebied beschreven. Vervolgens zijn de trends en ontwikkelingen van warmtetechnieken behandeld. Dit leidt tot een geconsolideerde lijst met vier mogelijke warmtetechnieken: restwarmte, bodemenergie, aquathermie en zonthermie. Vervolgens zijn deze technieken beoordeeld met een score van één tot vijf op vier analysefactoren namelijk omgevingsfactoren, technische haalbaarheid, betrokken stakeholders en financiële haalbaarheid. De resultaten zijn samengevat in tabel 12.

| Warmtetechniek              | Omgevingsfactoren | Technische haalbaarheid | Betrokken Stakeholders | Financiële haalbaarheid | Advies |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------|
| Restwarmte                  | 5                 | 5                       | 3                      | 4                       | 4,3    |
| Bodemenergie                | 3                 | 3                       | 4                      | 4                       | 3,5    |
| Aquathermie TEO / TEA       | 4                 | 2                       | 4                      | 3                       | 3,3    |
| Aquathermie TED             | 1                 | -                       | -                      | -                       | -      |
| Zonthermie – zonneboilers   | 1                 | -                       | -                      | -                       | -      |
| Zonthermie-zonnecollectoren | 2                 | 5                       | 1                      | 3                       | 2,8    |
| Zonthermie- PVT panelen     | 2                 | 4                       | 1                      | 2                       | 2,3    |

Tabel 13: Resultaten warmtetransitie Bedrijventerrein de Waard & Waardeiland

Op basis van het onderzoekskader en de resultaten uit de analyse in bovenstaande tabel kan geconcludeerd worden dat restwarmte de grootste potentie heeft respectievelijk gevolgd door bodemenergie en TEA of TEO. Een factor van grote invloed voor alle technieken is de onzekerheid rond de wijzigingen van het bestemmingsplan van het bedrijventerrein wat nu slechts 10 jaar is.

Verder zijn de financieel kengetallen zijn samengevat in tabel 14. Daarin is te zien dat Aquathermie de duurste oplossing is gevolgd door bodemenergie. Het lijkt dat restwarmte de rendabelste technologie is, echter dit is in het kader van een gezamenlijke oplossing van de Waard en het Waardeiland. Wanneer er naar individuele oplossingen gekeken wordt, lijkt het voor gebruikers op het bedrijventerrein het efficiëntst om te investeren in zonnecollectoren.

| Warmtetechniek                      | Investeringskosten (€ / kW <sub>th</sub> ) | Operationele kosten (€ / kW <sub>th</sub> / jaar) | Terugverdientijd (jaar) | Advies |
|-------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------|--------|
| Restwarmte <sup>14</sup>            | 270 - 880                                  | 30 – 40                                           | 3 - 6                   | 4      |
| Bodemenergie                        | 500 – 1.500                                | 3,90 - 12,50                                      | 5 – (7 of 20)           | 4      |
| Aquathermie TEO & TEA <sup>15</sup> | 1.000 – 2.400                              | 20 – 170                                          | 5 – 20                  | 3      |
| Zonnecollectoren <sup>14</sup>      | 300 – 400                                  | 3,00 – 4,50                                       | 8 – 14                  | 3 of 2 |

Tabel 15: Overzicht investerings- en operationele kosten en terugverdientijd van alle technieken

<sup>14</sup> Exclusief opslagvat

<sup>15</sup> Inclusief WKO

## **Restwarmte**

Er is een goede match met warmtevraag en restwarmtebroncapaciteit in de regio. Daarvoor kan gekozen worden voor een opzichzelfstaand warmtenet met LH en MT-voeding ondersteund door warmtepompen of aansluiting op het huidige (stads) warmtenet van Leiden waarvoor reeds uitbreidingsplannen zijn. Om fluctuaties op te vangen zal een buffer zoals een WKO moeten worden geïmplementeerd. Restwarmte is een volwassen techniek maar organisatorisch uitdagend.

## **Bodemenergie**

Op basis van de eerste analyse gebruikmakend van de warmteatlas is bodemenergie technische haalbaar met de ligging van het watervoerend pakket. Bodemenergie in combinatie met een WKO is voor kantoren zeer geschikt om aan de warmtevraag te voldoen. Woningen daarentegen lijken voor deze combinatie slechts in beperkte gevallen geschikt. Een samengesteld gebied zoals in dit kader verhoogt de complexiteit.

## **Aquathermie**

TED is geen optie in regio de Waard, TEO en TEA zijn dat daarentegen wel. Deze aquathermie technieken vereisen een koppeling van verschillende technieken: warmtewisselaar, warmtenet, WKO en warmtepomp. Deze technieken worden individueel toegepast, echter de koppeling in combinatie met TEO of TEA geeft de oplossing een innovatief karakter.

## **Zonthermie**

Een zonneboiler is geen optie voor De Waard en Waardeiland aangezien deze techniek alleen in tapwater kan voorzien. De fluctuatie van zonne-energie vereist een buffer systeem zoals WKO naast de zonnecollectoren. Zonnecollectoren zijn een volwassen techniek waar PVT-panelen recent zijn ontwikkeld. 100% van het dakoppervlak van bedrijventerrein de Waard zal gebruikt moeten worden voor zonthermie om aan de huidige warmtevraag te voldoen. Er is geen ervaring met deze grootschalige zonthermie projecten.

## **Stakeholders**

Het is cruciaal om bewoners en eigenaren van de bebouwing een rol en zeggenschap te geven in het project.

Voor de entiteit van warmtenetten zijn er twee hoofdafwegingen te identificeren (DWA, 2020):

1. Eigendom: privaat of publiek
2. Structuur: integraal (gesloten)t of gesplitst (open).

Dit levert de vier kwadranten met bijbehorende voor- en nadelen en kritische succesfactoren, weergegeven in Figuur 25.

## 7.2. Aanbevelingen

In deze paragraaf zijn de factoren die verder onderzoek vereisen opgesomd.

### Omgeving regio de Waard

- *Schillabel*: geeft een indicatie van de isolatiewaarde van de gebouwschil, bestaande uit gevel, dak, vloer en glas. Van belang aangezien verscheidene technieken een minimaal schillabel vereisen.
- *Energielabel*: zijn grotendeels onbekend voor zowel De Waard als Waardeiland. In dit rapport is aangenomen dat de meeste huizen tussen energielabel A en C hebben.
- *Complementair energieverbruik*: In dit onderzoek is aangenomen dat het energieverbruik complementair is. Dit zal verder bewezen moeten worden door de fluctuaties over de dag en het jaar van beide gebieden te vergelijken.
- *Ondergrondse infrastructuur*: op te vragen bij gemeente Leiden<sup>16</sup>. Van belang voor het warmtenet en technieken die gebruik maken van de ondergrond.
- *Gebouwmaatregelen*: Dit onderzoek nam alleen gebiedsmaatregelen in beschouwing. Onderzoek zal moeten uitwijzen of het mogelijk is om de bestaande bouw aan te passen zodat een lager temperatuurniveau aangevoerd kan worden waardoor bijvoorbeeld additionele verwarming met warmtepompen bespaard kan worden.

### Restwarmte

- *De restwarmte bronnen*: identificeren en additioneel onderzoek voorgesteld door de warmteatlas.
- De ruimte in de ondergrond voor een warmtenet.
- *Warmtenet Leiden*: het warmtenet van Leiden heeft een hoog temperatuur van 90 °C (HT) maar staat niet gepland om aangesloten te worden op de regio De Waard. Het koppelen van een energienet van De Waard aan het warmtenet van Leiden kan elkaar versterken en moet daarom verder verkend worden.

### Bodemenergie

- *Restrictie Specifiek Provinciaal Beleid*: op het gebied van De Waard en het Waardeiland ligt de 'Restrictie Specifiek Provinciaal Beleid', dit kan verscheidene restricties omvatten<sup>17</sup>. Onderzoek zal moeten uitwijzen wat deze restrictie inhoudt.
- *Gebiedsgerichte analyse*: deze analyse zal moeten uitwijzen hoe de WKO de kwaliteit van de diepere grondwaterlagen niet verstoort.
- *Bodemonderzoek*: specialistisch bodemonderzoek om te bepalen wat de beste locatie is voor bodemenergie.

### Zonthermie

- *Dakoppervlak*: onderzoek naar de exacte geschikte dakoppervlakken om zonnecollectoren te plaatsen waarbij zonne-instraling en draagconstructie dak in acht worden genomen.
- *Individuele zonnecollectoren*: partijen op bedrijventerrein de Waard zullen voor zichzelf een analyse moeten doen voor zonnecollectoren.

<sup>16</sup> <https://gemeente.leiden.nl/inwoners-en-ondernemers/wonen-en-bouwen/vergunningen-bouwen-en-verbouwen/kabels-en-leidingen-in-openbare-grond/>

<sup>17</sup> Zie [WKO Restrictiegebieden service public view - Overzicht \(arcgis.com\)](#) voor nadere informatie

## 8. Bibliografie

---

- van den Wijngaart, R., Folkert, R., & Elzenga, H. (2012). *Naar een duurzamere warmtevoorziening van de gebouwde omgeving in 2050*. Den Haag: Uitgeverij PBL.
- van Soest, C., Loogman, J., & Dane, S. (2021). *Onderzoek restwarmtepotentie Zeewolde*. Greenvis.
- AKD i.s.m. BNG bank i.s.m. investNL. (2021). *Samen voor de meest betaalbare uitrol van warmtenetten*.
- Brolsma, R., Levelt, O., & Niesten, M. (2020). *UP Bodem DNA van de Stad en Omgeving*. Delft: Deltares.
- CE Delft. (2019). *Restwarmte, de stand van zaken*. Delft.
- CE Delft. (2020). *Verkenkend onderzoek zonthermie Zuid-Holland*. Delft.
- CE Delft i.s.m. Deltares. (2018). *Nationaal potentieel van aquathermie*. Delft.
- CE Delft i.s.m. Deltares. (2018). *Nationaal potentieel van aquathermie*. Delft.
- De WarmteTransitieMakers. (2020). *Handleiding Warmteprofielen*. Utrecht. Opgehaald van <https://geo.zuid-holland.nl/Data/Klimaat/Warmteprofielen/Handleiding%20warmteprofielen%20tool%20-%20versie%20juni%20%2720.pdf>
- Deltares i.s.m. Syntraal en KWR. (sd). *Warming up*. Opgehaald van Potentie kaart aquathermie: <https://warmingup.geoapps.nl/#8f8334e5-9aaa-4d2e-ad9b-ffeb02888e1>
- DNE Research. (2021). *Warmtenet Trendrapport*. Naarden.
- Dreijerink, L., Kortman, J., van der Weerd, C., de Koning, N., & Mulder, G. (2015). *Duurzame energiemaatregelen op*. Topsector Energie.
- Dutch new energy research. (2018). *Nationaal warmtepomp trendrapport 2018*.
- DWA. (2020, September 28). *Aardgasvrij bedrijventerrein in Nieuwveen dankzij warmte uit rioolwater*. Opgehaald van DWA Actueel: <https://www.dwa.nl/actueel/aardgasvrij-bedrijventerrein-in-nieuwveen-dankzij-warmte-uit-rioolwater/>
- DWA. (2020). *Warmtenetten georganiseerd*. Rijksdienst van Ondernemend Nederland & TKI Urban Energie.
- Expertise Centrum Warmte. (2020, Mei 22). *Factsheet restwarmte*. Opgehaald van Techniekfactsheets energiebronnen: <https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/techniekfactsheets+energiebronnen/restwarmte+nieuw/default.aspx>
- Expertise Centrum Warmte. (2020, September 22). *Warmtenetten*. Opgehaald van <https://expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/techniekfactsheets+energiebronnen/warmtenetten/default.aspx>
- Expertise Centrum Warmte. (2020, mei 29). *Zonnewarmte*. Opgehaald van <https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/techniekfactsheets+energiebronnen/zonnewarmte/default.aspx>

- Expertise Centrum Warmte. (2021, Juli). *Aquathermie*. Opgehaald van <https://expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/techniekfactsheets+energiebronnen/aquathermie+nieuw/default.aspx>
- Expertise Centrum Warmte. (2021, Juni 20). *Bodemenergie en WKO*. Opgehaald van <https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/techniekfactsheets+energiebronnen/bodemenergie+en+wko/default.aspx>
- Expertise Centrum Warmte. (2021, juli 1). *Elektrische warmtepomp*. Opgehaald van <https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/techniekfactsheets+gebouwmaatregelen/elektrische+warmtepomp/default.aspx#Standvandetechiek>
- Expertise Centrum Warmte. (2021, juni 2). *Hanreiking voor lokale analyse*. Opgehaald van De Leidraad: <https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/de+leidraad/handreiking+voor+lokale+analyse/default.aspx>
- Expertise Centrum Warmte. (sd). *Techniekfactsheets energiebronnen en -dragers*. Opgehaald van Technische oplossingen: <https://expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/techniekfactsheets+energiebronnen/default.aspx>
- Focke-Bakker, E., & Spruijtenburg, B. (2020, Februari 4). Mogelijke samenwerking “Bewonersinitiatief Energietransitie Waardeiland (BEW) en Ondernemers Vereniging de Waard” (OV de Waard) inzake energieopwekking als bijdrage aan de Warmtevisie van de Gemeente Leiden. Leiden.
- Gemeente Leiden. (2018, Juli 5). *Bedrijfs- en Pleziervaartuigenverordening Leiden 2017 vastgesteld*. Opgehaald van Overheid.nl: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/gmb-2018-143179.html>
- Gemeente Leiden. (sd). *Beschrijving ruimtelijke karakteristiek en structuur*. Opgehaald van De Waard: Hoofdstuk 2 Beschrijving plangebied: [https://www.planviewer.nl/imro/files/NL.IMRO.0546.BP00006-0104/t\\_NL.IMRO.0546.BP00006-0104\\_2.3.html](https://www.planviewer.nl/imro/files/NL.IMRO.0546.BP00006-0104/t_NL.IMRO.0546.BP00006-0104_2.3.html)
- Gemeente Leiden. (sd). *Bestemmingsplan De Waard*. Opgehaald van Planviewer: [https://www.planviewer.nl/imro/files/NL.IMRO.0546.BP00006-0301/t\\_NL.IMRO.0546.BP00006-0301\\_index.html](https://www.planviewer.nl/imro/files/NL.IMRO.0546.BP00006-0301/t_NL.IMRO.0546.BP00006-0301_index.html)
- Groeneveld-Improva Consultancy B.V. . (2020). *Bedrijventerrein De Waard - Bereikbaarheid en verkeersveiligheid onderzocht*. Leiden.
- Hier Opgewekt. (2020, mei 12). *Stappenplan voor het vinden van de juiste warmteoplossing voor jouw wijk*. Opgehaald van hieropgewekt: <https://www.hieropgewekt.nl/kennisdossiers/stappenplan-voor-het-vinden-van-juiste-warmteoplossing-voor-jouw-wijk>
- HierOpgewekt. (2021, februari 23). *Coöperatie Warmtenet Oost Wageningen (WOW) kiest commerciële warmtepartner*. Opgehaald van <https://www.hieropgewekt.nl/kennisdossiers/cooperatie-warmtenet-oost-wageningen-wow-kiest-commerciële-warmtepartner>

- Hoogervorst, N. (2017). *Toekomstbeeld klimaatneutrale warmtenetten in Nederland*. Den Haag: Uitgeverij PBL.
- in 't Veld, M., Schepers, B., Varkevisser, A., Donkers, E., & Schuller, M. (2017). *Toekomstperspectief - bodemenergie Zuid-Holland*. Deventer / Delft.
- Kadaster. (sd). *Buurt: Waardeiland*. Opgehaald van kadasterkaart: <https://kadastralekaart.com/buurt/waardeiland-BU05460409>
- Kennisplatform bodemenergie. (sd). *Inleiding Bodemenergie*. Opgehaald van <https://kennisplatform.bodemenergie.nl/inleiding-bodemenergie/>
- Kirch, M., den Dekker, L., & Duijff, R. (2020). *Warmtenetten ontrafeld - een praktische handleiding*. adviesbureau DWA in opdracht van TKI Urban Energy.
- Klimaatplein. (2018, Mei 7). *Aanbevelingen, tips en adviezen voor een aardgasloos bedrijfsterrein*. Opgehaald van Klimaatplein: <https://www.klimaatplein.com/aanbevelingen-tips-en-adviezen-voor-een-aardgasloos-bedrijfsterrein/>
- Liander. (2021, Juli 22). *Transportcapaciteit in Zuid-Holland*. Opgehaald van Liander > Provincie Zuid-Holland: <https://www.liander.nl/transportcapaciteit/zuid-holland?ref=23000>
- MarketResponse. (2021, Juni). *Bewonerstevredenheid Proeftuinen Aardgasvrije Wijken*. Opgehaald van Rijksoverheid: Bewonerstevredenheid Proeftuinen Aardgasvrije Wijken: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2021/06/29/bewonerstevredenheid-proeftuinen-aardgasvrije-wijken>
- Matthijssen, J., Chranioti, A., Uytterlinde, M., Dignum, M., Tennekes, J., van Hoorn, A., & Eerens, H. (2020). *Regionale energie strategieën Een tussentijdse analyse*. Den Haag: Uitgeverij PBL.
- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2018). *Basiskaart leefbaarheidssituaties*. Opgehaald van <https://leefbaarometer.nl/kaart/?indicator=0&schaalniveau=3&periode=5&referentiekaart=1&locatie=&latitude=52.158568599999995&longitude=4.5030898#kaart>
- ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2019, April 1). Verordening van provinciale staten van Zuid-Holland van 20 februari 2019 (PZH-2019-677696264) houdende regels over het beschermen en benutten van de fysieke leefomgeving (Omgevingsverordening Zuid-Holland). Zuid-Holland, Nederland. Opgehaald van <https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR622914/1#>
- Ministerie van Economische Zaken - Agentschap NL. (2012). *Zonthermische daken*. Utrecht.
- Ministerie van Economische Zaken. (2013). *Beheer Warte Koude Opslag*. Utrecht: Agentschap NL.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (sd). *Bodemenergie (Warmte koude opslag)*. Opgehaald van [https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/grondwater/gebiedsgericht-grondwaterbeheer/instrumenten/push-pull/factsheets/bodemenergie-\(warmte/](https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/grondwater/gebiedsgericht-grondwaterbeheer/instrumenten/push-pull/factsheets/bodemenergie-(warmte/)
- Nationaal Programma RES i.s.m CE Delft. (2020). *Factsheet warmte - achtergrond informatie per warmtebron*.

- Netbeheer Nederland . (2020). *Transitievisie Warmte In samenwerking met de netbeheerder*.
- PAW i.s.m RVO. (2021). *Voortgangsrapportage PAW Monitor 2020*. Rijksoverheid.
- Platform 31 i.s.m. HierOpgewekt. (2019). *Bewonersinitiatieven en gemeenten in de lokale warmtetransitie*. Den Haag.
- Portaal. (2016, Augustus). *Stadsverwarming na 2020, veelgestelde vragen*. Opgehaald van Portaal: <https://www.portaal.nl/>
- Programma Aardgasvrije Wijken. (sd). *Stappenplan uitvoeringsplan*. Opgehaald van Programma Aardgasvrije Wijken: <https://www.aardgasvrijewijken.nl/themas/regieenorganisatie/uitvoeringsplan/stappenplan+uitvoeringsplan/waarom+een+uitvoeringsplan/default.aspx>
- Regionale stuurgroep bedrijventerreinen regio 071. (2020). Ruimte voor bedrijven in de Economie071-gemeenten - Ruimtelijke strategie Bedrijventerreinen 2020-2030., (p. 41).
- (2020). *RES EN TRANSITIEVISIE WARMTE - Op bodemenergie kun je bouwen*. Naarden.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2014). *Een handreiking voor gebiedsgerichte warmte-uitwisseling*. Roermond.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2015). *Warmte-koudeopslag voor de industrie*. Utrecht.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2020, Augustus 19). *Ondiepe bodemenergie - open systemen*. Opgehaald van Duurzaam ondernemen: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/nationaal-expertisecentrum-warmte/bodemenergie-en-aardwarmte-geothermie/bodemenergie>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2021, Juni 29). *Ondiepe bodemenergie - gesloten systemen*. Opgehaald van Duurzaam ondernemen: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/bodemenergie-en-aardwarmte/technieken-bodemenergie/ondiepe-bodemenergie-gesloten-systemen>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2021). *WKO-bodemenergietool*. Opgehaald van <https://wkotool.nl/>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (sd). *Warmteatlas*. Opgehaald van <https://rvo.b3p.nl/viewer/app/Warmteatlas/v2>
- Rooijers, F., Jongsma, C., Koster, E., van de Poll, F., Dehens, J., Aalberts, J., . . . Vendrik, J. (2020). *Elektrificatie en Vraagprofiel 2030*. Delft: CE Delft.
- Royal Haskoning DHV. (2018). *Actualisatie routekaart energietransitie Regio Arnhem Nijmegen*. Nijmegen.
- Sociaal en Cultureel Planbureau. (2019). *Onder de pannen zonder gas? Woningeigenaren en hun afwegingen voor aardgasvrije alternatieven*. Den Haag.

- Sociaal en Cultureel Planbureau. (2020). *Op weg naar aardgasvrij wonen - De energietransitie vanuit burgerperspectief*. Den Haag.
- STOWA. (2018). *Handreiking aquathermie*. Amersfoort.
- Syntraal. (2021, Augustus 9). *Aquathermieconfiguraties beslisboom TEA - Warming up*. Opgehaald van <https://aquathermie.nl/bibliotheek/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=2017772>
- Techniplan adviseurs bv i.s.m. if. (2021, Augustus 9). *Aquathermieconfiguraties beslisboom TEO - Warming UP*. Opgehaald van [aquathermie.nl: https://aquathermie.nl/bibliotheek/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=2017774](https://aquathermie.nl/bibliotheek/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=2017774)
- TNO. (2020). *Aanzet tot Routekaart Zonnewarmte*. Eindhoven.
- TNO Geologische dienst Nederland. (sd). *Ondergrondgegevens*. Opgehaald van Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond : <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens#>
- Vattenfall. (sd). *Warmtenet Nederland*. Opgehaald van Stadsverwarming.
- Verburg, R., Slenders, H., Hoekstra, N., van Nieuwkerk, E., Guijt, R., van der Mark, B., & Mimpfen, J. (2010). *Handleiding boeg - Bodem energie en grondwaterverontreiniging*. 's-Hertogenbosch.
- Vereniging Waardeiland. (2019, December 6). *Energietransitie Waardeiland*. Opgehaald van Vereniging Waardeiland : <https://www.waardeiland.nl/vereniging-waardeiland/nieuwsberichten/2019-12-05-energietransitie>
- Verschuur, G., & Maas, N. (2021). *Handleiding financieringsaanvraag coöperatieve warmte*.
- VNG Realisatie. (2020). *Energietransitie Gebouwde Omgeving, Datavoorziening VNG Realisatie*. Opgehaald van Commondatafactory: <https://tvw.commondatafactory.nl/?layer=layer0&tab=energie&label=topo#14.5/52.15785/4.4939>
- Warmtebedrijf Rotterdam. (2021). *Warmtelevering Leidse regio*. Opgehaald van <http://www.warmtebedrijfrotterdam.nl/warmtelevering-leidse-regio/>
- WOW. (2021). *Coöperatie WOW*. Opgehaald van <https://cooperatiewow.nl/>

## 9. Bijlage A | Definities

---

- Het *warmte verbruik* wordt gedefinieerd door het huidige gasverbruik.
- Het *energieverbruik* is de hoeveelheid energie die is gebruikt door bedrijven, huishoudens en vervoer in Nederland. Het energieverbruik wordt in berekend voor alle energiedragers tezamen
- *Vastrecht* zijn de vaste kosten voor de aansluiting op het gas-, elektriciteits- of waternet. Het is dus een vast bedrag, ongeacht van het gas, water of elektra verbruik.

### Afkortingen

- BEW: Bewonersinitiatief Energietransitie Waardeiland
- ECW: Expertise Centrum Warmte
- ZLT: zeer lage temperatuur (10-30 °C)
- LT: lage temperatuur (30-55 °C)
- MT: midden temperatuur (55-75 °C)
- HT: hoge temperatuur (>75°C)
- WKO: warmtekoude-opslag
- TEO: thermische energie uit oppervlaktewater
- TEA: thermische energie uit afvalwater
- TED: thermische energie uit drinkwater

## 10. Bijlage B | Definitie gebieden

Waardeiland ligt op 52°9'24,1"NB, 4°31'3,0"OL en De Waard op 52°9'31,36"NB, 4°30'35,00"OL.

OV De Waard bestaat uit het postcodegebied 2315 KA t/m 2315 KZ (m.u.v. KF KI KO KQ KU en KY), 2315 LA t/m 2315 LW (m.u.v. LF LI LO LQ en LU), 2315 RZ, 2315 SB t/m 2315 SZ (m.u.v. SD, SF, SI, SO SQ SS, SU en SY), 2315 TA t/m 2315 TZ (m.u.v. TF, TI, TO, TQ, TU en TY), 2315 VC en 2315 WB t/m 2315 WB (m.u.v. WF).

Waardeiland bestaat uit postcodegebied 2314 EA t/m 2314 EZ (m.u.v. EF, EI, EO, EQ, EU en EY) en 2314 GA t/m 2314 GJ (m.u.v. GE GF en GI).

De exacte adressen zijn hieronder weergegeven in Tabel 16.

| Postcode | Straat     | Nummer | Plaats | Cluster     |
|----------|------------|--------|--------|-------------|
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 1      | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 2      | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 3      | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 4      | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 5      | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 6      | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 7      | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 8      | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 9      | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 10     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 11     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 12     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 13     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 14     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 15     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 16     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 17     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 18     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 19     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 20     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 21     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 22     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 23     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 24     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 25-A   | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EA  | Oxfordlaan | 25     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EB  | Oxfordlaan | 26     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EB  | Oxfordlaan | 27     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EB  | Oxfordlaan | 28     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EB  | Oxfordlaan | 29     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EB  | Oxfordlaan | 30     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EB  | Oxfordlaan | 31     | Leiden | Waardeiland |
| 2314 EB  | Oxfordlaan | 32     | Leiden | Waardeiland |

|                |             |    |        |             |
|----------------|-------------|----|--------|-------------|
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 33 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 34 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 35 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 36 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 37 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 38 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 39 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 40 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 41 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 42 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 43 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 44 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 45 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 46 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 47 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 48 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 49 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EB</b> | Oxfordlaan  | 50 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 1  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 2  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 3  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 4  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 5  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 6  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 7  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 8  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 9  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 10 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 11 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 12 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 13 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 14 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 15 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 16 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 17 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 18 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EC</b> | Krefeldlaan | 19 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan | 20 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan | 21 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan | 22 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan | 23 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan | 24 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan | 25 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan | 26 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan | 27 | Leiden | Waardeiland |

|                |                     |    |        |             |
|----------------|---------------------|----|--------|-------------|
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan         | 28 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan         | 29 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan         | 30 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan         | 31 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan         | 32 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan         | 33 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan         | 34 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan         | 35 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan         | 36 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan         | 37 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ED</b> | Krefeldlaan         | 38 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 1  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 2  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 3  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 4  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 5  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 6  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 7  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 8  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 9  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 10 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 11 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 12 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 13 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 14 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 15 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 16 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 17 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 18 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 19 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 20 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EE</b> | Sam van Houtenplein | 21 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EG</b> | Oudplein            | 1  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EG</b> | Oudplein            | 2  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EG</b> | Oudplein            | 3  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EG</b> | Oudplein            | 4  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EH</b> | Schaepmanplein      | 2  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EH</b> | Schaepmanplein      | 4  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EH</b> | Schaepmanplein      | 6  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EH</b> | Schaepmanplein      | 8  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EH</b> | Schaepmanplein      | 10 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EH</b> | Schaepmanplein      | 12 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EH</b> | Schaepmanplein      | 14 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EH</b> | Schaepmanplein      | 16 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EH</b> | Schaepmanplein      | 18 | Leiden | Waardeiland |

|                |                   |    |        |             |
|----------------|-------------------|----|--------|-------------|
| <b>2314 EH</b> | Schaepmanplein    | 20 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EH</b> | Schaepmanplein    | 22 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EH</b> | Schaepmanplein    | 24 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EH</b> | Schaepmanplein    | 26 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EH</b> | Schaepmanplein    | 28 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EJ</b> | Schaepmanplein    | 1  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EJ</b> | Schaepmanplein    | 3  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EJ</b> | Schaepmanplein    | 5  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EJ</b> | Schaepmanplein    | 7  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EJ</b> | Schaepmanplein    | 9  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EJ</b> | Schaepmanplein    | 11 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EJ</b> | Schaepmanplein    | 13 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EJ</b> | Schaepmanplein    | 15 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EJ</b> | Schaepmanplein    | 17 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EJ</b> | Schaepmanplein    | 19 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EJ</b> | Schaepmanplein    | 21 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EJ</b> | Schaepmanplein    | 23 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EJ</b> | Schaepmanplein    | 25 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EJ</b> | Schaepmanplein    | 27 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 1  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 2  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 3  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 4  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 5  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 6  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 7  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 8  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 9  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 10 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 11 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 12 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 13 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 14 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 15 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 16 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 17 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 18 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 19 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 20 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 21 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 22 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 23 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EK</b> | Troelstraplein    | 24 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EL</b> | Aletta Jacobslaan | 1  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EL</b> | Aletta Jacobslaan | 3  | Leiden | Waardeiland |

|                |                     |    |        |             |
|----------------|---------------------|----|--------|-------------|
| <b>2314 EL</b> | Aletta Jacobslaan   | 5  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EL</b> | Aletta Jacobslaan   | 7  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EL</b> | Aletta Jacobslaan   | 9  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EL</b> | Aletta Jacobslaan   | 11 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EL</b> | Aletta Jacobslaan   | 13 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EL</b> | Aletta Jacobslaan   | 15 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EL</b> | Aletta Jacobslaan   | 17 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EL</b> | Aletta Jacobslaan   | 19 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EL</b> | Aletta Jacobslaan   | 21 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EL</b> | Aletta Jacobslaan   | 23 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EL</b> | Aletta Jacobslaan   | 25 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EL</b> | Aletta Jacobslaan   | 27 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 2  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 4  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 6  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 8  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 10 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 12 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 14 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 16 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 18 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 20 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 22 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 24 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 26 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 28 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EM</b> | Aletta Jacobslaan   | 30 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 32 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 34 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 36 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 38 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 40 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 42 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 44 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 46 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 48 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 50 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 52 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 54 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 56 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 58 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EN</b> | Aletta Jacobslaan   | 60 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EP</b> | Suze Groenewegplein | 1  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EP</b> | Suze Groenewegplein | 2  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EP</b> | Suze Groenewegplein | 3  | Leiden | Waardeiland |

|                |                         |    |        |             |
|----------------|-------------------------|----|--------|-------------|
| <b>2314 EP</b> | Suze Groenewegplein     | 4  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EP</b> | Suze Groenewegplein     | 5  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EP</b> | Suze Groenewegplein     | 6  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EP</b> | Suze Groenewegplein     | 7  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EP</b> | Suze Groenewegplein     | 8  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ER</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 1  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ER</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 3  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ER</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 5  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ER</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 7  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ER</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 9  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ER</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 11 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ER</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 13 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ER</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 15 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ER</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 17 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ER</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 19 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ES</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 2  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ES</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 4  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ES</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 6  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ES</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 8  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ES</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 10 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ES</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 12 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ES</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 14 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ES</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 16 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ES</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 18 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ES</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 20 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ES</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 22 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ES</b> | Domela Nieuwenhuislaan  | 24 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ET</b> | Aalberseplein           | 1  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ET</b> | Aalberseplein           | 2  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ET</b> | Aalberseplein           | 3  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ET</b> | Aalberseplein           | 4  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ET</b> | Aalberseplein           | 5  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ET</b> | Aalberseplein           | 6  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ET</b> | Aalberseplein           | 7  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ET</b> | Aalberseplein           | 8  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ET</b> | Aalberseplein           | 9  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ET</b> | Aalberseplein           | 10 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ET</b> | Aalberseplein           | 11 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 ET</b> | Aalberseplein           | 12 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EV</b> | De Savornin Lohmanplein | 1  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EV</b> | De Savornin Lohmanplein | 2  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EV</b> | De Savornin Lohmanplein | 3  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EV</b> | De Savornin Lohmanplein | 4  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EW</b> | Abraham Kuyperplein     | 1  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EW</b> | Abraham Kuyperplein     | 2  | Leiden | Waardeiland |

|                |                     |    |        |             |
|----------------|---------------------|----|--------|-------------|
| <b>2314 EW</b> | Abraham Kuiperplein | 3  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EW</b> | Abraham Kuiperplein | 4  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EW</b> | Abraham Kuiperplein | 5  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EW</b> | Abraham Kuiperplein | 6  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EW</b> | Abraham Kuiperplein | 7  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EW</b> | Abraham Kuiperplein | 8  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EW</b> | Abraham Kuiperplein | 9  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EW</b> | Abraham Kuiperplein | 10 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EW</b> | Abraham Kuiperplein | 11 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EW</b> | Abraham Kuiperplein | 12 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EW</b> | Abraham Kuiperplein | 13 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EW</b> | Abraham Kuiperplein | 14 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 1  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 3  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 5  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 7  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 9  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 11 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 13 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 15 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 17 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 19 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 21 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 23 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 25 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 27 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 29 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 31 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 33 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 35 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 37 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 39 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 41 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 43 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 45 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EX</b> | Gerbrandylaan       | 47 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan       | 2  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan       | 4  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan       | 6  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan       | 8  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan       | 10 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan       | 12 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan       | 14 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan       | 16 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan       | 18 | Leiden | Waardeiland |

|                |                   |    |        |             |
|----------------|-------------------|----|--------|-------------|
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan     | 20 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan     | 22 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan     | 24 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan     | 26 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan     | 28 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan     | 30 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan     | 32 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan     | 34 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 EZ</b> | Gerbrandylaan     | 36 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 29 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 31 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 33 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 35 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 37 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 39 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 41 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 43 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 45 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 47 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 49 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 51 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 53 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 55 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 57 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 59 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 61 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GA</b> | Aletta Jacobslaan | 63 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 62 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 64 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 66 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 68 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 70 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 72 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 74 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 76 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 78 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 80 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 82 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 84 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 86 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 88 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 90 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 92 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 94 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan | 96 | Leiden | Waardeiland |

|                |                           |     |        |             |
|----------------|---------------------------|-----|--------|-------------|
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan         | 98  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan         | 100 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan         | 102 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan         | 104 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan         | 106 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GB</b> | Aletta Jacobslaan         | 108 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 1   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 2   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 3   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 4   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 5   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 6   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 7   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 8   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 9   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 10  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 11  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 12  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 14  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 16  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 18  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 20  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 22  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GC</b> | Joop den Uyllaan          | 24  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GD</b> | Willem Dreeslaan          | 2   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GD</b> | Willem Dreeslaan          | 4   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GD</b> | Willem Dreeslaan          | 6   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GD</b> | Willem Dreeslaan          | 8   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GD</b> | Willem Dreeslaan          | 10  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GD</b> | Willem Dreeslaan          | 12  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GD</b> | Willem Dreeslaan          | 14  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GD</b> | Willem Dreeslaan          | 16  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GD</b> | Willem Dreeslaan          | 18  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GD</b> | Willem Dreeslaan          | 20  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GD</b> | Willem Dreeslaan          | 22  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GD</b> | Willem Dreeslaan          | 24  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 2T  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 2   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 4   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 6   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 8   | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 10  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 12  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 14  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 16  | Leiden | Waardeiland |

|                |                           |     |        |             |
|----------------|---------------------------|-----|--------|-------------|
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 18  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 20  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 22  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 24  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 26  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 28  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 30  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 32  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 34  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 36  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 38  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 40  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 42  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 44  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 46  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 48  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 50  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 52  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 54  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 56  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 58  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 60  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 62  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 64  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 66  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 68  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GG</b> | Laan der Verenigde Naties | 70  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 94  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 96  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 98  | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 100 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 102 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 104 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 106 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 108 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 110 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 112 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 114 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 116 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 118 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 120 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 122 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 124 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 126 | Leiden | Waardeiland |
| <b>2314 GH</b> | Laan der Verenigde Naties | 128 | Leiden | Waardeiland |

|                |                |     |        |                           |
|----------------|----------------|-----|--------|---------------------------|
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 1   | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 2   | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 3   | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 4   | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 5   | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 6   | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 7   | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 8   | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 9   | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 10  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 11  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 12  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 13  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 14  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 15  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 16  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 17  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 18  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 19  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 20  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 21  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 22  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 23  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 24  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 26  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 28  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 30  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 32  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 34  | Leiden | Waardeiland               |
| <b>2314 GJ</b> | Calslaan       | 36  | Leiden | Waardeiland               |
|                |                |     |        |                           |
| <b>2315RZ</b>  | Evertsenstraat | 111 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b>  | Evertsenstraat | 113 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b>  | Evertsenstraat | 115 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b>  | Evertsenstraat | 117 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b>  | Evertsenstraat | 123 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b>  | Evertsenstraat | 125 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b>  | Evertsenstraat | 127 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b>  | Evertsenstraat | 129 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b>  | Evertsenstraat | 131 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b>  | Evertsenstraat | 133 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b>  | Evertsenstraat | 135 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b>  | Evertsenstraat | 137 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b>  | Evertsenstraat | 139 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b>  | Evertsenstraat | 141 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |

|               |                  |      |        |                           |
|---------------|------------------|------|--------|---------------------------|
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 143  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 145  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 147  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 149  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 151  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 151A | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 153  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 155  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 157  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 159  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 161  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 163  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 165  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 167  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 169  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 171  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 173  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 175  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 177  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315RZ</b> | Evertsenstraat   | 179  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SC</b> | Admiraalsweg     | 4    | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SC</b> | Admiraalsweg     | 6    | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SC</b> | Admiraalsweg     | 6A   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SC</b> | Admiraalsweg     | 6B   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SC</b> | Admiraalsweg     | 6C   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SC</b> | Admiraalsweg     | 8    | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 1C   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 1D   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 1E   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 1F   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 1G   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 1H   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 1K   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 1M   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 1N   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 1P   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 2    | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 2T   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 3    | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 5    | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 6    | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 6A   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 6B   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 6C   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg | 6D   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |

|               |                      |     |        |                           |
|---------------|----------------------|-----|--------|---------------------------|
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg     | 6E  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg     | 6F  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg     | 8   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg     | 8A  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg     | 8B  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg     | 8C  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SG</b> | Karel Doormanweg     | 8D  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 50  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 52  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 54  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 56  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 58  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 60  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 62  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 64  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 66  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 68  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 70  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 72  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 74  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 76  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 78  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 80  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 82  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 84  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 86  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 88  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 90  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 92  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 94  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 96  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 98  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 100 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 102 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 104 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 106 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 108 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 110 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 112 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SN</b> | Evertsenstraat       | 114 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SR</b> | Admiraal Banckertweg | 1   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SR</b> | Admiraal Banckertweg | 2A  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SR</b> | Admiraal Banckertweg | 2B  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SR</b> | Admiraal Banckertweg | 2C  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SR</b> | Admiraal Banckertweg | 2   | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |



|               |                       |        |        |                           |
|---------------|-----------------------|--------|--------|---------------------------|
| <b>2315SR</b> | Admiraal Banckertweg  | 25A    | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315SR</b> | Admiraal Banckertweg  | 25C    | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TX</b> | Willem Barentszstraat | 12     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TX</b> | Willem Barentszstraat | 22     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TX</b> | Willem Barentszstraat | 24     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TX</b> | Willem Barentszstraat | 26     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TX</b> | Willem Barentszstraat | 28     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 1      | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 3      | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 5      | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 7      | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 9      | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 11     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 13     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 15     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 17     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 19     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 21     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 23     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 33A    | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 33B    | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 33T    | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 37     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 39     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 41     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 43     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 45     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315TZ</b> | Willem Barentszstraat | 47     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315VC</b> | Admiraal Helfrichweg  | 1      | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315VC</b> | Admiraal Helfrichweg  | 1A     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315VC</b> | Admiraal Helfrichweg  | 2      | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315VC</b> | Admiraal Helfrichweg  | 3      | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315VC</b> | Admiraal Helfrichweg  | 5      | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315VC</b> | Admiraal Helfrichweg  | 7      | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315VC</b> | Admiraal Helfrichweg  | 9      | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315VC</b> | Admiraal Helfrichweg  | 10     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315VC</b> | Admiraal Helfrichweg  | 11     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315VC</b> | Admiraal Helfrichweg  | 12     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315VC</b> | Admiraal Helfrichweg  | 14     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WB</b> | Dorus Rijkerskade     | 6 - 14 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WC</b> | Dorus Rijkersweg      | 13     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WC</b> | Dorus Rijkersweg      | 13A    | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WC</b> | Dorus Rijkersweg      | 15     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WC</b> | Dorus Rijkersweg      | 15T    | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WC</b> | Dorus Rijkersweg      | 21     | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |

|               |                     |    |        |                           |
|---------------|---------------------|----|--------|---------------------------|
| <b>2315WC</b> | Dorus Rijkersweg    | 23 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WC</b> | Dorus Rijkersweg    | 25 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WC</b> | Dorus Rijkersweg    | 27 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WD</b> | Mees Toxopeüsstraat | 3  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WD</b> | Mees Toxopeüsstraat | 5  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WE</b> | J.C. de Rijpstraat  | 7  | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WE</b> | J.C. de Rijpstraat  | 11 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WE</b> | J.C. de Rijpstraat  | 12 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WE</b> | J.C. de Rijpstraat  | 21 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WE</b> | J.C. de Rijpstraat  | 23 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WE</b> | J.C. de Rijpstraat  | 25 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WE</b> | J.C. de Rijpstraat  | 27 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WE</b> | J.C. de Rijpstraat  | 29 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WE</b> | J.C. de Rijpstraat  | 35 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |
| <b>2315WG</b> | Dorus Rijkersweg    | 16 | Leiden | Bedrijventerrein de Waard |

Tabel 16: Adressen Waardeiland & OV de Waard

## 11. Bijlage C | Geologisch booronderzoek

Data DINO loket (TNO Geologische dienst Nederland, sd).



Figuur 26: Datapunten geologisch booronderzoek

| Datapunt | M t.o.v. NAP  | Ondergrond      |
|----------|---------------|-----------------|
| 1        | 0.4 tot -3.1  | Klei            |
|          | -3.1 tot -5.6 | Fijn zand       |
| 2        | 0.4 tot -0.2  | Fijn Zand       |
|          | -0.2 tot -1.2 | Klei            |
|          | -1.2 tot -3.8 | Matig grof zand |
|          | -3.8 tot -4.6 | Grof zand       |
| 3        | 0.4 tot -0.7  | Fijn zand       |
|          | -0.7 tot -3.1 | Klei            |
|          | -3.1 tot -4.1 | Fijn zand       |
| 4        | 0.4 tot -2.7  | Klei            |
|          | -2.7 tot -3.6 | Matig grof zand |
|          | -3.6 tot -4.6 | Klei            |
| 5        | 0.4 tot -4.6  | Klei            |
| 6        | 0.4 tot -3.3  | Klei            |
|          | -3.3 tot -4.6 | Matig grof zand |
| 7        | 0.4 tot -4.6  | Klei            |

Tabel 17: Data DINO loket

## 12. Bijlage D | Correspondentie ECW

---

**Van:** [expertisecentrumwarmte@rvo.nl](mailto:expertisecentrumwarmte@rvo.nl) <[expertisecentrumwarmte@rvo.nl](mailto:expertisecentrumwarmte@rvo.nl)>

**Verzonden:** Monday, August 16, 2021 3:59 PM

**Aan:** [j.ruiter@greenexperts.nl](mailto:j.ruiter@greenexperts.nl)

**Onderwerp:** Antwoord op vraag V2108 5272

Ha Jonita,

Goede vraag, met daarbij een kort antwoord. Er is geen algemene informatie over die fluctuatie, omdat het ontzettend situatie-afhankelijk is: welk type gebouw staat er op het terrein, hoe goed zijn de gebouwen geïsoleerd en belangrijker nog, welk type bedrijven bevindt zich op het terrein, en wil je je analyse afhankelijk maken van bedrijfsactiviteiten die er tijdelijk zijn? Kortom, een gemakkelijk antwoord is er niet. Wel valt over het algemeen te zeggen dat de warmtevraag bij woningen 's ochtends en 's avonds het grootst is, en dat met name kantoorpanden aardig lijken te matchen met woonwijken. Meer valt er eigenlijk in algemene zin niet over te zeggen. De relevante data zul je echt op projectniveau moeten vinden ben ik bang.

Met vriendelijke groet,

Roy Blokvoort

Adviseur Warmtetransitie

.....  
**Expertise Centrum Warmte**

.....  
[www.expertisecentrumwarmte.nl](http://www.expertisecentrumwarmte.nl)

**Naam van de organisatie:** GreenExperts

**Voornaam:** Jonita

**Tussenvoegsel:**

**Achternaam:** Ruiter

**Je emailadres:** [j.ruiter@greenexperts.nl](mailto:j.ruiter@greenexperts.nl)

**Je telefoonnummer:** 0642095750

**Wat is je vraag aan de helpdesk?:** Beste heer/mevrouw, Vanwege een vooronderzoek naar de mogelijkheden voor verduurzaming van een woonwijk in samenwerking met een bedrijventerrein ben ik op zoek naar data over energieverbruik. Ik heb het jaarlijkse energieverbruik kunnen vinden, maar graag zou ik ook de fluctuaties over een jaar en op een dag graag weer willen geven. De fluctuaties over de dag zijn voornamelijk interessant om te bekijken of het bedrijventerrein en woonwijk als complementair gezien kunnen worden. Ik ben bang dat de data voor de specifieke wijk niet beschikbaar is, maar wellicht hebben jullie een idee waar ik algemene data of een onderzoek naar energieverbruik zou kunnen vinden. Met vriendelijke groet, Jonita Ruiter

## 13. Bijlage E | Interview Proeftuinen Aardgasvrije Wijken

---

Interview Ilse Koreman. Afgenomen op 9 augustus 2021

1. Wat zijn de hoofdresultaten van de proeftuinen?

De proeftuinen zijn opgezet door Binnenlandse zaken. Zij stellen geld beschikbaar aan gemeenten om de energietransitie te realiseren. Dit gebeurt per wijk en er worden een paar wijken geselecteerd. Het doel van de proeftuinen is om lessen op te doen, kennis te delen en te kijken hoe anderen het aanpakken. Samen het wiel uitvinden in plaats van iedereen apart.

Er zijn ook kritische geluiden. Het is moeilijk en het lukt nog niet zo goed.

*Waarom niet?*

Het is lastig en het moet binnen een korte tijd (1 tot 1,5 jaar) gerealiseerd worden. Er zijn vele partijen bij betrokken. Ook lopen er trajecten door elkaar (bijvoorbeeld het regionaal energiestrategieën). Dan is het lastig om het doel en welke stappen er eerst gezet moeten worden te identificeren. Ook heeft corona wellicht een nadelig effect gehad, kennis online delen werkt misschien minder goed.

Een project waar ze nu best wel ver zijn is Nagelen. Hier zijn ze grote kuilen aan het graven om water in te laten lopen en daar warmte uit te halen.

2. Welke technieken worden er bij de proeftuinen gebruikt? Welke zijn het meest en minst succesvol?

Een collectieve bodembron wordt vaak gebruikt omdat dit een vertrouwde techniek is. Water (oppervlaktewater) komt nog niet echt van de grond. Er is wel een idee om warmte uit kades te halen door hier leidingen doorheen te laten lopen.

Een warmtenet heeft twee kanten. Veel warmtenetten worden nu nog verwarmd door fossiele brandstoffen. Uiteindelijk zouden er bijvoorbeeld diepe geothermische bronnen aangeboord moeten worden om dit warmtenet duurzaam te laten verwarmen. Voor een wijk is een warmtenet relatief makkelijk, het is haalbaarder dan bijvoorbeeld een bodembron. Ook is er veel ervaring met warmtenetten.

Waar je wel rekening mee moet houden is dat er meer elektra nodig is. Alle technieken, denk aan boilers of warmtepompen, kosten meer elektriciteit. Dit wordt vaak vergeten.

*Zijn er ook technieken die op het moment zijn afgeschreven?*

Nee op het moment nog niet.

3. Is er eerder met oppervlaktewater technieken (aquathermie) gewerkt?

Zoals hiervoor al is gezegd komend de projecten die oppervlaktewater willen gebruiken nog niet echt van de grond. In Nagelen hebben ze een warmtenet op basis van zonnecollectoren, dus die gebruiken geen oppervlaktewater.

4. Wat zijn de grootste uitdagingen?

Zoals al eerder gezegd, wordt de stijgende vraag naar elektra vaak vergeten bij het implementeren van de energietransitie.

Bij elektrificatie is het belangrijk om er rekening mee te houden dat als je je stroom nog bij bijvoorbeeld een Nuon weg haalt, je CO<sub>2</sub> niet lager wordt. Zorg dan ook dat je je elektriciteitsopwekking vergroend. Je hebt vele technieken bijvoorbeeld zonnepanelen en windmolens. De Waard heeft veel bedrijfspanden met platte daken, hier kun je heel veel zonnepanelen kwijt.

Het lastigste is misschien wel de organisatie, alle partijen bij elkaar zien te krijgen. Ze moeten er allemaal achter staan. Iedereen vindt duurzaamheid belangrijk, maar 'what's in it for them?'. Bewoners willen niet teveel in een keer investeren en er wel rendement of leef comfort voor terug krijgen. Bedrijven kijken helemaal naar de euro's. Deze hebben vaak een zakelijke deal voor gas en elektra en betalen hier dus vaak weinig voor. Dit maakt de terugverdientijd lager bij een zakelijk pand.

*Hoe zou je dit proces makkelijker kunnen maken?*

Het is altijd een strijd, maar hoe eerder je mensen betreft, hoe beter. Het helpt ook om het concreet te maken en mensen de mogelijkheid te geven om mee te praten en hun voorkeuren duidelijk te maken. Bijvoorbeeld optie A t/m D en wat dit precies inhoudt. Moet er bijvoorbeeld geïsoleerd worden of een ander verwarmingssysteem komen. Mensen moeten niet het idee krijgen dat ze niks kunnen inbrengen. Maar weerstand heb je altijd.

Het kan ook helpen als de gemeente uitspreekt hoe belangrijk het aardgasvrij maken van de wijk is. Of bijvoorbeeld het concreter maken van de warmtevisie/transitievisie van de wijk.

5. Hebben jullie eerder een project gezien waar twee wijken samenwerken? Zo ja, wat hebben jullie daarvan geleerd?

PAW is meer gericht op woningen. Er wordt bijvoorbeeld wel gekeken of een supermarkt in de wijk veel warmte over heeft wat eventueel gebruikt kan worden voor woningen. Dus twee functies combineren gebeurt wel. Er zijn nog niet heel veel succesverhalen. Dit heeft puur te maken met het gevoel van urgentie. Het kost veel geld en er moet veel geregeld worden. Maar het is zeker niet kansloos. We moeten beter kijken hoe we slimmer kunnen omgaan met energie.

De Waard en Waardeiland zijn zeker interessant. Deze twee gebieden hebben verschillende behoeftes. Afgelopen jaar niet (corona) maar de ritmes van de gebieden qua energiegebruik zijn omgekeerd. Misschien is er wel restwarmte op De Waard. Dit is echt interessant. Maar het is ook echt een uitdaging.

Een leuk voorbeeld is misschien het museum Hermitage in Amsterdam. Dit museum koos voor een bodembron om in warmte en koude vraag te voorzien. Uiteindelijk was de warmtevraag lager dan verwacht en was er dus een warmteoverschot. Het kan niet allemaal terug de aarde in omdat de bodembron in balans gehouden moet worden. Er had gekozen kunnen worden om de warmte via ventilatoren op het dak weg te voeren, maar de directeur van het Hermitage vond dit zonde. Uiteindelijk is er een samenwerking met Hortus ontstaan, die warmte nodig had en is er een pijpleiding tussen de twee gebouwen gemaakt. Dit is wel rendabel gemaakt door subsidie.

Dit zie je wel vaker met succesverhalen, er is wel een bak met geld van de overheid nodig.

*Zijn er nog meer overeenkomsten te vinden tussen succesverhalen?*

Je hebt hier hele bevlogen mensen voor nodig die keihard werken. Daarom lukt het. Er zijn wel vele mooie onderzoeken, maar er is echt iemand nodig die doorpakt.

Uiteindelijk zal iedereen wel mee moeten gaan met de energietransitie. Dan worden de gasprijzen hoog of gaat de overheid dingen opleggen.

6. Zou dit gebied in aanmerkingen kunnen komen voor proeftuinen?

Ja dat zou kunnen. Er zijn verschillende inschrijfrondes, volgens mij is er net één open of is hij net dicht. De gemeente moet zich dan zelf in schrijven en Binnenlandse zaken kiest dan de meest geschikte wijken. Het zou een mooi voorbeeld zijn. Maar het zou al mooi zijn als de

gemeente een betere warmtevisie maakt.

7. Wat vind je van de onderstaande beslisboom? Missen hier nog bepaalde technieken of denkstappen?

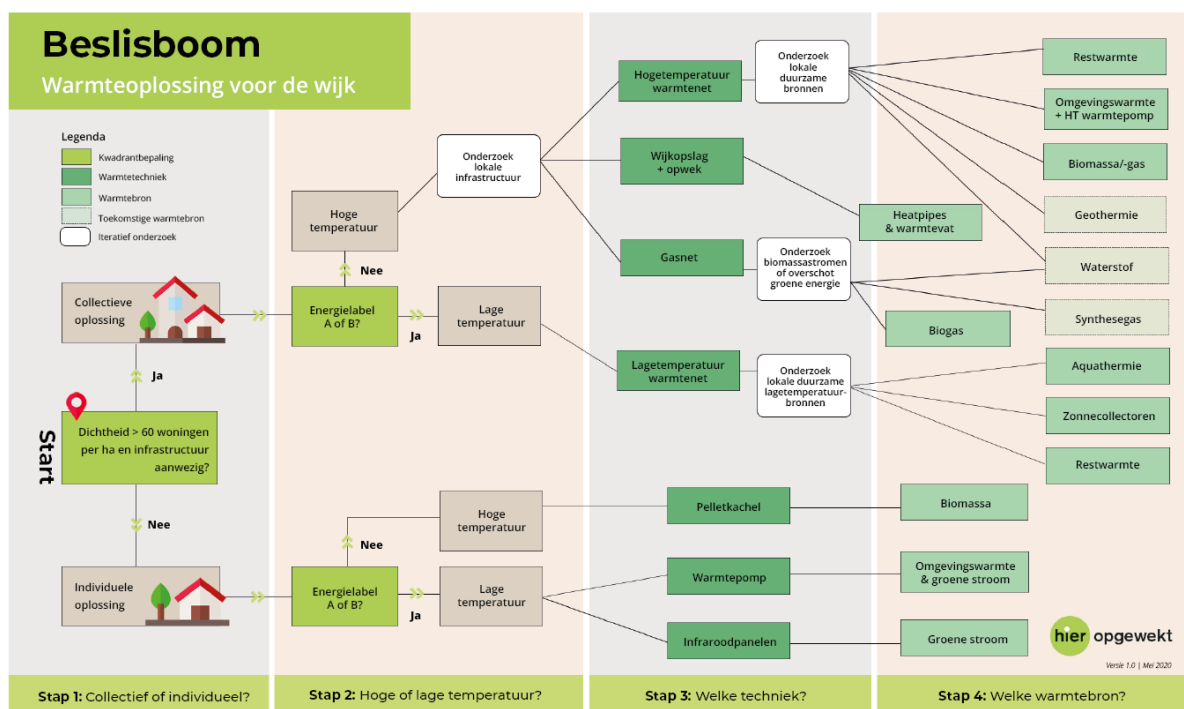
Ik zou sowieso geen biomassa of biogas doen. Daar komt steeds meer kritiek op. Het geeft veel uitstoot en veel bomen moeten terug geplant worden. Eerst focusten gemeenten zich hier wel op, nu steeds minder.

Deze woningen zijn wellicht interessant voor een lage temperatuur.

Waterstof lijkt me ook niet geschikt, dit wordt voornamelijk voor industrie gebruikt waar ze een hoge temperatuur nodig hebben.

Restwarmte kan wel interessant zijn, houdt er dan wel rekening mee dat er verschillende soorten bronnen zijn.

Wat is mis is de all-electric optie. *Deze staat alleen bij de individuele oplossingen.* Je zou kunnen overwegen om de woningen een warmtepomp te geven met energie die op de daken van De Waard wordt opgewekt. Je zou de bedrijven dan met iets anders kunnen verwarmen en dan energie uitwisselen.



8. Voor dit gebied willen we ons gaan focussen op de volgende technieken: restwarmte, geothermie, aquathermie en zonnecollectoren. Wat vind jij van deze selectie?

Er is geen beste manier. Er is niet 'one way to go'. De meest passende oplossing is afhankelijk van de doelstelling, geld en effecten van de gekozen weg.

Als je bijvoorbeeld binnen nu en 5 jaar een redelijk rendement wilt halen is waarschijnlijk het implementeren van warmtepompen op Waardeiland en zonnepanelen op het bedrijventerrein de beste optie. Maar misschien willen de bewoners wel geen luchtwarmtepomp omdat deze lawaai maakt. Dit geeft dan weer een andere situatie.

Het voordeel van een advies op langere termijn is de mogelijkheid om voor een innovatief product te kiezen. Het is dan misschien handig om verschillende 'routes' uit te schrijven. Wat betekent het implementeren van deze techniek precies? Wat moet er geregeld worden? Wat moet er precies gedaan worden?

Ook is het misschien goed om de CO<sub>2</sub>-reductie aan te geven, hoe duurzaam is de techniek.

Ik mis trouwens wel de bodembron. Geothermie is een stuk dieper in de aarde, maar dit zie ik de komende vijf jaar nog niet gebeuren. Dit is niet heel realistisch voor dit gebied aangezien je dan ook alle straten open zou moeten breken voor het aanleggen. Een bodembron is dan interessanter, vooral binnen het tijdsbestek, ook de terugverdientijd meegenomen. Het is ook een redelijk bekende techniek.

## 14. Bijlage F | Voorbeeld Projecten

De pagina 'Aardgasvrije bouw' van de website [Podium duurzame gebouwen](#), geeft op een kaart projecten weer die verschillende technieken gebruiken. Zo ook de vier technieken besproken in dit onderzoek.

### Voorbeeldprojecten Restwarmte

De voorbeeldprojecten uit Tabel 18 zijn overgenomen van (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014). [Hier](#) is meer informatie te vinden over deze projecten.

| Project                                                               | Bron                    | Afnemers                                 | Warmte (TJ)      | Temp (C) |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|------------------|----------|
| Restwarmtekoppeling Moerdijk                                          | AVI AZN Essent          | Shell                                    | 2.720            | 318-400  |
| Melkpoederfabriek in Beilen verwarmt                                  | DOMO                    | Zwembad de Peppel, G.A. De Ridderschool  | 20               | 40-65    |
| Verzorgingstehuis in Leeuwarden krijgt restwarmte                     | RWZI Wetterskip Fryslan | Verzorgingstehuis, Greunshiem            | 2                | 70       |
| Warmtenet Maastricht draait op restwarmte papierfabriek               | Sappi Maastricht        | Warmtenet Maastricht                     | 22,9 + 8,7 koude | 90       |
| Stoomgrid Delfzijl zorgt voor stoom en warmte                         | AVI EEW                 | Industrieterrein aangesloten op stoomnet | 2.800            | 210-290  |
| Diervoederproducent levert warmte                                     | Van Tuijl               | Bedrijventerrein Kesteren                | 6,5              | 85       |
| Kunstmestfabriek lever restwarmte én CO <sub>2</sub> aan glastuinbouw | Yara                    | Glastuinbouwgebied Kanaalzone            | 1.814            | 90       |

Tabel 18: Voorbeeldprojecten restwarmte

### Voorbeeldprojecten bodemenergie

De voorbeeldprojecten uit Tabel 19 zijn overgenomen van (Expertise Centrum Warmte, 2021). Een link naar verdere informatie is te vinden in de derde kolom van de tabel.

| Project                       | Afnemers                              | Link                 |
|-------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Oosterdokseiland in Amsterdam | Woningen, kantoren en andere gebouwen | <a href="#">Link</a> |
| De Bilt                       | Bestaand appartementencomplex         | <a href="#">Link</a> |

Tabel 19: Voorbeeldprojecten bodemenergie

### Voorbeeldprojecten aquathermie

De Unie van Waterschappen heeft een [publicatie uitgebracht met 13 voorbeeldprojecten](#) van TEO. Daarnaast heeft STOW een [publicatie uitgebracht met 11 voorbeeldprojecten](#) van TEA.

### Voorbeeldprojecten zonthermie

In Tabel 20 zijn voorbeelden projecten van zonthermie gegeven. Deze zijn afkomstig van (Ministerie van Economische Zaken - Agentschap NL, 2012) en (Expertise Centrum Warmte, 2020).

Het project van Tesselaar Freesia maakt ook gebruik van een WKO.

| Project                          | Afnemers                 | Link                 |
|----------------------------------|--------------------------|----------------------|
| <b>Tesselaar Freesia</b>         | Freesiakwekerij (kas)    | <a href="#">Link</a> |
| <b>Beijum</b>                    | Bestaande woningen       | <a href="#">Link</a> |
| <b>De Bloesemgaerde – Wognum</b> | Multifunctioneel complex | <a href="#">Link</a> |
| <b>SunCity Eindhoven</b>         | Bestaande woningen       | <a href="#">Link</a> |

Tabel 20: Voorbeeldprojecten zonthermie

## 15. Bijlage G | Gebiedsanalyse Webviewer Aquathermie

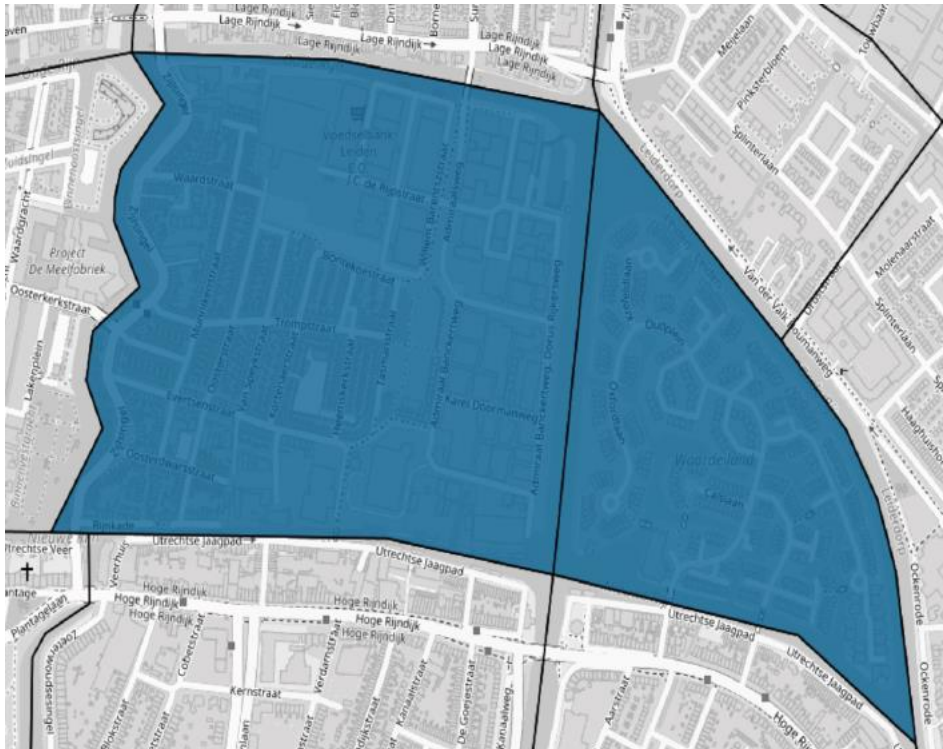
Deze rapportage geeft de resultaten weer van een gebiedsanalyse thermische energie uit oppervlaktewater. Deze analyse is uitgevoerd met behulp van de online Webviewer Aquathermie.

Het volgende scenario is doorberekend:

|                     |               |                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Onttrekkingsregime: | Standaard (1) | Warmtewinning als de watertemperatuur boven de 15°C is. De watertemperatuur mag tot minimaal 12°C worden afgekoeld. De warmteonttrekking mag (bij hogere watertemperaturen) maximaal tot een daling van 6°C van de watertemperatuur leiden. |
| Warmtecapaciteit:   | Gemiddeld     | De gemiddelde watertemperatuur over periode van 30 jaar                                                                                                                                                                                     |
| Warmtenetcriterium: | Ja            | Alleen buurten die voldoen aan het criterium worden in de analyse meegenomen.                                                                                                                                                               |
| Afstand:            | 5.000         | Maximale afstand tussen buurt en watergang                                                                                                                                                                                                  |

Deze gebiedsanalyse laat de TEO-potentie in het geselecteerde gebied zien waarbij rekening wordt gehouden met meerdere onttrekkingen uit dezelfde watergangen. De watergangen zijn opgedeeld in segmenten. Per buurt wordt automatisch gezocht naar het segment van een watergang dat het dichtstbij ligt.

Als er meerdere buurten uit hetzelfde segment onttrekken, wordt de beschikbare warmte evenredig verdeeld over die buurten, naar rato van de warmtevraag.



Onderstaande tabel geeft de getallen weer die bij het kaartbeeld horen. Voor alle buurten in het geselecteerde gebied is de jaarlijkse warmtevraag weergegeven. Daarnaast is ook de jaarlijkse hoeveelheid warmte weergegeven dat in dit scenario voor een buurt is gewonnen. Dit is uitgedrukt in een percentage van de warmtevraag van de buurt.

| Buurt       | Jaarlijkse wamtevraag*<br>[GJ/jaar] | Jaarlijkse hoeveelheid<br>gewonnen warmte<br>[GJ/jaar] | Deel van de warmtevraag<br>die door TEO wordt<br>geleverd [%] |
|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| De Waard    | 40.749                              | 42.526                                                 | > 100                                                         |
| Waardeiland | 22.509                              | 26.786                                                 | > 100                                                         |
| Totaal      | 63.257                              | 69.312                                                 | 100,00                                                        |

\*Voor de buurten die niet voldoen aan het ingestelde criterium voor warmtenet of WKO wordt de warmtevraag automatisch op nul gezet, zodat ze niet worden meegenomen in de warmtetoedeling. Tot slot is in onderstaande tabel weergegeven uit welke watergang(en) een buurt de warmte haalt.

| Buurt    | Watergangen | Afstand [middelpunt<br>buurt, rand water]<br>[m] | Jaarlijkse<br>warmteonttrekking<br>[GJ/jaar] | Deel van de<br>warmtevraag [%] |
|----------|-------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|
| De Waard | Nieuwe Rijn | 263                                              | 13.376                                       | 32.83 %                        |
|          | Nieuwe Rijn | 266                                              | 8.166                                        | 20.04 %                        |
|          | Nieuwe Rijn | 267                                              | 19.206                                       | 47.13 %                        |

|             |                            |     |       |         |
|-------------|----------------------------|-----|-------|---------|
| Waardeiland | naam watergang<br>onbekend | 8   | 27    | 0.12 %  |
|             | naam watergang<br>onbekend | 8   | 586   | 2.60 %  |
|             | naam watergang<br>onbekend | 9   | 6.080 | 27.01 % |
|             | naam watergang<br>onbekend | 71  | 3.439 | 15.28 % |
|             | naam watergang<br>onbekend | 82  | 765   | 3.40 %  |
|             | naam watergang<br>onbekend | 88  | 34    | 0.15 %  |
|             | naam watergang<br>onbekend | 104 | 6.600 | 29.32 % |
|             | naam watergang<br>onbekend | 130 | 61    | 0.27 %  |
|             | naam watergang<br>onbekend | 135 | 4.916 | 21.84 % |

## 16. Bijlage H | Entiteit voorbeeldprojecten

---

Hieronder worden een aantal voorbeeldprojecten en specifieke entiteiten besproken.

Het onderzoek van (Platform 31 i.s.m. HierOpgewekt, 2019) richt zich op coöperaties en geeft hier meerdere voorbeelden van. Bijvoorbeeld in Drimmelen zijn projecten voor verschillend technieken in ontwikkeling (windmolens, zonnepark, TEO en geothermie). Hiervoor is een coöperatie opgezet: Traais Energie Collectief (TEC). De coöperatie heeft een projectorganisatie met het EnergieFonds Brabant: de Brabantse Energie Werken (BEW) welke alle voorfinanciering regelt. Door middel van prioritaire terugbetaling uit de opbrengsten van het project wordt TEC stapsgewijs eigenaar van de assets. De gemeente is pas in een later stadium betrokken om een politieke lading te voorkomen. Dit was mogelijk aangezien de coöperatie niet afhankelijk was van gemeentelijke financiering.

In Wageningen is een coöperatie opgezet genaamd Coöperatie Warmtenet Oost Wageningen (WOW) welke volledig uit bewoners bestaan. De gemeente heeft een ondersteunende rol (kennis en financieel) en de coöperatie werkt samen met de provincie (d.m.v. deelname aan het Gelders Energie Akkoord). De coöperatie heeft met behulp van een openbare procedure een commerciële partner gekozen als warmtepartner, namelijk Kelvin/Groendus. Deze zal de warmte realiseren en exploiteren (HierOpgewekt, 2021) (WOW, 2021).

De auteurs van (AKD i.s.m. BNG bank i.s.m. investNL, 2021) adviseren om zogenaamde Regionale Warmtebeheer Bedrijven (RWB) op te zetten. Deze paper specificeert zich op warmtenetten, wat voor elk van de technieken in hoofdstuk 5 van toepassing is. Het RWB is regionale opererende entiteit gericht op de realisatie van de warmtetransitie. Het kerndoel is het beschermen van bewoners- en publieke belangen. In samenwerking met publieke en private partijen ontwikkelt, realiseert en exploiteert het RWB het warmtetransitie project. Een RWB opereert op regionaal niveau.

Een andere entiteit die wordt geopperd in de situatie van meerdere afnemers of onvoldoende rendabiliteit voor het afnemende bedrijf is Energy Service Company (ESCo) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015). Deze kan bestaan uit commerciële marktpartijen of een samenwerking tussen publieke en private partijen (warmtebedrijf).

Volgens de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland is het (voor een restwarmte project) verstandig om het project in een aparte entiteit te plaatsen (veelal een Special Purpose Vehicle (SPV)). Hierdoor is het niet een bedrijf maar het project zelf dat de financiering aantrekt. Het belangrijkste kenmerk van deze projectfinanciering is dat het project wordt losgekoppeld van andere activiteiten van de eigenaren. Dit zal de risico's voor sponsoeren en financiers inperken (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014).