

# BIJLAGEN

Bij de Transitievisie Warmte

Februari 2021



# Inhoudsopgave

Bijlage 1: Totstandkoming uitgangspunten.....	3
Bijlage 2: Potentie warmtebronnen en technieken.....	4
Bijlage 3: Marktrijpheid technieken.....	12
Bijlage 4: Bouwjaren en energielabels per pand in Twenterand .....	13
Bijlage 5: De energiemix in Twenterand .....	15
Bijlage 6: Drinkwatergebieden (Kaart) .....	16
Bijlage 7: Vergelijking met de startanalyse .....	17
Bijlage 8: Cegoia kaarten Twenterand .....	19
Bijlage 9: Kaart bij routekaarttabel .....	20
Bijlage 10: Indicatie kosten WKO.....	21
Bijlage 11: Energiebesparing en isolatie .....	22
Bijlage 12: Illustratieve routekaart voor hybride warmtepompen.....	24
Bijlage 13: Resultaten woonwensenonderzoek SIR 2020.....	25



## Bijlage 1: Totstandkoming uitgangspunten

### De totstandkoming van de uitgangspunten

Een eerste aanzet tot de uitgangspunten is gemaakt tijdens de sprintsessie die plaatsvond in het najaar van 2019. Tijdens de sprintsessie zijn de stakeholders in gesprek gegaan over wat zij belangrijke elementen vinden in het kader van de warmtetransitie waarbij doelen, zorgen en wensen aan bod kwamen. Uit de sprintsessie kwamen onderstaande criteria naar voren.

- **Betaalbaar** voor inwoners: iedereen kan meedoen en er is een eerlijke kostenverdeling
- **Betrouwbaar** en toekomstbestendig: de alternatieve warmtebron is betrouwbaar en beschikbaar in alle weersomstandigheden en ook in de toekomst wanneer het elektriciteitsnet bijvoorbeeld steeds zwaarder belast wordt
- **Keuzevrijheid** voor woningeigenaren: gebouweigenaren en bewoners worden altijd betrokken bij de keuze voor de warmtevoorziening in hun buurt of deelgebied
- **Samenwerken** van gemeente met inwoners, ondernemers en partnerorganisaties: we gaan samen aan de slag
- **Duidelijkheid**: we informeren op zorgvuldige en transparante wijze
- Inwoners kunnen **meepraten en meedenken**
- Een **realistisch en planbare aanpak**: stap voor stap gaan we aan de slag en al doende leren we

- Een **flexibele** warmtevisie: een visie die niet alles vastlegt in een eindbeeld, maar al gaandeweg kan worden aangepast
- **Gezond en veilig**: de overgang op alternatieve warmtebronnen verloopt veilig.
- **Duurzaam**: met aandacht voor CO2-reductie en de Trias Energetica<sup>1</sup>
- **Werk met werk maken**: we koppelen werkzaamheden en kansen om overlast en kosten te beperken

### De uitgangspunten voor Twenterand

In november 2020 vond de warmtetafel plaats, een sessie waarin de stakeholders gezamenlijk in gesprek zijn gegaan over de criteria bij de routekaart. De criteria helpen bij het bepalen wanneer en op welke alternatieve warmtebronnen de gebieden overgaan waar geen concrete technische aanleiding gevonden is. De vier uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 2 kwamen daar als meest relevant naar voren.

---

<sup>1</sup> 1. Beperk de energievraag door rendabel te isoleren; 2. Gebruik duurzame energie; 3. Kies meest efficiënte energievoorziening.



## Bijlage 2: Potentie warmtebronnen en technieken

Wanneer we kijken naar de warmte-alternatieven voor aardgas kunnen we deze onderverdelen naar temperatuurniveau. Warmtebronnen met een temperatuur onder de 40°C noemen we laagtemperatuur warmtebronnen. Deze warmte zal met een warmtepomp opgewaardeerd moeten worden om een woning mee te verwarmen. Warmtebronnen met een temperatuur boven de 70°C noemen we hoogtemperatuurbronnen. Deze bronnen kunnen rechtstreeks in de woning toe worden gepast. Warmtebronnen tussen deze temperatuurniveaus in, noemen we mid-temperatuurbronnen. Het is afhankelijk van de isolatiegraad van de woning of deze warmte rechtstreeks of via een warmtepomp ingezet kan worden.

Het vastgestelde potentieel van de laagtemperatuurbronnen in de volgende paragrafen is de warmte die de bron leveren kan in combinatie met een warmtepomp. Voor aquathermie, ondiepe geothermie, WKO en (laag- of mid-temperatuur) restwarmte is uitgegaan van de toepassing met hoogtemperatuur collectieve warmtepompen omdat dit de meest voorkomende combinatie is<sup>2</sup>. Het potentieel van de bodemlus (ondiepe bodemwarmte) is berekend op de toepassing met een individuele warmtepomp.

### 1. Omgevingswarmte

Met omgevingswarmte bedoelen we de warmte in de buitenlucht. Luchtwarmtepompen onttrekken warmte uit de buitenlucht en waarden deze warmte elektrisch op naar een temperatuur van

---

<sup>2</sup> Voor de hoogtemperatuur warmtenet varianten is 20% aan (duurzaam)gas gerekend voor het opvangen van de piekvraag. Voor de laagtemperatuur varianten is 20% aan elektriciteit gerekend voor tapwater verwarming.

minimaal 40°C. Dit doet het onder een gunstig rendement; gemiddeld levert één deel elektriciteit, drie tot vier delen warmte op. Voor de luchtwarmtepomp neemt dit rendement af bij koude winters. De warmte wordt afgegeven in de woning via lucht of water (radiatoren).

Bij een temperatuur van 40°C moet de woning goed geïsoleerd zijn om warmteverlies/-verval te beperken en ook bij koude winterdagen een comfortabel binnenklimaat te hebben. Voor alle nieuwbouwwoningen vanaf 2015 is de techniek, zonder aanvullende maatregelen, toepasbaar. Woningen die gebouwd zijn na 1992<sup>3</sup>, zijn met beperkte maatregelen geschikt te maken voor toepassing van deze techniek. Dit betekent veelal het vullen van de spouwmuur en het vergroten van de oppervlakte aan warmteafgifte doormiddel van vloerverwarming of grotere radiatoren of convectoren.

Wanneer een pand oud is en het gecompliceerd en duur is om te isoleren tot een label A, kan worden gekozen voor een hybride warmtepomp, waarbij de piekvragen met (duurzaam) gas worden ingevuld. Het pand blijft bij een hybride warmtepomp dus aangesloten op het gasnet. De energiebesparing met een hybridewarmtepomp is lager, maar de techniek kan een goede tussenstap zijn in de transitie naar aardgasvrij.

Voor de potentieberekeningen in dit rapport is aangenomen dat de piekvraag en tapwater verwarming respectievelijk met gas en elektriciteit wordt ingevuld (hybride). Dit aandeel aan energie staat in hoofdstuk 5.

*De potentie van omgevingswarmte is in principe ongelimiteerd.*

<sup>3</sup> In 1992 is in het bouwbesluit een isolatiewaarde (Rc 2,5 voor gevel, ramen en vloer) vastgelegd voor nieuwbouw.



## 2. Aquathermie

Aquathermie is het benutten van warmte uit water. Op dit moment zijn er technieken beschikbaar of ontwikkeling voor de benutting van warmte uit oppervlaktewater (TEO), warmte uit afvalwater (TEA) en warmte uit drinkwater (TED). Onderstaand wordt op deze drie warmtebronnen nader ingegaan.

### 2a TEO

Bij thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) wordt warmte onttrokken uit een rivier, kanaal of meer. In Nederland zijn open waterlichamen alleen in de zomer voldoende warm ( $>15^{\circ}$ ) om warmte aan te onttrekken. Er is daarom seizoenale opslag nodig om de warmte in de winter te kunnen gebruiken. Dit wordt veelal gedaan in een WKO-systeem (lees **Error! Reference source not found.**). Ook bij TEO wordt een warmtepomp gebruikt om de warmte op te waarden voordat het naar de woning gaat. TEO wordt meestal toegepast met een collectieve hoogtemperatuur warmtepomp en via een warmtenet naar de woningen/panden getransporteerd.

Omdat TEO dus vraagt om 1) een warmtenet vanaf de waterbron, 2) opslag, 3) een warmtepomp, en 4) een warmtenet naar de woning, is het een duur warmtealternatief. Alleen voor gebieden met hoge bebouwingsdichtheid en oude bebouwing waar geen andere hoogtemperatuurbron is, kan een hoogtemperatuur TEO warmtenet een goede optie zijn; in een dergelijk gebied is er geen ruimte is voor individuele systemen en de kosten van isolatie liggen vaak te hoog om met een laagtemperatuurtechniek te verwarmen. Daarnaast wordt warmte uit oppervlaktewater benut om de thermische balans in een WKO te realiseren door toevoeging van warmte uit oppervlaktewater. Bij TEO is de locatie van de warmtebron van groot belang. Deze kan niet te ver liggen van de afzet omdat er warmteverlies optreedt in het transport. Daarnaast is een grotere afstand ongunstig voor de businesscase door een toename in de infrastructurele

investeringskosten voor het warmtenet. Een afstand van 500 - 1000 meter is algemeen aanvaard.

In Twenterand zijn er enkele open wateren in Westerhaar-Oost en de Engbertsdijkvenen. De Engbertsdijkvenen is beschermd natuurgebied. De open wateren bij Westerhaar-Oost kunnen echter wel worden ingezet ten behoeve van TEO. De warmte moet dan in Westerhaar afgezet kunnen worden.

*De theoretische potentie aan thermische energie uit oppervlaktewater in Twenterand is 160 TJ, dit staat gelijk aan ongeveer 3.600 woningen (STOWA, 2018). Hierbij is de limiterende factor van opslagcapaciteit (WKO of buffervat) niet meegenomen. Deze potentie is voldoende om de nabijgelegen buurten Vriezenveensewijk en Westerhaar geheel in warmte te voorzien.*

### 2b TEA

Bij thermische energie uit afvalwater wordt - zoals de naam doet vermoeden - warmte onttrokken aan afvalwater. Er zijn verschillende bronnen van afvalwater waarvan de grootste ons rioolsysteem. De warmte kan op verschillende plekken gewonnen worden zoals rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI), pompgemalen of rioolbuizen of bij de bron zelf zoals een productiebedrijf. TEA lijkt in vele opzichten op TEO maar onderscheidt zich op één belangrijk punt: de temperatuur van het afvalwater is veel stabielere gedurende het jaar - 12 graden in de winter tot 20 graden in de zomer bij de RWZI. Dit betekent dat opslag geen vereiste is. Korte termijn opslag is vaak wel een vereiste wanneer de momenten van afvalwaterproductie niet overeenkomen met de momenten van warmtevraag.

Er zijn drie rioolwaterzuiveringsinstallaties in Twenterand: Den Ham, Vroomshoop en Vriezenveen. Hiernaast zijn er twee gemalen met een (te) beperkte potentie. Met een potentie van 81 TJ per jaar (in



combinatie met een collectieve warmtepomp) levert de RWZI Vriezenveen de meeste warmte. De warmte van de RWZI kan met een collectieve warmtepomp worden opgewaardeerd en via een warmtenet naar de woningen worden getransporteerd. Met een dergelijk hoogtemperatuurwarmtenet kunnen de veelal oude panden in Vriezenveen en de lintbebouwing tussen Westeinde en Oosteinde worden verwarmd zonder dat de bewoners veel inspanning hoeven te treffen. Cogas en waterschap Vechtstromen hebben in opdracht van de gemeente onderzocht of deze warmte ingezet kan worden in Vriezenveen maar de businesscase blijkt niet haalbaar. Het is onwaarschijnlijk dat de RWZI in Den Ham of Vroomshoop wel een haalbare businesscase voor een TEA warmtenet oplevert aangezien de omstandigheden voor deze kernen soortgelijk of zelfs minder geschikt zijn voor een TEA warmtenet (lees omstandigheden in 3 Restwarmte).

*Gezien bovenstaande concluderen we dat er geen potentieel aan thermische energie uit afvalwater is in Twenterand.*

## **2c TED**

De laatste vorm van aquathermie is thermische energie uit drinkwater (TED). Dit is een nieuwe techniek die nog niet veel is toegepast. De potentie van TED per regio of de bijdrage die TED leveren kan aan de energietransitie is onbekend.

In Twenterand komt er een nieuw pompstation van Vitens bij Weitzelpoort. De potentie hiervan is onbekend maar zal naar waarschijnlijkheid beperkt zijn. Tot dusver houdt Vitens het winnen van warmte uit de drinkwaterbronnen nog af.

*Er is op het moment dus geen praktische potentie voor TED in de gemeente.*

## **3. Restwarmte**

Restwarmtebronnen komen in vele vormen en maten voor. Het is de warmte die "overblijft" na bijvoorbeeld een productieproces. Deze warmte kan zich bevinden in een gas of vloeibare stroom en de temperatuur verschilt per bron. Restwarmte wordt via een warmtenet getransporteerd naar de woningen. Restwarmte van een hoge temperatuur kan direct worden toegepast in woningen zonder gebruik van een warmtepomp en vraagt weinig tot geen aanpassingen in de woning. Dit is financieel dus een heel gunstig scenario (bij een voldoende hoge bebouwingsdichtheid). Bij een lagere temperatuur restwarmte moet deze eerst met een (individuele of centrale) warmtepomp worden opgewaardeerd. Een risico bij het gebruik van restwarmte is dat bij vertrek van het bedrijf, de bron dus ook verdwijnt. Niet alle bedrijven zijn bereid een overeenkomst aan te gaan m.b.t. levergarantie voor een specifiek aantal jaren.

Er zijn twee hoogtemperatuur restwarmtebronnen onderzocht door de gemeente: Veolia en Bakkerij Holland. Cogas heeft gekeken naar de restwarmte van Veolia, een kunststof producent, bij Vroomshoop. Aan de hand van een snelle studie van de bron is duidelijk geworden dat deze niet interessant is; het vermogen aan restwarmte is beperkt omdat een groot deel van de warmte al door het bedrijf zelf wordt teruggewonnen. Ook de potentie van de restwarmte van Bakkerij Holland in Vriezenveen blijkt na onderzoek kleiner dan ingeschat en niet interessant. Naast deze twee grotere restwarmtebronnen zijn er enkele laagtemperatuur restwarmtebronnen - zoals supermarkten - met beperkte capaciteit die alleen zeer lokaal kunnen worden ingezet.

*Zodoende kunnen we concluderen dat er in de gemeente geen potentie aan restwarmte is om in te zetten voor de gebouwde omgeving.*

## **4. Bodem- en aardwarmte**

Warmte uit de bodem kan met behulp van diverse technieken gewonnen worden, afhankelijk van de bodemgesteldheid en



beschikbaarheid van warmte. Onderstaand wordt op deze technieken ingegaan.

#### **4a Bodemlus**

Een bodemlus is een techniek om warmte te winnen uit de ondiepe boden 1 -100 meter diep. Hierbij wordt een gesloten buis de bodem in geboord, ofwel horizontaal, ofwel verticaal, en gevuld met een water en antivries mengsel. De vloeistof in de buis neemt de temperatuur over van de haar omgeving, de bodem. De bodemtemperatuur is gedurende het jaar betrekkelijk constant en rond de 12°C. Zo kan er met een bodemlus in de winter warmte worden gewonnen en in de zomer koude. Een warmtepomp waardeert de warmte op naar 40°C of hoger om de woning te verwarmen.

Een groot voordeel van een bodemlus gekoppelde warmtepomp t.o.v. een luchtwarmtepomp (zie 2.1) is dat het rendement hoger ligt en er in de zomer (passief) gekoeld kan worden, zonder elektriciteitsverbruik. Een nadeel van de techniek is dat er voor bestaande bouw vaak 2 bodemlussen per woning nodig zijn met een onderlinge afstand van 8 meter om interferentie te voorkomen. Dit vraagt om voldoende tuin oppervlak per woning. Daarnaast resulteert het boren van de buizen in het overhoop halen van de tuin, wat niet iedere bewoner wilt. Bodemlussen zijn een individuele techniek; voor hoogbouw, of industriegebieden met een grote warmtevraag zijn bodemlussen minder geschikt dan een open WKO-systeem, omdat de bodem dan overmatig aangeboord wordt (geperforeerd). Er zijn gebieden waar de bodem helemaal niet aangeboord mag worden en slechts tot een bepaalde diepte om vervuiling van drinkwaterbuffers te voorkomen.

*De potentie voor het toepassen van bodemlussen in Twenterand is in kaart gebracht door de provincie en is rond de 4.500 TJ, meer dan de warmtevraag van de gebouwde omgeving in Twenterand. De toepassing ervan wordt echter gelimiteerd door het benodigde tuinoppervlak per*

*woning en het gevraagde temperatuurniveau. Tussen Magele en Geerdijk en ten noorden van Vriezenveen tot aan Daarle mag de grond niet dieper dan 2 meter worden aangeboord.*

#### **4b WKO**

Bij warmte-koudeopslag wordt warmte en koude gewonnen uit afgesloten een waterpakket in de bodem op een diepte tussen de 100-500 meter en via een warmtenet getransporteerd naar de woningen/panden. Het temperatuurniveau is tussen de 8°C en 15°C. Het is gunstig wanneer de panden aangesloten op dit warmtenet zowel koude- als warmtevraag hebben. Bij een WKO-systeem moet namelijk evenveel warmte onttrokken worden aan de bodem als er in wordt teruggebracht. Is dit niet het geval dan raakt de bron uitgeput. Wanneer er een onbalans is tussen de warmte en koudevraag kan deze worden hersteld door warmte en/of koude toe te voegen uit een externe bron, bijvoorbeeld oppervlaktewater of elektrisch. Dit noemen we regeneratie. Als de benodigde regeneratie omvangrijk is, is een WKO-systeem minder rendabel. Hoe dichter de warmte- en koudevraag dus bij elkaar liggen, hoe gunstiger de businesscase. Bij goed beheer gaan WKO-systemen 30 jaar mee.

Een WKO warmtenet wordt dus toegepast daar waar een zowel een warmte- als koudevraag is. Dit geldt bijvoorbeeld voor kantoorpanden, verzorghuizen of hotels maar ook sommige industrie. Ook goed geïsoleerde nieuwbouwwoningen hebben een grotere koudevraag dan bestaande woningen. Maar het aandeel aan koudevraag t.o.v. warmte blijft klein.

*Het potentieel voor WKO in Twenterand is in kaart gebracht door de provincie en is groter dan de gemeentelijke warmtevraag voor de gebouwde omgeving. De toepassing wordt echter bepaald door de financiële rendabiliteit van het systeem. Tussen Magele en Geerdijk en ten noorden van Vriezenveen tot aan Daarle ligt en komt respectievelijk*



*een drinkwaterbeschermingsgebied. Hier mag de grond niet dieper dan 2 meter worden aangeboord.*

#### **4c Ondiepe geothermie**

Ondiepe geothermie is het boren tot een diepte tussen de 500 en 1.500 meter. Op deze diepte wordt grondwarmte onttrokken met een temperatuur tussen de 15°C en 40°C. Wanneer het water 40°C is, kan de warmte via een warmtenet rechtstreek worden gebruikt voor het verwarmen van goed geïsoleerde woningen i.c.m. individuele boilers voor het tapwater. Bij andere temperaturen of woningtypen zal de warmte eerst opgewaardeerd worden met een (centrale) warmtepomp. In tegenstelling tot een WKO-systeem hoeft er bij ondiepe geothermie geen balans te zijn in de koude- en warmteonttrekking.

Omdat ondiepe geothermie hoge investeringskosten vraagt, is er een minimale gegarandeerde afzet nodig om de techniek financieel haalbaar te laten zijn. Voor ondiepe geothermie is de minimale schaalgrootte tussen de 1.000 en 2.500 woningen afhankelijk van de bron diepte. Daarnaast is een hoge woningdichtheid (oftewel warmtevraagdichtheid) een vereiste om de kosten van het warmtenet te beperken. In deze analyse is de grens gesteld op een minimum van 40 woonequivalenten per hectare.

*De provincie Overijssel heeft onderzoek gedaan naar het theoretisch potentieel van ondiepe geothermie in Twenterand. De formatie van Brussel (gesteentepakket) heeft de hoogste potentie in dit gebied en kan 400 TJ in totaal leveren, dit is een potentie van 25 GJ per hectare. Geen van de kernen in Twenterand heeft echter een adressendichtheid van 40 of hoger. Dit betekent dat er geen praktisch potentieel is voor ondiepe geothermie in Twenterand omdat het financieel niet haalbaar is.*

#### **4d Diepe (en ultradiepe) geothermie**

Wanneer er nog dieper wordt geboord spreekt men van diepe geothermie (1.500 tot 4.000 meter) en ultra diepe geothermie (dieper dan 4.000 meter). Diepe geothermie wordt al langer toegepast in sectoren met een continue, hoge warmtevraag zoals de glastuinbouw en kan temperaturen leveren tot 100°C (stoom).

Net als bij ondiepe geothermie, is een minimale afzet een vereiste voor het ontwikkelen van een geothermische boring. Woningen lenen zich al minder voor deze techniek omdat de warmtevraag sterk fluctueert tussen de zomer en winter. Voor een geothermische boring wordt in het algemeen uitgegaan van een minimale afzet van 4.000 tot 5.000 woningen. Omdat er veel verlies optreedt in transport en een hoogtemperatuur warmtenet duur is, moeten deze woningen dicht bij elkaar en dicht bij de bron staan. Een serie van galerijflats in een stadscentrum is dan ook het meest gunstige scenario voor het toepassen van geothermie voor woningen (40-50 woningen per hectare).

*Omdat de minimale schaalgrootte niet bereikt kan worden in Twenterand, is het potentieel voor diepe en ultradiepe geothermie nul.*

### **5. Biomassa**

Vaste biomassa zoals hout gebruiken voor het verwarmen van woningen is omstreden. Het is een goedkope optie (bij resthout en snoeiafval) en levert hoogtemperatuur warmte maar er komt fijnstof en CO<sub>2</sub> vrij bij verbranding. Er zijn vraagtekens over het effect op de CO<sub>2</sub>-uitstoot door biomassa: op papier is dit energieneutraal, maar onder andere het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) en de KNAW (Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen) waarschuwen dat





biomassa in de praktijk een grotere uitstoot dan kolen kan hebben, met name als niet alleen snoeiafval wordt verbrand.<sup>4</sup>

Daarnaast is er in Nederland veel te weinig biomassa beschikbaar om in onze warmtevraag te kunnen voorzien. Met name in stedelijk gebied is het zeer de vraag waar de biomassa vandaan komt. Bij het ontwikkelen van een biomassa centrale is het dan ook van groot belang dat over een lange periode een toestroom van lokale restbiomassa gegarandeerd kan worden. Zo moet voorkomen worden dat er biomassa uit andere landen moet worden gehaald of minder duurzame biomassa wordt gebruikt.

In Twenterand wordt de aquatische biomassa en het snoeiafval uit de Engbertsdijkvenen al door Staatsbosbeheer afgevoerd naar biomassacentrale de Purmer in Purmerend. Hiernaast heeft de gemeente biomassa afkomstig van huishoudelijk snoeiafval. Dit kan apart worden ingezameld om ofwel lokaal in een biowarmtecentrale, ofwel in individuele houtkachels te gebruiken.

*Het geschatte potentieel aan warmte uit huishoudelijk snoeiafval in Twenterand is 22 TJ (Georegister 2010, met een correctiefactor van 0,5). Met houtkachels kunnen hiermee rond de 500 woningen worden verwarmd. Dit is een schatting gebaseerd op een verouderde bron bij gebrek aan meer recente informatie. Bij voorgenomen gebruik van biomassa moet realistisch gekeken worden naar de wenselijkheid van het gebruik van deze bron.*

<sup>4</sup> Zie onder andere Visiedocument KNAW (2015), *Biobrandstof en hout als energiebronnen - Effect op uitstoot van broeikasgassen*, en PBL (2013), *Climate effects of wood used for bio-energy*.-- KNAW heeft bevestigd dat rapport ook in 2020 nog steeds relevant is.

## 6. Groengas

Biogas is het gas dat vrijkomt bij de vergisting van natte biomassa zoals mest en GFT afval. Biogas zelf kan niet worden gebruikt met onze huidige apparatuur omdat er naar ratio te veel koolstofdioxide, stikstof en zwaveloxiden in het gas zitten. Deze kunnen worden verwijderd om zo biogas om te zetten naar groengas: gas dat 1:1 aardgas kan vervangen. Dit opwaarderen van biogas naar groengas kost ongeveer 5% van de energetische waarde van het totale volume aan groengas en de kosten van een dergelijke installatie zijn hoog. Maar hiermee kan het gas worden gebruikt in onze bestaande aardgasleidingen, wat logischerwijs vele voordelen oplevert.

Het aanbod aan biogas is op dit moment zeer beperkt en zal volgens de sector in 2030 ongeveer 5% van onze huidige gasconsumptie kunnen vervullen.<sup>5</sup> Dit stelt de grootste discussie rondom groengas aan de kaak: moeten we dit gas in willen zetten voor de gebouwde omgeving? Met de energietransitie (en een stijgende CO<sub>2</sub> belasting) zal straks ook de industrie, die nu aardgas gebruikt voor ondervuring of als grondstof, een alternatief gaan zoeken. En ook mobiliteit is een sector waar biogas goed gebruikt kan worden: zwaar transport is nog steeds moeilijk te verwezenlijken met een elektrische motor. Deze sectoren hebben weinig tot geen alternatieven omdat zij de hoge ontbranding van gas nodig hebben. Woningen daarentegen kunnen al verwarmd worden met een temperatuur van 40°C. Het is daarom de vraag of het verstandig is om deze beperkte bron nu al in zijn geheel te reserveren voor de gebouwde omgeving. De invloed van een verhoogde vraag naar biogas vanuit de industrie kan ook gevolgen hebben voor de marktprijs van biogas waardoor dit straks niet meer betaalbaar is voor woningeigenaren.

<sup>5</sup> *Green gas Roadmap Netherlands, Juli 2014. De geraamde hoeveelheid is het equivalent van 2,2 miljard m<sup>3</sup> aardgas. Woningen en de industrie gebruiken allebei ongeveer 20 miljard m<sup>3</sup> aardgas per jaar, samen ruim 40 miljard m<sup>3</sup>.*



Groengas nú inzetten via het bestaande aardgasnet als transitiewarmtebron is wel een goede keuze. Idealiter in combinatie met een hybride warmtepomp. Dit maakt het mogelijk om woningen die zich niet in één keer laten verduurzamen, of waarvoor er nu nog geen betaalbare warmtetechnieken zijn, toch van het aardgas af te halen en de warmtepomp vermindert het totale energieverbruik.

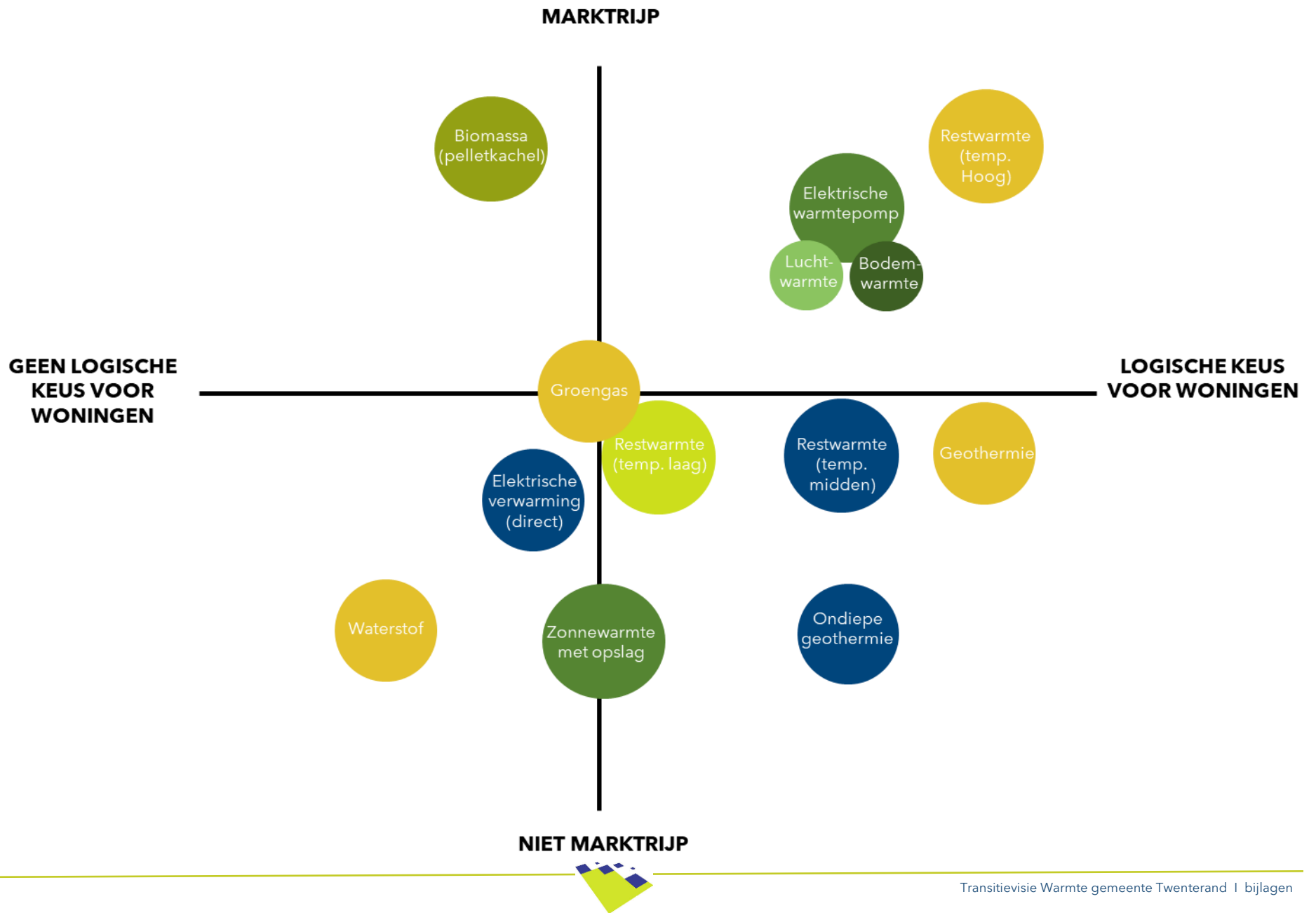
*In Twenterand is het geschatte potentieel aan groengas 480 TJ (Georegister 2010, met een correctiefactor van 0,5). Wanneer dit groengas wordt gebruikt in een gasketel staat deze potentie gelijk aan 12.000 woningen. Dit is een schatting gebaseerd op een verouderde bron bij gebrek aan meer recente informatie. Het merendeel is afkomstig van akkerbouw reststromen.*



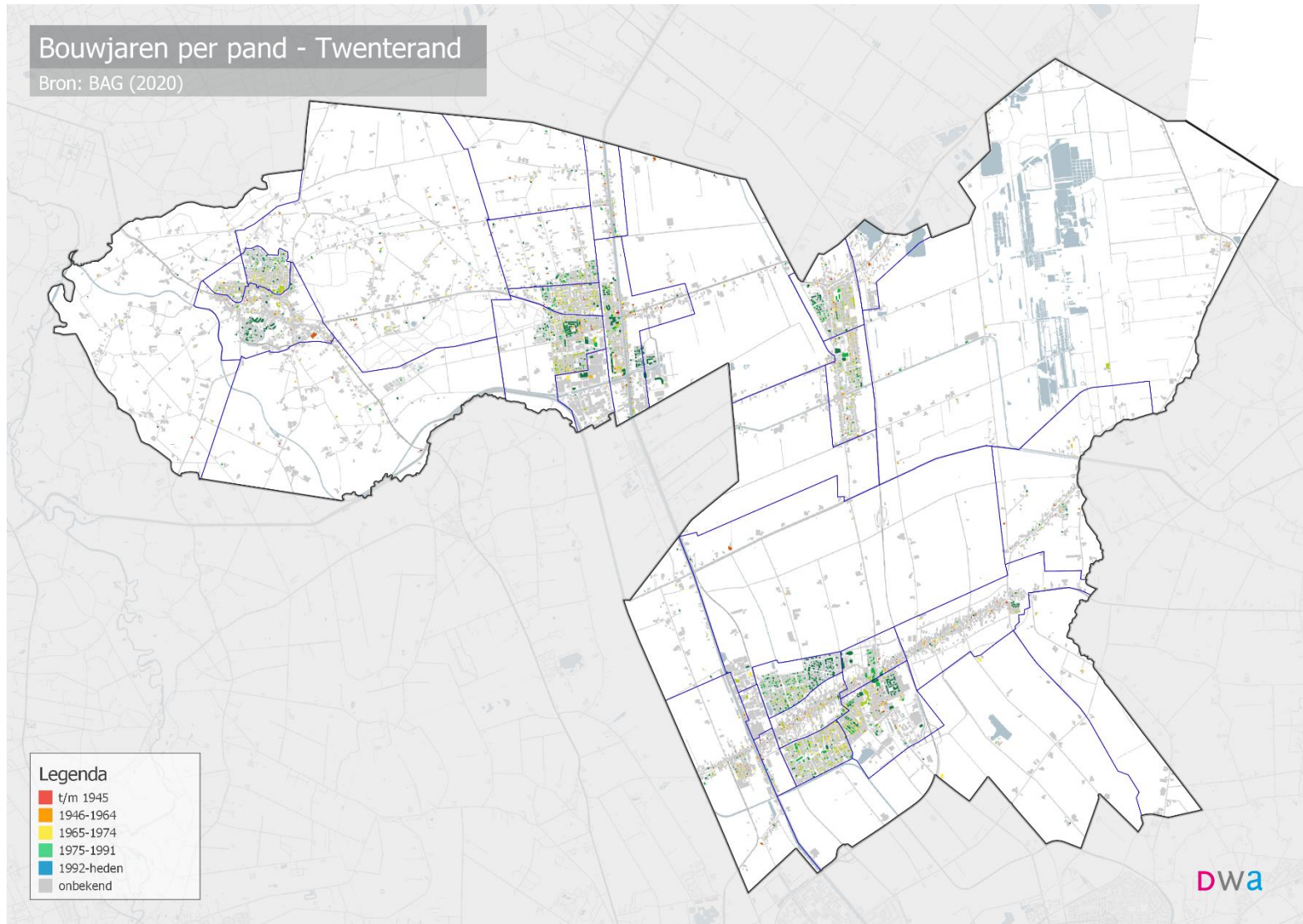
Warmtebron	Technisch potentieel in TJ/jaar	Potentieel in woningequivalenten huidig verbruik	Potentieel in woningequivalenten na rendabel isoleren	Toepassingsgebied	Databron
Omgevingswarmte (lucht)	Ongelimiteerd	>18.000	>18.000	Overal	n.v.t.
Thermische energie uit oppervlakte-water, TEO	160	3000	3.600	Alleen toepasbaar in Westerhaar	STOWA
Thermische energie uit afvalwater, TEA	0	0	0	n.v.t.	Cogas en Waterschap Vechtstromen
Restwarmte	0	0	0	n.v.t.	Cogas
Bodemlus	4.500	>18.000	>18.000	Overal behalve in het drinkwaterbeschermingsgebied Hammerfliet, ten noorden van Vriezenveen tot aan Daarle of bij hoogbouw	Provincie Overijssel
Warmte-koudeopslag	27.000	>18.000	>18.000	Daar waar zowel warmte- als koudevraag is, niet in het drinkwaterbeschermingsgebied Hammerfliet	Provincie Overijssel
Ondiepe geothermie	0	0	0	n.v.t.	Provincie Overijssel
Diepe geothermie	0	0	0	n.v.t.	DWA
Biomassa	22	500	700	Alleen in buitengebied	Georegister
Groengas	480	12.000	15.000	Daar waar geen goede alternatieven zijn	Georegister



### Bijlage 3: Marktrijpheid technieken

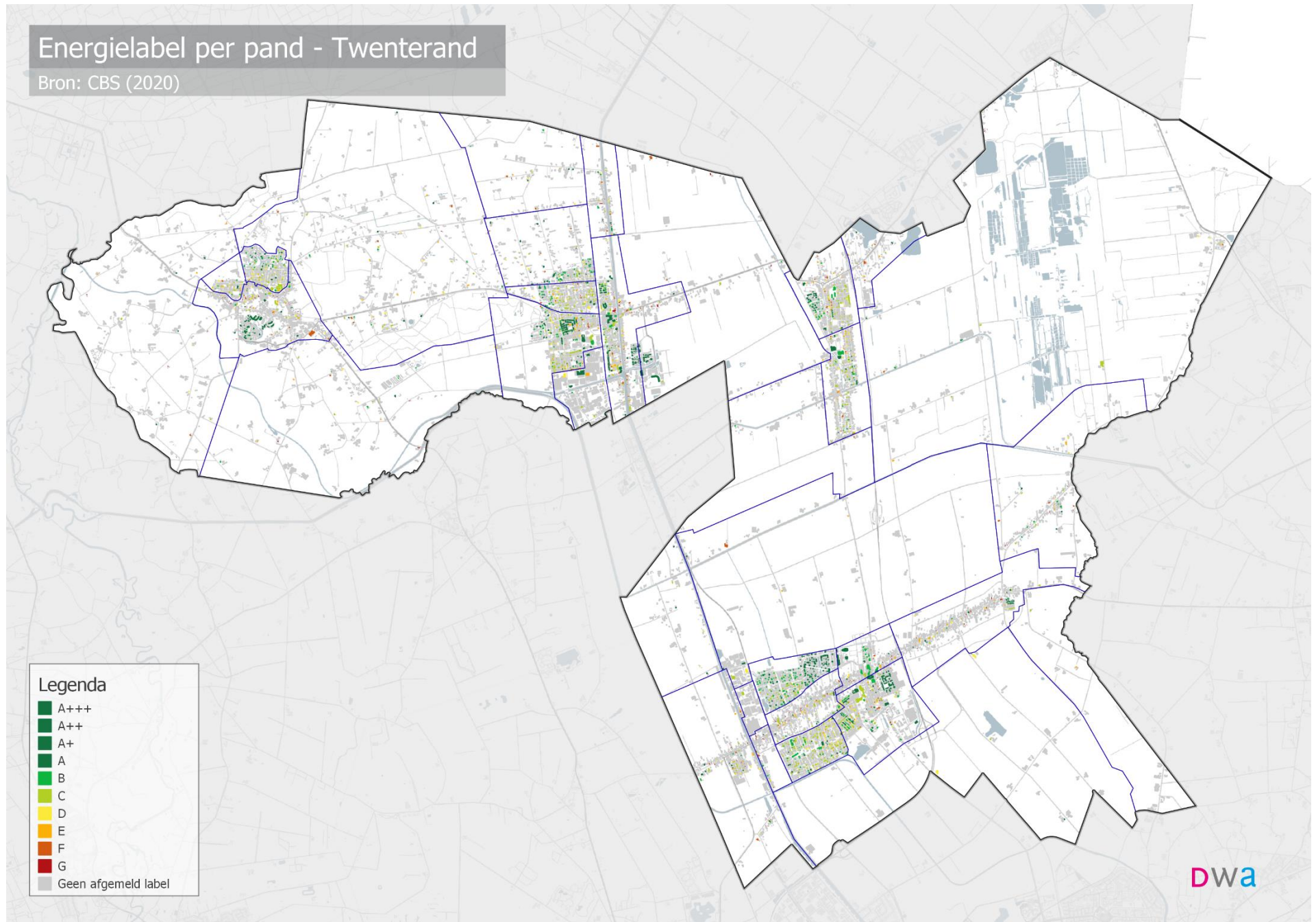


## Bijlage 4: Bouwjaren en energielabels per pand in Twenterand (kaarten)



# Energielabel per pand - Twenterand

Bron: CBS (2020)



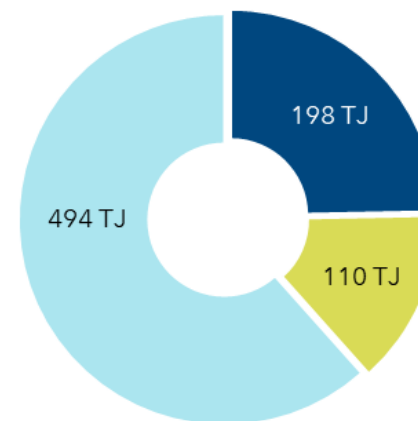
## Bijlage 5: De energiemix in Twenterand

Met de omschrijving van de aanwezige warmtebronnen in Twenterand in bijlage 2, is de inschatting in het figuur hiernaast gemaakt van de toekomstige energiemix, dat is de wijze waarop we in de toekomst onze gebouwen voorzien van warmte, anders dan aardgas. Hierbij is bij de techniekeuze voor all-electric/hybride mix aangenomen dat woningen gebouwd vóór 1992 overstappen op een hybride warmtepomp met duurzaam gas en woningen gebouwd ná 1992 verwarmd worden met een lucht- ofwel bodemgekoppelde warmtepomp.

Deze energiemix is afgestemd op de huidige warmtevraag van de gemeente. Het is wenselijk dat de woningen en panden in de gemeente worden geïsoleerd daar waar mogelijk. Dit kan de totale warmtevraag met circa 25% terugbrengen. Onderzoek in de komende jaren zal laten zien of dit inderdaad de energiemix is, of dat de potentie van bepaalde bronnen hoger of lager is.

Zoals het figuur laat zien, is voor invulling van de warmtevraag met elektriciteit circa 200 TJ aan elektriciteit nodig. Dit komt overeen met bijna 55.000 MWh. Voor de opwekking hiervan zijn 9 windturbines van 3 MW nodig of circa 200.000 zonnepanelen.

De energiemix in Twenterand



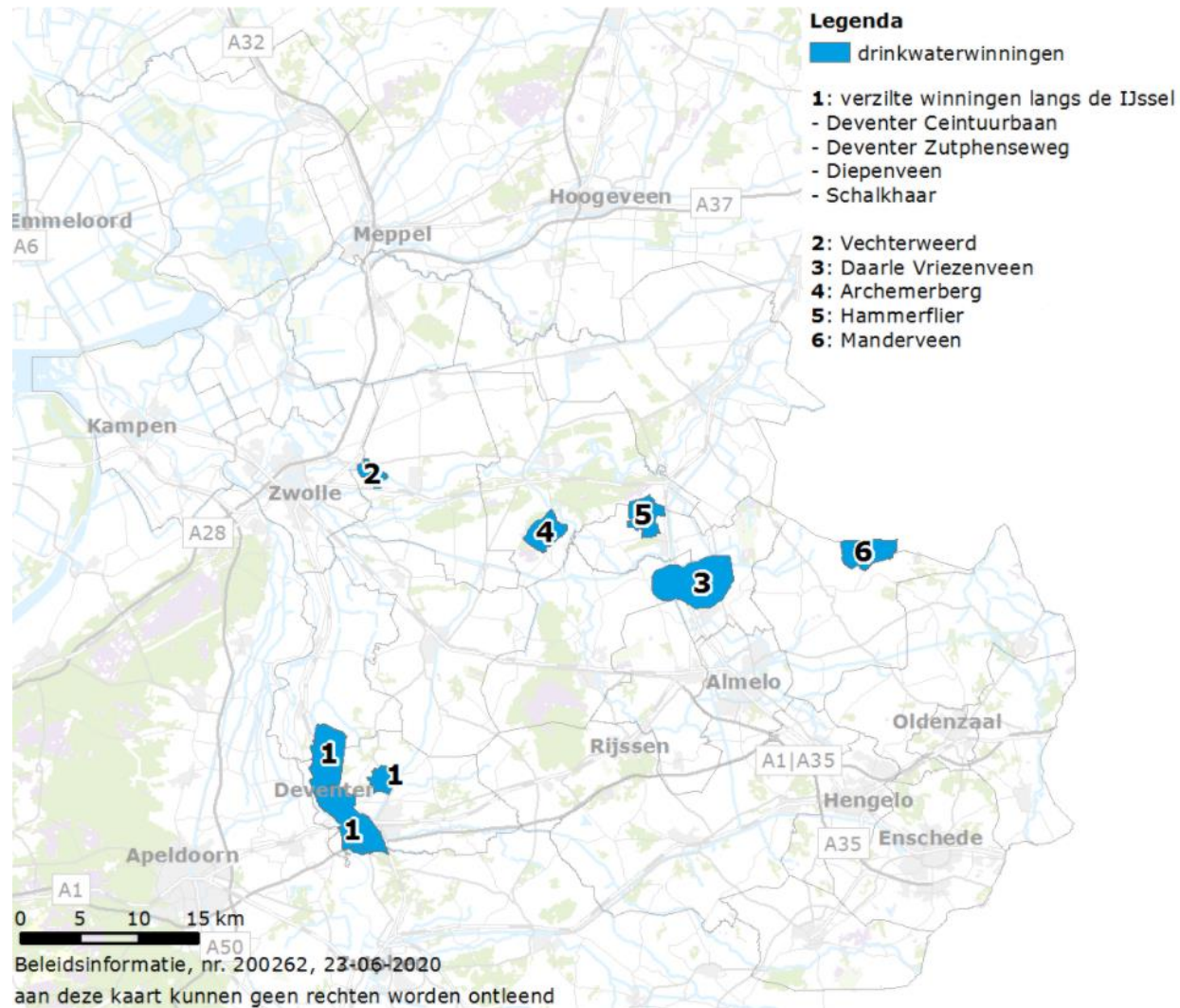
■ elektriciteit ■ duurzaam gas ■ omgevingswarmte/bodemwarmte

Figuur: de energiemix in Twenterand



## Bijlage 6:

### Drinkwaterbeschermingsgebieden



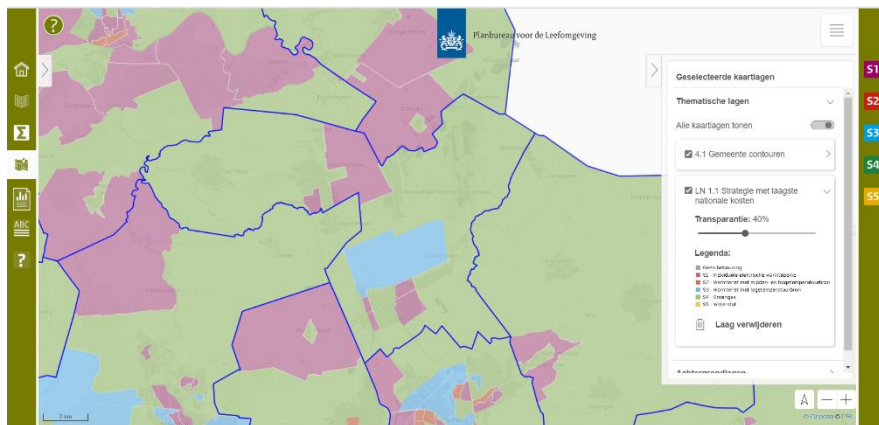


## Bijlage 7: Vergelijking met de startanalyse

Voor elke gemeente is door het Planbureau voor de Leefomgeving een analyse uitgevoerd welke techniek (door PLB strategie genoemd) de laagste kosten per vermeden CO<sub>2</sub> geeft. In deze zogenoemde Startanalyse wordt uitgegaan van de volgende technieken/strategieën:

- s1 individuele combiwarmtepomp
- s2 warmtenet met middentemperatuurbron (N.B. bedoeld wordt 70°C)
- s3 warmtenet met laagtemperatuurbron
- s4 hybride warmtepomp met groen gas
- s5 gasketel met groen gas

De analyse is dus op kosten gebaseerd maar houdt ook (tot op zeker hoogte) rekening met technische uitvoerbaarheid. Zo kijkt het model naar de aanwezigheid van warmtebronnen. Om de resultaten goed te kunnen duiden is het echter belangrijk om bekend te zijn met de uitgangspunten, aannames en werkwijze van het model.



Figuur: Voorgestelde techniek startanalyse

Voor gemeente Twenterand is gekeken in hoeverre de resultaten overeenkomen met de voorgestelde techniek per buurt in tabel 2 in de TVW.

Het figuur hiernaast geeft een verdeeld beeld van een aantal strategieën in de gemeente Twenterand. Opvallend is dat relatief vaak strategie s4, groengas, de uitkomst is. Dit komt door de nieuwe uitgangspunten in het model van PBL. In de nieuwe versie van de Startanalyse worden verschillende varianten doorgerekend met daarbij of een isolatieniveau van minimaal energielabel B of isolatieniveau van minimaal energielabel D. In de vorige versie van de Startanalyse werd de aanname gemaakt dat alle panden worden geïsoleerd tot energielabel B, ongeacht de strategie. Dit maakte dat de kosten voor een all-electric variant, s1, lager uitvielen dan de werkelijkheid omdat normaliter het advies luidt woningen voor een laagtemperatuurtechniek te isoleren tot een energielabel A om een comfortabel binnenklimaat te kunnen garanderen gedurende het hele jaar. Isoleren naar label A is duurder. Het voordeel van een hybride warmtepomp valt zodoende weg omdat bij een hybride warmtepomp een woning niet tot label A geïsoleerd hoeft te worden.

In de vernieuwde versie is dit gecorrigeerd door met twee energielabelniveaus (D en B) te rekenen. Hierdoor komt de groen gas variant nu financieel gunstiger uit dan de all-electric variant. Het is daarnaast ook opvallend dat het model van PBL vaak een groengas strategie kiest gezien de beperkte beschikbaarheid, nu en in de toekomst, van deze warmtebron. We zien het daarom niet als voorkeursstrategie voor de warmtevoorziening van de gebouwde omgeving. In de tabel op de volgende pagina zijn de overige afwijkingen opgenomen tussen de Startanalyse en tabel 2 in de TVW en wordt advies gegeven over de te kiezen voorkeursstrategie.



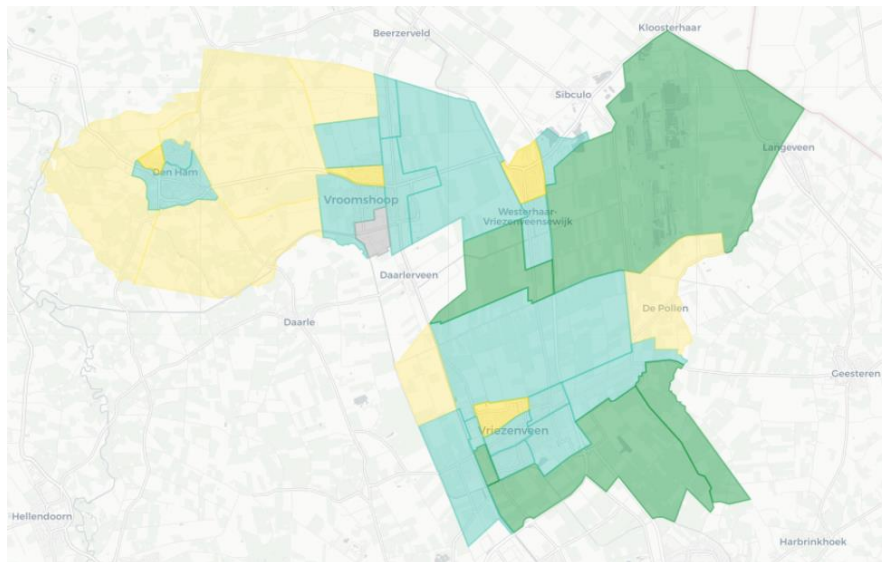
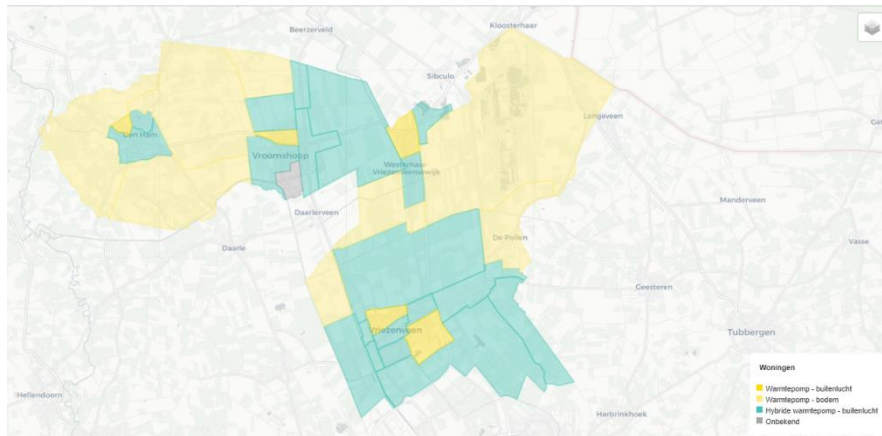
Tabel: Vergelijking strategieën startanalyse en routekaart.

Buurt	Strategie Startanalyse	Voorkeurstechiek tabel 2 in TVW	Advies
Industrieterrein Vriezenveen-West, verspreide huizen ten zuiden van Vriezenveen, en verspreide huizen Weitemanslanden	Groengas met HR-ketel	All-electric/hybride/(WKO) mix	Voor de buurt Industrieterrein Vriezenveen-West is groengas met HR-ketel de goedkoopste strategie, maar door beperkte beschikbaarheid van groengas wordt all-electric variant gekozen. Het verschil tussen beide strategieën bedraagt 197 euro per vermeden ton CO <sub>2</sub> met daarbij de belangrijke kanttekening dat de strategie s4, groengas, uitgaat van een minimale schillabel D en strategie s1, individuele elektrische warmtepomp, van label B. Dit kostenverschil zou kleiner zijn in de vorige versie van de Startanalyse waarin de aanname werd gemaakt dat alle woningen naar schillabel B worden geïsoleerd, ongeacht strategie. Bij een lager energielabel (C/D) zal een hybride warmtepomp zichzelf terugverdienen door de besparing in energie t.o.v. een HR ketel. De andere buurten hebben wel overduidelijk groengas met HR-ketel als dominante strategie. Wanneer niet alleen naar de kosten wordt gekeken maar ook naar energiegebruik draagt een all-electric/hybride mix de voorkeur. Advies is om voor deze buurten de pandeigenaar te laten kiezen tussen de verschillende individuele oplossingen, inclusief een HR ketel op duurzaam gas.
Buitengebied ten noorden van Vriezenveen	LT-warmtenet	All-electric/hybride mix	Voor dit gebied is voor een deel van de woningen een warmtenet financieel gunstiger. Het verschil met een individuele warmtepomp is echter heel klein (€ 5 per vermeden ton CO <sub>2</sub> ). Bovendien is onduidelijk welke warmtebron benut kan worden. Het advies voor individuele warmtepomp is daarmee meer voor de hand liggend.

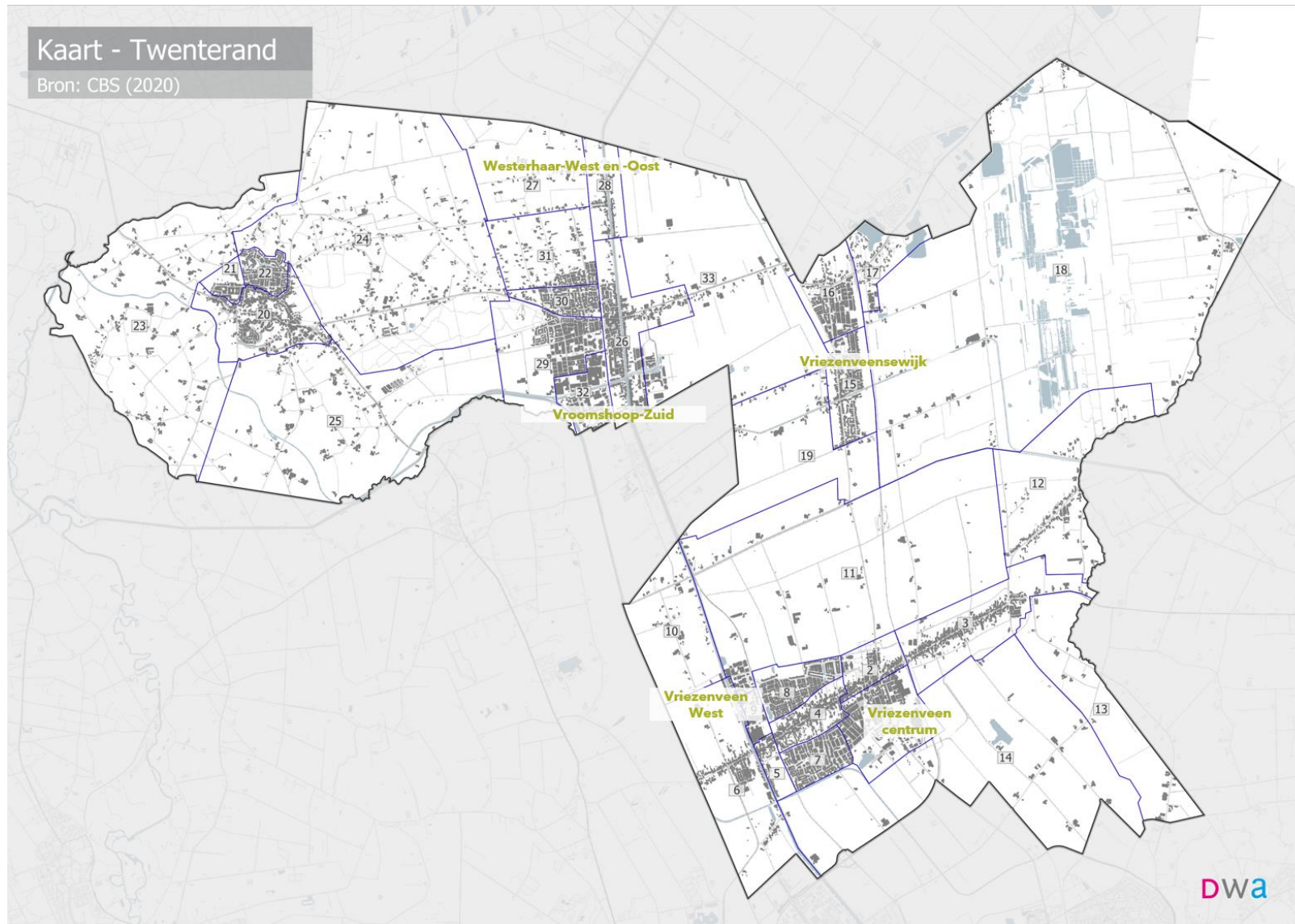


## Bijlage 8: Cegoia kaarten Twenterand

Boven: exclusief biomassa, onder: inclusief biomassa



## Bijlage 9: Kaart bij de routekaarttabel



## Bijlage 10: Indicatie kosten WKO

Tabel 1 indicatie totale kosten WKO per woning (excl. BTW)

	Woning <1992	Woning >1992
Bouwkundig (isolatiemaatregelen)	€ 15.000 - € 25.000	0
Warmteopwekking (WKO, warmtepomp, distributie)	€ 20.000	€ 20.000
Aanpassing afgiftesysteem	€ 9.000	€ 9.000
Stelpost verzwaren elektriciteitsnet	€ 4.000	€ 4.000
Afsluiten gasnet	€ 700	€ 700
Totaal	€ 50.000 - € 60.000	€ 35.000



## Bijlage 11: Energiebesparing en isolatie

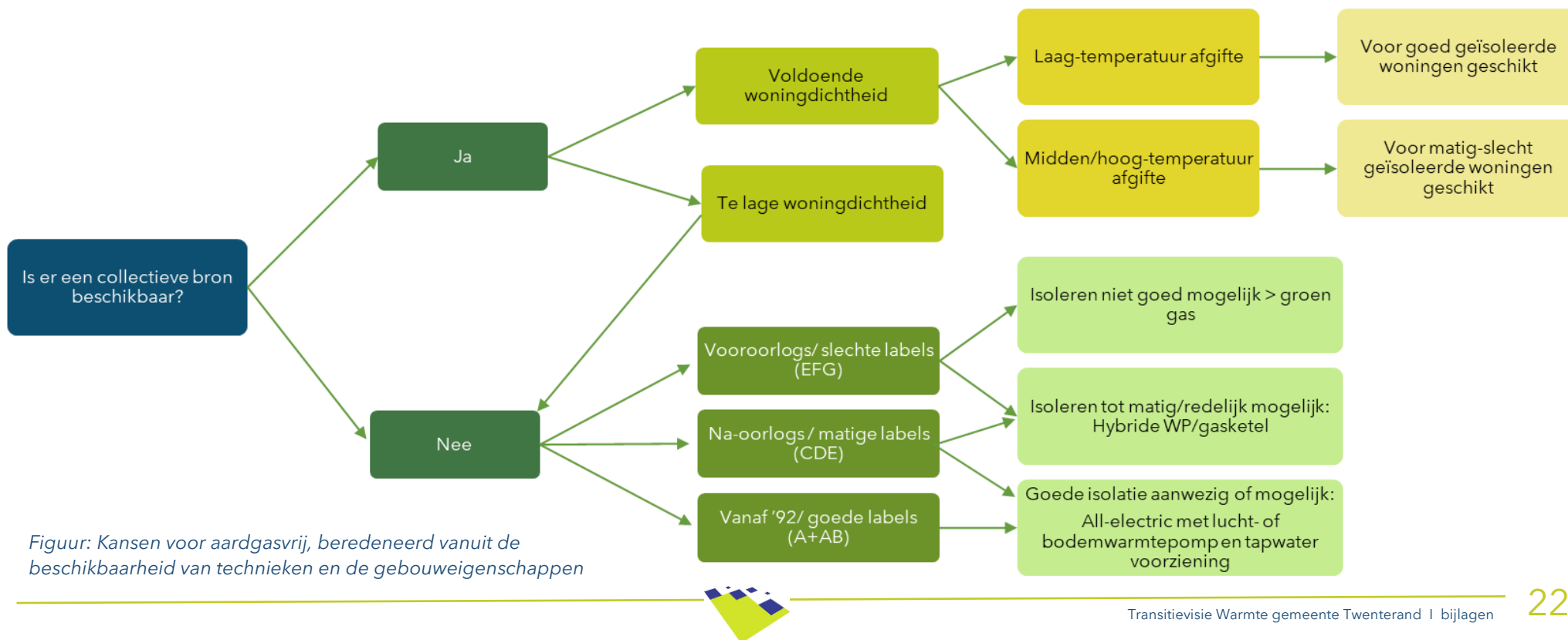
### Hoe kom je tot een keuze voor aardgasvrij?

Duidelijk is dat er een grote verscheidenheid in technieken en warmtebronnen is. De eerste stap in de warmtetransitie is om te bepalen welke techniek en warmtebron geschikt zijn voor een bepaald gebied. In onderstaand figuur weergegeven we de verschillende kansen voor aardgasvrij, beredeneerd vanuit de beschikbaarheid van technieken en de gebouweigenschappen. Gezamenlijk leiden deze kansen en mogelijkheden tot de meest geschikte techniek. In de praktijk zal vaak een combinatie van verschillende technieken in de verschillende delen binnen een wijk nodig zijn. Gezien de diversiteit van de gebouwde omgeving gaan we per gebied op zoek naar een ideale mix (energieconcept) voor de overstap naar duurzame warmte.

### De start: isoleren

Hoe beter de isolatie van een gebouw, hoe minder het warmteverlies. Hoe lager de warmtevraag van woningen, hoe meer woningen verwarmd kunnen worden vanuit dezelfde warmtebron. Daarnaast zorgt isoleren voor een lagere piekvraag (de vraag naar energie op momenten dat het erg koud is), wat belangrijk is om de kosten van energienetten en duurzame bronnen beperkt te houden.

Woningen van na 1992 zijn relatief goed geïsoleerd of relatief makkelijk te isoleren. Dit heeft te maken met het Bouwbesluit 1992, waar een eis is opgenomen voor de isolatiewaarde van een nieuwbouwwoning. Bij woningen gebouwd vóór 1992 zijn er sterke verschillen in isolatiewaarde en moet deze per woning worden vastgesteld. Meer informatie over bouwjaren en isolatiegraden staat op de volgende pagina's.



Figuur: Kansen voor aardgasvrij, beredeneerd vanuit de beschikbaarheid van technieken en de gebouweigenschappen

## Bouwperiode en isolatiegraad

Het bouwjaar van een woning geeft op hoofdlijnen inzicht in de mate van isolatie en daarmee geschiktheid voor HT- of LT-temperatuuroplossingen. Over het algemeen geldt: hoe ouder de woning, hoe slechter de isolatiewaarde en hoe hoger de benodigde temperatuur om de woning te kunnen verwarmen. Energielabels geven accurater dan het bouwjaar weer wat de isolatiewaarde is, maar van niet alle woningen is het energielabel bekend.

Hieronder geven we per bouwperiode weer wat in de basis de benodigde isolatiemaatregelen zijn en welke warmtebron het beste past bij deze woningen.

**Woningen voor 1980** - Voor woningen van voor 1980 is het nodig om de muren beter te isoleren om van LT-warmte gebruik te kunnen maken. Echter lopen de kosten van isolatie voor dit soort huizen snel op. Hierdoor kan het soms kostenefficiënter zijn om van een andere bron gebruik te maken (HT).

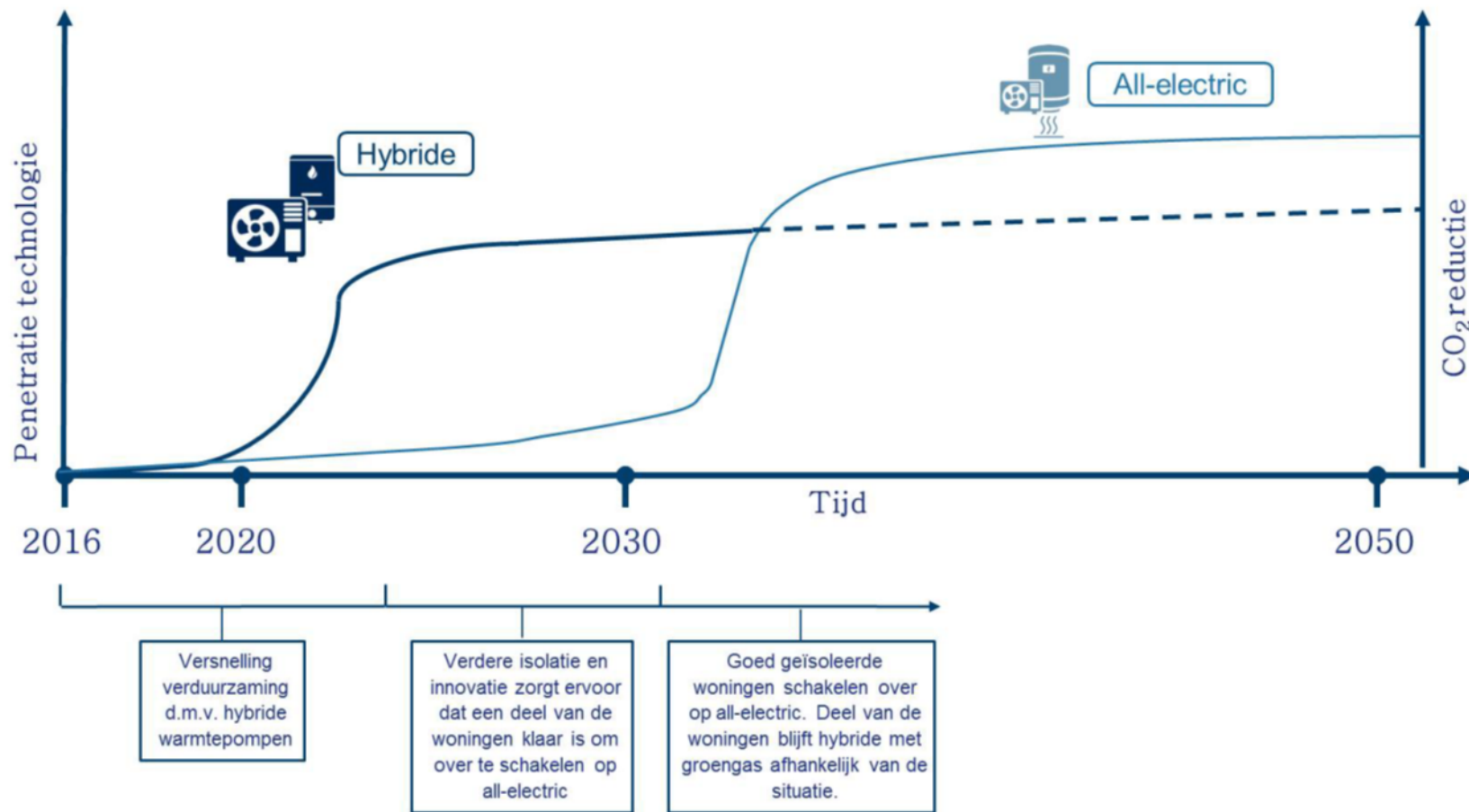
**Woningen van 1980 tot 1992** - Voor woningen van na 1980, maar voor 1992, is er een minimale isolatie van 5 cm in de spouwmuren aanwezig. De woningen hebben gemiddeld een RC-waarde van 1,5. De RC-waarde geeft het totale isolerende vermogen van een gebouw weer. RC staat voor Resistance of Construction, oftewel warmteweerstand. Bij deze woningen is het vaak voldoende om de vloer, de ramen en het dak te isoleren om naar LT-warmte over te gaan. Er dient dan ook een groter warmteafgifteoppervlak te worden gecreëerd. Vaak zit de spouwmuur van deze woningen al bijna vol met isolatie waardoor het navullen hiervan wel zinvol is, maar minder bijdraagt dan de reeds aanwezige isolatie. Hierdoor is de terugverdientijd van muurisolatie voor dit soort woningen een stuk langer.

**Bouwbesluit 1992** - Dankzij de invoer van het bouwbesluit van 1992 zijn woningen met een bouwjaar van 1992 of later relatief goed geïsoleerd of 'eenvoudig' te isoleren. Het bouwbesluit schrijft minimale isolatiestandaarden voor. Zo is er een minimale RC-waarde voor gevels, ramen en vloeren van 2,5. Dit houdt onder andere in dat panden gebouwd onder het Bouwbesluit 1992 voorzien zijn van een gevulde spouwmuur en dubbel glas. Hierdoor is de gevel in orde en is het pand daarom relatief 'eenvoudig' geschikt te maken voor een LT-oplossing. Aanpassingen elders in het gebouw zijn wel aan te bevelen. Dit gaat voornamelijk om, wanneer het moment daar is, dubbel glas vervangen door minimaal HR++ en idealiter triple glas. Daarnaast zijn er voldoende grote warmteafgifteoppervlakten nodig (zoals grotere radiatoren, convectoren of vloerverwarming) om LT-mogelijk te maken.

**Nieuwbouw** - Per 1 juli 2018 is de wet Voortgang Energietransitie (VET) in werking getreden en geldt dat alle nieuwbouwwoningen aardgasvrij moeten zijn. Omdat nieuwbouwwoningen zeer goed geïsoleerd zijn, kunnen deze goed aangesloten worden op een LT-warmtenet of retourleiding van een MT of HT-warmtenet, als deze beschikbaar is. Als een warmtenet niet mogelijk is, dan zijn deze woningen zeer geschikt voor een all-electric oplossing (warmtepomp).



## Bijlage 12: Illustratieve routekaart voor hybride warmtepompen



Bron: Cogas, onderzoek Berenschot (2017)





## Bijlage 13: Resultaten woonwensenonderzoek SIR 2020

In het woonwensenonderzoek in de gemeente Twenterand zijn een aantal vragen opgenomen over duurzaam wonen. De stellingen, resultaten en conclusies zijn hieronder weergegeven.

### 36. Wat zijn voor jou de belangrijkste voorwaarden om energiebesparende maatregelen in jouw huis te nemen?

	Starters	Overig/ouderen
Een betaalbaar aanbod	<b>64%</b>	<b>56%</b>
Goed geïnformeerd worden over de mogelijkheden	19%	20%
Eigen keuze in maatregelen en aannemer	15%	21%
Weinig overlast van de verbouwing	2%	2%

### 37. Waar moet wat jou betreft gestart worden met het nemen van energiebesparende maatregelen?

	Starters	Overig/ouderen
Openbare gebouwen en grote blokken huurwoningen	<b>55%</b>	<b>37%</b>
Woningeigenaren zelf aan zet laten	15%	31%
In straten waar de meeste winst wat betreft energiebesparing behaald wordt	28%	24%
Anders, namelijk:	2%	8%**

### 38. In welk geval zou je willen deelnemen aan een gezamenlijke actie in jouw straat voor energiebesparende maatregelen?

	Starters	Overig/ouderen
<b>Op basis van vrijwillige deelname</b>	<b>30%</b>	<b>38%</b>
<b>In het geval een onafhankelijke adviseur ons bijstaat</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>
<b>Wanneer ik niet veel tijd kwijt ben aan deelname</b>	<b>6%</b>	<b>2%</b>
<b>Als gezamenlijke deelname kostenvoordeel oplevert</b>	<b>30%</b>	<b>23%</b>
<b>Wanneer de gemeente subsidies verstrekt of kortingen aanbiedt.</b>	<b>32%</b>	<b>35%</b>

### Stelling: Ik vind het belangrijk om een energiezuinige of energie-neutrale woning te kopen

	Helemaal eens	Mee eens	Neutraal	Mee oneens	Helemaal oneens
<b>Starters</b>	<b>10%</b>	<b>40%</b>	<b>38%</b>	<b>10%</b>	<b>3%</b>
<b>Overig/ouderen</b>	<b>26%</b>	<b>38%</b>	<b>32%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>

