

Van CV-ketel naar duurzame warmte

Twee toekomstbeelden voor een warme
Nederlandse gebouwde omgeving in 2030

Opdrachtgever: Milieudefensie

Rotterdam, 29-1-2018



Van CV-ketel naar duurzame warmte

Twee toekomstbeelden voor een warme Nederlandse gebouwde
omgeving in 2030

Opdrachtgever: Milieudefensie

Alexander Oei
Robert Haffner
Harry van Til
Laura Heidecke
Arjan Slaakweg

Rotterdam, 29-1-2018

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting	5
1 Aanleiding	8
2 Onderzoeksaanpak	10
2.1 Scenario-analyse: Twee toekomstbeelden voor een warme Nederlandse gebouwde omgeving in 2030	10
2.2 Rekenen aan de warmtetransitie: het technisch-economisch potentieel	11
2.3 De sociaal-economische component van de transitie	12
3 Rekenen aan de warmtetransitie: het technisch-economisch potentieel	14
3.1 Belangrijkste uitgangspunten scenario's	14
3.2 Resultaten voor heel Nederland	16
3.3 Resultaten voor een voorbeeldgemeente: Woerden	23
3.4 Conclusies over de technisch-economische component van de warmtetransitie	25
4 De sociaal-economische component van de warmtetransitie	27
4.1 Het bewegen van mensen, bedrijven en de overheid	27
4.2 De warmtetransitie voor zes 'typische huishoudens', ofwel, persona's	27
4.3 Vermogenspositie Nederlandse huishoudens	33
4.4 Mogelijkheden wegnemen financiële belemmeringen	34
4.5 Regierol voor gemeenten en de Rijksoverheid	36
4.6 Arbeidsmarkt	36
4.7 Conclusies over de sociaaleconomische component	37

Voorwoord

Omschakelen van gas naar duurzame warmte in de bebouwde omgeving is een complexe operatie waarbij het verdelingsvraagstuk, meer nog dan de technische uitdaging, speciale aandacht verdient. Uit de doorrekeningen van dit rapport komt naar voren dat het meest voorkomende alternatief voor een 'standaard rijwoning' een investering vergt van ongeveer 18 duizend euro – voor een elektrische warmtepomp en isolatie van de woning. Gegeven deze benodigde investeringssom bestaat er het risico dat grote groepen in de samenleving financieel in de knel komen. Het is daarom zaak om de omschakeling van onze woningvoorraad zo vorm te geven dat niet alleen iedereen mee móét, maar ook mee kán.

Bij voortzetting van het huidige beleid, zelfs met 'een tandje erbij', raken niet alleen de klimaatdoelstellingen, maar ook een spoedig einde aan de gaswinning in Groningen uit zicht. Het is bovendien relatief duur. De maatschappelijke kosten voor de energievoorziening stijgen bij huidig beleid naar rond de 21 miljard euro per jaar in 2030, terwijl maximaal 25 procent van de woningen van aardgas los komt. Een bedrag van zeven miljard per jaar extra levert echter een rendabele overstap naar duurzame verwarming op voor ruim 80 procent van de woningen.

Het opvoeren van de gasprijs is in dit rapport het belangrijkste middel om duurzame alternatieven financieel aantrekkelijk te maken. In de praktijk spelen er echter andere factoren mee in het tempo waarop een huishouden van het gas afgaat. Niet iedereen heeft genoeg geld (over) voor groene investeringen in zijn huis en niet iedereen komt in aanmerking voor een lening. Uit dit rapport blijkt dat de bevolkingsgroep die geen geld heeft om te investeren in een duurzaam alternatief, financieel in de knel kan komen als de gasprijzen fors stijgen. Het is daarom zaak dat niet alleen bij de ombouw naar aardgasloos, maar ook bij de financiering daarvan maatwerk wordt geleverd. Zodat je met beperkte financiële ruimte en een lek huis niet geconfronteerd wordt met torenhoge gasrekeningen terwijl burens met voldoende vermogen wel kunnen investeren en hoge gasrekeningen ontlopen.

De lastenverdeling is een belangrijk aandachtspunt voor beleidsmakers. In de stad zijn de inkomens gemiddeld hoger, maar de kosten voor warmte lager, omdat een warmtenet al snel rendabel wordt. Bij gespreide bebouwing in de provincie is de elektrische warmtepomp de meest logische optie, maar deze kost meer dan aansluiting op een warmtenet. In de warmtetransitie bestaat daarom geen 'one size fits all' oplossing, gemeenten moeten de mogelijkheid krijgen om de technische uitdagingen van hun woningvoorraad af te stemmen op de financieringskracht van de bewoners.

De afgelopen decennia is steeds opnieuw gebleken dat de energietransitie sneller en goedkoper kan dan de economische wetmatigheden voorspellen. Ook de interpretatie van de berekeningen in dit rapport ligt genuanceerd. Lage temperatuurwarmte netten zijn geen optie voor de korte termijn. Maar als geothermie en (andere) lage temperatuur warmte opties op dezelfde manier worden gestimuleerd als wind op zee is er goede kans dat Nederland veel minder afhankelijk wordt van de warmtepomp dan uit dit rapport naar voren komt. Lokale warmtenetten in dorpskernen zijn dan zeker geen onhaalbare kaart.

Waar warmtenetten hun schaal moeten kunnen verkleinen, is aan de kant van de woning schaalvergroting wel degelijk mogelijk en nodig. De helft van onze woningvoorraad bestaat uit het typische 'rijtjeshuis'. Er zijn nu al processen in ontwikkeling waarbij grote hoeveelheden rijwoningen industrieel kunnen worden verduurzaamd. Dat komt de snelheid en betaalbaarheid van de

warmtetransitie ten goede. Ook hier is echter regie van de overheid nodig, die de juiste marktvoorwaarden moet scheppen om deze innovatieve verduurzamingsindustrie tot bloei te laten komen.

De BV Nederland staat voor een grote uitdaging, maar met de juiste regie van het Rijk en voldoende speelruimte voor gemeenten om hun inwoners te faciliteren, is er technisch en financieel gezien geen vuiltje aan de lucht.

Donald Pols, directeur Milieudéfensie – januari 2017

Samenvatting

De Nederlandse woningbouwsector telt op dit moment ongeveer 7,6 miljoen huishoudens waarvan 96% wordt verwarmd op basis van aardgas. Milieudefensie wil de route naar een klimaatneutrale woningvoorraad in 2050 versnellen. Dit wil Milieudefensie doen door een tussendoel voor 2030 vast stellen te stellen waarbij 80% van de Nederlandse woningen in dat jaar geen gebruik meer maakt van aardgas. Deze ambitie impliceert zowel een praktische als financiële uitdaging: er moet een omschakeling van 6 miljoen huishoudens in 13 jaar worden gerealiseerd (460 duizend huishoudens per jaar).

De omschakeling van aardgas naar duurzame warmte is een lokale tot regionale aangelegenheid, waarbij een groot aantal warmtevoorzieningsoplossingen integraal tegen elkaar moet worden afgewogen. Om de technisch-economisch meest optimale invulling van deze afweging te kunnen doorrekenen is gebruik gemaakt van het ruimtelijke energierekenmodel van het Planbureau voor de Leefomgeving: het VESTA+ model. Er zijn drie scenario's doorgerekend: (1) het **referentie scenario** – om de effecten van het huidig en voorgenomen beleid in beeld te brengen, (2) het **laaghangend fruit scenario** – om de buurten te vinden waarin het met 'lichte ondersteuning' al mogelijk is om over te stappen op duurzame warmte, en tenslotte (3), het **doelscenario** – om de voorwaarden te vinden waaronder voor 80% de Nederlandse woningen het technisch-economisch mogelijk moet zijn om over te stappen van gas naar duurzame warmte.

De technisch-economische component van de warmtetransitie

In het doelscenario verschuift de dominante technologie richting 2030 van aardgas naar isolatie plus de elektrische warmtepomp (62% van de woningen). Daarnaast groeit in dit scenario het aandeel stadsverwarming van 4% in 2017 naar 18% in 2030¹. Gebruikte bronnen zijn restwarmte, geothermie, WKO-systemen, en bio-WKKs. De resterende 20% van de woningen blijft aangesloten op aardgas. Nieuwe innovatieve technieken, zoals lage temperatuurnetten of ultradiepe geothermie, zijn in deze analyse niet meegenomen.

In het rekenmodel wordt de omschakeling naar 80 procent duurzame warmte voornamelijk bereikt door een verhoging van de energiebelasting op aardgas en het subsidiëren van duurzame alternatieven. Vanwege de stijgende kosten voor aardgas worden investeringen in duurzame warmte richting 2030 gunstiger. De kosten verschuiven hierdoor van gasgebruik, naar energiebesparende maatregelen en duurzame warmte. De investeringen in isolatie en duurzame warmte leiden ertoe dat de maatschappelijke kosten voor de energievoorziening² (inclusief de warmtevoorziening) van de gebouwde omgeving stijgen van 16,6 miljard euro per jaar in 2017 naar respectievelijk 28,4 miljard euro per jaar in 2030 (euro's uitgedrukt in prijspeil 2017).

De sociaal-economische component van de warmtetransitie

Om inzicht te bieden in de financiële uitdaging van de benodigde investeringen voor huishoudens zijn de resultaten uit de doorrekening van het doelscenario gekoppeld aan data van het CBS over

¹ Mogelijk kan in werkelijkheid echter een groter aandeel van de woningen worden aangesloten op een warmtenet wanneer ook lage temperatuur warmtebronnen kunnen worden ontsloten. In de gedane berekeningen is hier geen rekening mee gehouden.

² Onder de maatschappelijke kosten vallen alle kosten voor de energievoorziening van de gebouwde omgeving: dit omvat alle investeringskosten (e.g. gebouwisolatie, elektrische warmtepomp en restwarmte uitkoppeling), onderhouds- en beheerskosten (e.g. de energienetten, WKO-systemen en geothermie systemen), energiekosten (elektriciteit – inclusief licht en apparaten, gas, warmte en brandstoffen) en de kosten gerelateerd aan het emitteren van CO₂.

het inkomen en het energiegebruik van Nederlandse huishoudens. Op basis hiervan zijn de Nederlandse buurten onderverdeeld in zes persona's³, die symbool staan voor de 'typische huishoudens' die aanwezig zijn in de desbetreffende buurten. De belangrijkste inzichten van de persona analyse zijn:

1. Het leeuwendeel van de Nederlandse buurten valt in de categorie 'midden inkomens' met een laag of hoog energiegebruik (Persona 3 en Persona 4). Voor deze groep ligt de meest voorkomende investering rond de 18.500 euro per huishouden (elektrische warmtepomp plus isolatie). Gegeven de gemiddelde vermogenspositie van huishoudens zal er naar verwachting financiële ondersteuning benodigd zijn om deze investeringen te kunnen maken.
2. Drie van de zes persona's hebben een 'laag energiegebruik'. Van deze drie persona's met een 'laag energiegebruik' komen er twee in 2030 niet uit op de elektrische warmtepomp (Persona 1 en Persona 5), terwijl dit wel het meest voorkomende alternatief is in het doelscenario (ongeveer 62% van de Nederlandse huishoudens in 2030). Een verklaring hiervoor is dat een elektrische warmtepomp niet rendabel is bij een laag energieverbruik. Dit effect wordt versterkt wanneer men het huis beter isoleert waardoor het energiegebruik verder daalt – en daarmee dus ook het 'voordeel' van elektriciteit op gas.
3. Uit de ruimtelijke analyse van de persona's komt naar voren dat de buurten met lage inkomens (Persona 1 en Persona 2) overwegend buiten de randstad liggen en de buurten met hoge inkomens (Persona 5 en Persona 6) overwegend binnen de randstad liggen. Vanwege het gegeven dat verhoudingsgewijs de meeste restwarmtebronnen zich in de randstad bevinden, denk bijvoorbeeld aan het havengebied Rotterdam en het havengebied Amsterdam, is het dan ook zo dat juist de buurten met hoge inkomens relatief vaak op (collectieve) stadsverwarming uitkomen. Dit betekent dat verhoudingsgewijs een groter deel van de hoge inkomens naar verwachting lagere investeringskosten zullen hebben in de warmtetransitie dan de lagere inkomens (aangezien aansluiten op stadsverwarming goedkoper is dan het aanschaffen van een elektrische warmtepomp – waarvoor tevens isolatie tot en met label A+ benodigd is).
4. Huishoudens met een hoog energieverbruik en een laag inkomen (Persona 2) behoeven speciale aandacht. Deze groep zal namelijk naar verwachting financiële ondersteuning nodig hebben voor de warmtetransitie, maar óók als een alternatief voor gas nog niet rendabel is voor deze huishoudens (vanwege stijgende energielasten door een stijgende energiebelasting op aardgas).

Aanvullende aandachtspunten voor het realiseren van de warmtetransitie

Zelfs wanneer de business case voor huiseigenaren positief is én de huiseigenaren over voldoende vermogen beschikken om te investeren zal het overstappen op een alternatief voor aardgas een grote uitdaging zijn. De volgende zaken zijn van belang:

Gemeenten zijn aan zet om op wijk- of buurtniveau sturing te geven aan de keuze voor een warmte-optie. Gemeenten kunnen ook (al dan niet in samenwerking met provincies) een rol spelen bij het opzetten van financiële ontzorgingsconstructies. Gemeenten moeten daartoe wel beschikken over de juiste bevoegdheden en financiële middelen om invulling te kunnen geven aan die rol.

Installateurs en bouwers moeten de technische aanpassingen aan woningen en infrastructuur realiseren. Om dit te kunnen doen moeten zij beschikken over voldoende personeel met de juiste

³ De twee variabelen, inkomen (laag, midden of hoog) en energiegebruik (laag of hoog), geven samen zes persona combinaties: Persona 1 (laag inkomen, laag energiegebruik), persona 2 (middeninkomen, laag energiegebruik), persona 3 (middeninkomen, laag energiegebruik), persona 4 (midden inkomen, hoog energiegebruik), persona 5 (hoog inkomen, laag energiegebruik), persona 6 (hoog inkomen, hoog energiegebruik).

kwalificaties. Hoewel een gedegen overzicht nog ontbreekt, bestaat het risico dat een tekort aan personeel het tempo van de transitie gaat vertragen en de kosten gaat verhogen. Installateurs hebben daarom mede een rol bij het opleiden van nieuwe vakmensen en het ontwikkelen van verzorgingsconstructies (al of niet in samenwerking met andere partijen) die gericht zijn op het verlagen van transactiekosten (zowel financiering als uitvoering van werkzaamheden).

De Rijksoverheid moet in de eerste plaats de juridische kaders creëren waarbinnen de warmtetransitie tot stand kan komen en ervoor zorgdragen dat het “loont” om over te schakelen op een aardgasvrij alternatief. Hierbij valt een planmatige aanpak (“wijk voor wijk”) te overwegen. Daarnaast heeft de overheid een rol bij het opleiden van technisch personeel. Tenslotte speelt de overheid een belangrijke rol bij het ondersteunen van gemeenten en provincies bij dit proces met het ter beschikking stellen van kennis en middelen.

1 Aanleiding

In navolging van de internationale klimaatafspraken moet er in Nederland werk worden gemaakt van de warmtetransitie van gas naar duurzaam. Voor de Nederlandse gebouwde omgeving betekent dit een substantiële opgave: op dit moment is 96% van de Nederlandse 7,6 miljoen huishoudens nog aangesloten op aardgas. Daarnaast heeft de warmtetransitie ook een belangrijke sociale component: de investering per woning kan behoorlijk oplopen en niet iedereen kan dit betalen. Om deze reden heeft Milieudefensie (samen met andere organisaties) onlangs een manifest uitgebracht waarin wordt opgeroepen tot een omschakeling waarbij iedereen mee kan doen en waarbij de lusten en lasten eerlijk worden verdeeld. Milieudefensie hanteert als doelstelling dat 80% van de woningen in 2030 'van gas los' moeten zijn.

Een belangrijke vraag is welke fasering er gekozen moet worden in de warmtetransitie (waar en hoe). We kunnen immers niet alles tegelijk aanpakken maar het is wel van belang dat er vaart wordt gemaakt. Daar komt bij dat de transitie van gas naar duurzame warmte via een groot scala aan mogelijkheden bereikt kan worden. Zo kunnen warmte-afnemers ervoor kiezen om gebruik te maken van 'groen' gas, van een elektrische oplossing (zoals de elektrische warmtepomp of weerstandsverwarming), of van stadsverwarming (uit verschillende bronnen). Daarnaast is er een veelheid aan oplossingen die men kan toepassen om het aardgasgebruik te verminderen zoals het isoleren van gebouwen of het installeren van bijvoorbeeld een zonneboiler of hybride warmtepomp. Tenslotte zullen de verschillende opties ook sterk locatie-afhankelijk zijn, wat de vraag oproept wat op welke locatie gedaan moet worden en welke locaties prioriteit verdienen.

Een tweede vraag is hoe de warmtetransitie gefinancierd kan worden, zodat alle inkomensgroepen kunnen meedoen zonder financiële problemen. Voor particuliere woningbezitters is het verduurzamen van de woning potentieel een forse investering, die vooral voor de lagere inkomens problematisch kan zijn. Mogelijk zijn er constructies te bedenken waarin een andere, meer kapitaalcrachtige partij, de benodigde investering kan voorfinancieren. Waar particuliere en zakelijke gebouweigenaren aankijken tegen hoge investeringen om hun gebouwen te verduurzamen, kijken investeerders naar een potentieel interessante markt mits daar een goede businesscase voor bestaat.

Handelingsperspectief voor veel partijen nog onduidelijk

Gelet op de complexiteit en onderlinge samenhang van de verschillende mogelijke keuzes en oplossingen is het voor veel partijen niet duidelijk hoe de warmtetransitie concreet vormgegeven zou kunnen worden. Milieudefensie wil daarom met dit onderzoek een deel van deze onzekerheid wegnemen zodat partijen een concreet handelingsperspectief kan worden geboden om over te stappen van gas naar duurzame warmte. Onder duurzame warmte worden in dit onderzoek alle warmtevoorzieningsoplossingen verstaan die leiden tot een vermindering van de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen en de daarmee gepaard gaande CO₂-emissies – dat wil zeggen, zowel alternatieve manieren van verwarmen als het isoleren van gebouwen. Samenvattend leidt dit tot de volgende onderzoeksvragen:

1. *Welke warmtevoorzieningsoplossingen bieden wanneer en waar de sociaaleconomisch meest optimale invulling aan een eerlijke omschakeling van aardgas naar duurzame warmte?*
2. *Welke financieringsoplossingen kunnen dit proces ondersteunen?*

In dit rapport laten wij zien (1) waar kansen voor de warmtetransitie tot en met 2030 liggen, rekening houdend met de sociale component, en tevens (2) welke financieringsmodellen kunnen

bijdragen aan een eerlijke omschakeling. Onze analyse is uitgevoerd door alle buurten van Nederland in onderlinge samenhang te bekijken. De vraag “waar de kansen liggen” beantwoorden wij dan ook op buurtniveau zodat iedere buurt van Nederland kan zien wat de meest voorkomende oplossing is om de warmtetransitie vorm te geven. Tevens presenteren we resultaten voor een voorbeeldgemeente – in dit geval de gemeente Woerden. Omdat de grafische resultaten – met kaarten van Nederland waarop alle buurten voorkomen – een hoog detailniveau bevatten presenteren wij deze kaarten ook op de website van Milieudefensie/ECORYS. Op deze manier kan eenieder inzoomen op de gewenste buurt in zijn/haar gemeente. Op basis van de informatie die wij hebben kunnen wij ook nog meer gedetailleerde resultaten opleveren (*binnen* buurten), maar daar is in het kader van dit onderzoek niet voor gekozen.

[Leeswijzer](#)

Het volgende hoofdstuk bevat een samenvatting van onze onderzoeksaanpak. Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de belangrijkste resultaten en termen van de warmtetransitie (wat gebeurt waar). Vervolgens gaan wij in hoofdstuk 4 in op de sociale component. Elk hoofdstuk eindigt met een conclusie.

2 Onderzoeksaanpak

Dit hoofdstuk zet de onderzoeksaanpak uiteen. Allereerst wordt de methodologische keuze voor een scenario-analyse toegelicht in sectie 2.1. Vervolgens wordt in sectie 2.2. het technisch-economische rekenmodel geïntroduceerd waarmee we de verschillende scenario's hebben doorgerekend: het VESTA+ model van het Planbureau voor de Leefomgeving. De wijze waarop we de sociaaleconomische component van de warmtetransitie hebben meegenomen wordt toegelicht in sectie 2.3.

2.1 Scenario-analyse: Twee toekomstbeelden voor een warme Nederlandse gebouwde omgeving in 2030

De warmtetransitie wordt gedreven door een groot aantal beleidskeuzes, denk bijvoorbeeld aan mogelijke belastingen, subsidies en verplichtingen, maar ook door externe ontwikkelingen zoals veranderingen in marktprijzen en technologische ontwikkelingen. Om scenario's voor de toekomst te kunnen ontwikkelen moeten coherente beelden van al deze factoren worden gevormd. Uitgangspunt daarbij vormt de doelstelling van Milieudefensie dat in 2030 80% van de woningen van aardgas los dient te zijn. Daartoe hebben wij gezien welke combinatie van beleidsmaatregelen nodig is om dit doel te bereiken. Wij realiseren ons daarbij dat veel mogelijke beleidsmaatregelen niet van vandaag op morgen ingevoerd kunnen zijn, maar schetsen wat er mogelijk is gegeven een set aan beleidskeuzes.

Verder merken wij op dat onze studie zich richt op de woningsector en de beleidsmaatregelen die er nodig zijn om daar de warmtetransitie te kunnen versnellen en financieel te faciliteren. Hierbij kijken wij naar zowel de bestaande woningbouw als naar nieuwbouw. Desalniettemin is in de modelexercitie de gehele gebouwde omgeving (woningen, utiliteit en glastuinbouw) meegenomen omdat de keuze voor een warmtevoorzieningsoplossing op een bepaalde plek een integrale afweging betreft waarbij lokaal-specifieke factoren zoals bijvoorbeeld de warmte dichtheid in een wijk een belangrijke rol speelt.

In overleg met/op verzoek van Milieudefensie hebben wij twee toekomstbeelden gedefinieerd: (1) een laaghangend fruit scenario en (2) een doelscenario. Deze twee toekomstbeelden worden afgezet tegen een referentiescenario.

In het **referentiescenario** bekijken we de warmtetransitie ervan uitgaande dat het huidige beleid wordt gecontinueerd en het voorgenomen beleid wordt uitgevoerd. Voor het voorgenomen beleid is enkel gekeken naar beleidsmaatregelen die konden worden gemodelleerd in het VESTA+ model, én die voldoende substantieel zijn om een regionaal tot nationaal effect te kunnen bewerkstelligen. In paragraaf 3.1 volgt een overzicht met meegenomen beleidsmaatregelen.

Het **laaghangend fruitscenario** laat zien waar in Nederland het relatief snel kosteneffectief is om over te schakelen op duurzame warmte, dit noemen wij 'laaghangend fruit'. In dit scenario stimuleren we alternatieve warmtevoorzieningsoplossingen zoals energiebesparing (isolatie), stadsverwarming en elektrische vormen van verwarming door bestaande instrumenten 'licht' te versterken. Dit is reeds voldoende om in een behoorlijk aantal buurten de warmtetransitie mogelijk te maken.

Tenslotte presenteren we het **doelscenario**. In dit scenario zetten we per 2018 vol in op de warmtetransitie zodat het in 2030 voor 80% van de woningen rendabel wordt om van het aardgas

los te gaan. Dat betekent dat we de huidige dominante vorm van warmtevoorziening, aardgas, duurder maken en alternatieve vormen stimuleren, zodat er een positieve business case ontstaat om te investeren in duurzame warmte.

2.2 Rekenen aan de warmtetransitie: het technisch-economisch potentieel

Sinds 2011 werkt het Planbureau voor de Leefomgeving aan een geavanceerd ruimtelijk energierekenmodel voor de gebouwde omgeving om beleidsmakers inzicht te verschaffen in de effecten van de warmtetransitie in termen van energieprestaties, kosten, en CO₂-emissies. Dit model, genaamd het VESTA+ model, laat op basis van een kostenbaten-analyse het technisch-economisch potentieel zien van de belangrijkste warmtevoorzieningsoplossingen. Bovendien, biedt het model de mogelijkheid om de effecten van beleid door te rekenen. Het is namelijk mogelijk om de effecten van beleidskeuzen op het gebied van belastingen, subsidies en eventuele verplichtingen door te rekenen in het model.

De kracht van het VESTA+ model zit in het feit dat het een *ruimtelijk* energierekenmodel betreft. Dit betekent dat het mogelijk is om lokaal specifieke factoren mee te nemen in de kostenbaten-analyse, wat bijzonder relevant is voor beslissingen over de warmtetransitie. Zo gebruikt het VESTA+ model onder andere als invoerdata het volledige gebouwenbestand van Nederland (de BAG⁴), en bevat het een inoerbestand van potentiële warmtebronnen voor stadsverwarming (geothermie, restwarmte – elektriciteitscentrales, industrie, en afvalverbrandingscentrales). Op deze manier is het mogelijk om op zoek te gaan naar de plekken waar collectieve wijzen van verwarmen aantrekkelijk zijn (veelal in dichtbevolkte buurten in de buurt van potentiële warmtebronnen) en waar individuele wijzen van verwarmen de voorkeur hebben (veelal in minder dichtbevolkte buurten waar geen potentiële warmtebronnen beschikbaar zijn).

Bijzonder aan het VESTA+ model is verder dat het een breed gedragen model is in de warmte sector. In de periode 2015-2016 is er een nieuwe versie van het VESTA+ model ontwikkeld samen met een brede stakeholdergroep uit het warmteveld waaronder warmteleveranciers, netbeheerders, huiseigenaren en beleidsmakers. Een verdere beschrijving van de uitgangspunten en model-logica van het VESTA+ model is te vinden in de 'algemene beschrijving' van het model van het Planbureau voor de Leefomgeving⁵.

Modelbeperkingen

Zoals ieder model kent ook het VESTA+ model beperkingen waarvan men zich bewust moet zijn wanneer men het model gebruikt en de resultaten interpreteert. In het VESTA+ model zijn de belangrijkste warmtevoorzieningsoplossingen van het moment gemodelleerd: HR- aardgasketels, de elektrische warmtepomp, collectieve warmtevoorzieningsopties (uit verschillende bronnen) en isolatie. Op de middellange termijn, tot en met 2030 (scope van dit onderzoek), is het echter de verwachting dat in toenemende mate ook relatief nieuwe technologieën zullen worden toegepast in de warmtevoorziening. Hierbij kan gedacht worden aan de hybride warmtepomp, lage temperatuur warmtenetten, en innovatieve warmtenetten waarbij slim gebruik wordt gemaakt van bijvoorbeeld buffers en een combinatie van warmte- en koude levering. Het VESTA+ model is op dit moment (nog) niet in staat om deze opkomende en innovatieve technologieën mee te nemen in de modelberekeningen. VESTA+ geeft op basis van een kosten-baten afweging het technisch-

⁴ BAG staat voor Basisregistraties Adressen en Gebouwen. De BAG is een product van het Kadaster en bevat gegevens van alle adressen en gebouwen in Nederland, zoals bouwjaar, oppervlakte, gebruiksdoel en locatie op de kaart. De BAG omvat de volledige bestaande woningbouw en bestaande utiliteitsbouw. Bron: <https://www.kadaster.nl/wat-is-de-bag>

⁵ De algemene beschrijving is getiteld 'Het Vesta MAIS ruimtelijk energiemodel voor de gebouwde omgeving', Planbureau voor de Leefomgeving (2017). Bron: <http://www.pbl.nl/publicaties/het-vesta-mais-ruimtelijk-energiemodel-voor-de-gebouwde-omgeving-algemene-beschrijving>

economisch potentieel aan van een groot aantal alternatieven voor gas in de gebouwde omgeving. De uiteindelijk 'laagst mogelijke kosten', of 'meest optimale invulling' zou in de praktijk van plek tot plek echter kunnen afwijken van de modelresultaten wanneer ook deze relatief nieuwe technologieën worden meegenomen.

Tenslotte is een laatste punt van belang dat VESTA+ een *economisch rekenmodel* is waar actoren investeringsbeslissingen zuiver op basis van financiële prikkels nemen én altijd investeren in verduurzaming van de warmtevoorziening wanneer er een positieve businesscase is. De vraag of een specifieke actor voldoende investeringsruimte (inkomen of vermogen) heeft wordt daarbij buiten beschouwing gelaten. In de praktijk baseren actoren hun investeringsbeslissingen echter ook op niet-financiële aspecten (zoals persoonlijke voorkeuren) en is de beschikbaarheid van investeringsruimte wel degelijk van belang. Daarom combineren we de modelresultaten met andere informatie om inzicht te geven in de sociaal-economische component van de transitie. Hoe dit werkt bespreken we in de volgende paragraaf.

2.3 De sociaal-economische component van de transitie

De doorrekening van de scenario's met het VESTA+ model beperkt zich tot het technisch-economisch potentieel voor de warmtetransitie, gegeven een coherent pakket aan beleidskeuzes en externe ontwikkelingen. In werkelijkheid is er echter ook een sociaal-economische component waar rekening mee moet worden gehouden omdat deze het tempo en het draagvlak van de transitie mede zal bepalen. In dit onderzoek kijken wij naar (1) hoe de sociaal-economische karakteristieken van huishoudens in de buurten van Nederland samenhangen met de omschakeling die we voorstellen in onze scenario doorrekeningen; (2) welke financiële ondersteuningsmaatregelen en praktische 'ontzorgingsconstructies' de transitie zouden kunnen faciliteren en (3) hoe krapte op de arbeidsmarkt mogelijk een barrière zal vormen voor de transitie.

1. Sociaal-economische karakteristieken van huishoudens: *persona's*

De warmtetransitie vergt substantiële investeringen van huishoudens, bedrijven, energiebedrijven en de overheid. Vooral voor de eerstgenoemde actor kunnen de benodigde investeringen een grote uitdaging vormen. Welvaart in termen van het inkomen en de vermogenspositie van huishoudens is niet gelijk verdeeld in Nederland. Om inzicht te bieden in welke buurten welke uitdaging aanwezig is voor huishoudens worden de Nederlandse buurten onderverdeeld in 'persona's' welke symbool staan voor het 'typische huishouden' in een bepaalde buurt. Aan de hand van voorbeelden op basis van de persona's beogen wij hiermee inzicht te bieden in welke buurten de voorgestelde transitie vanuit VESTA+ zelf kunnen realiseren en welke buurten zonder ondersteuning de opgave niet zullen kunnen vervullen.

2. Financiële ondersteuningsmaatregelen en praktische 'ontzorgingsconstructies'

Voor zowel de hogere inkomens als lagere inkomens met een grote of kleine investeringsuitdaging zijn er verschillende 'financiële ondersteuningsmaatregelen' denkbaar om de warmtetransitie financieel te faciliteren. Wij brengen de belangrijkste financiële ondersteuningsmaatregelen in kaart en onderzoeken hoe deze instrumenten zouden kunnen worden gematcht aan de uitdagingen van verschillende typen huishoudens – de persona's.

Naast de financiële uitdaging van de transitie, is er ook een praktische uitdaging: veel huishoudens beschikken niet over de benodigde kennis, of kunnen niet de benodigde tijd investeren, om een keuze te maken om van gas over te stappen naar een duurzame warmte optie. Voor deze groep ontstaan er nu praktische 'ontzorgingsconstructies' in de markt welke de praktische uitdaging van

de transitie voor huishoudens kan verlichten. Wij beschrijven een aantal van deze praktische 'ontzorgingsconstructies' en schetsen welke rol deze zouden kunnen spelen in de warmtetransitie.

3. Mogelijke krapte op de arbeidsmarkt

Tenslotte is van belang dat er gedurende de warmtetransitie veel "gebouwd en geïnstalleerd" moet worden. Tachtig procent van de woningen van gas los in 2030 betekent immers dat we circa 6 miljoen huishoudens in 13 jaar moeten omschakelen van gas naar duurzame warmte. Dat is ruim 460 duizend huishoudens per jaar. De omvang van deze uitdaging betekent een grote uitdaging voor installateurs en bouwers, waarbij het risico bestaat dat krapte op de arbeidsmarkt een barrière gaat vormen voor een tijdige warmtetransitie. In hoofdstuk 4 gaan wij op basis van recente literatuur en interviews met Uneto-VNI en Bouwend Nederland nader in op deze mogelijke barrière.

3 Rekenen aan de warmtetransitie: het technisch-economisch potentieel

Dit hoofdstuk schetst twee toekomstbeelden voor de Nederlandse gebouwde omgeving in 2030, waarbij wij ons richten op de resultaten voor de woningbouwsector. Deze zetten we af tegen een referentiescenario met huidig beleid en concrete beleidsvoornemens in het regeerakkoord.

Allereerst worden de belangrijkste uitgangspunten van de twee toekomstbeelden en het referentiescenario beschreven (paragraaf 3.1). Vervolgens worden de energie, kosten en CO₂ prestaties van de twee toekomstbeelden gepresenteerd voor heel Nederland (paragraaf 3.2) en voor de voorbeeldgemeente Woerden (paragraaf 3.3). Inzicht in de ruimtelijke verdeling van verschillende 'typen' huishoudens in Nederland geeft een beeld over waar de transitie mogelijk sneller zal gaan, en waar de transitie een grotere uitdaging vormt. Vervolgens presenteren we zes persona typen, waarmee we kunnen laten zien welke typen huishoudens in de verschillende buurten het meestvoorkomend zijn (paragraaf 3.4). Tenslotte presenteren we onze conclusies voor de technisch-economische component van de warmtetransitie (paragraaf 3.5).

3.1 Belangrijkste uitgangspunten scenario's

In deze studie zijn drie scenario's doorgerekend: een referentiescenario, met het op dit moment 'voorgenomen beleid', een laaghangend fruit scenario en een doelscenario. Volgende de beschreven 'profielen' van deze scenario's (zie paragraaf 2.2), vat Tabel 1 de belangrijkste keuzen in termen van belastingen, subsidies en verplichtingen voor de drie scenario's samen.

Het referentiescenario, omvat de bestaande belastingniveau's en subsidies in 2017, en voegt daaraan toe concreet voorgenomen beleid uit het regeerakkoord van Kabinet Rutte III (met name verhoging van de energiebelasting). Voorgenomen beleid uit het regeerakkoord dat nog geen concrete uitwerking heeft is niet meegenomen (e.g. gebouw-gebonden financiering en het plan om concrete restwarmte benuttingsprojecten te onderzoeken in de regio Rijnmond).

Vervolgens, is er het **laaghangend fruit scenario** waarin gas duurder wordt gemaakt door geleidelijk de energiebelasting op gas te verhogen, waardoor alternatieven voor gas relatief aantrekkelijker worden. Tegelijkertijd worden er subsidies gehanteerd voor investeringen in bijvoorbeeld de elektrische warmtepomp, het isoleren van woningen (schilverbetering) en collectieve warmtevoorzieningsopties (warmtenetten en WKO).

Tenslotte wordt in het **doelscenario**, de belastingdruk op gas verder verhoogd en subsidies voor alternatieven voor gas verder versterkt. Gegeven de doelstelling van Milieudefensie hebben wij in het doelscenario op iteratieve wijze onderzocht met welk coherent pakket van maatregelen in 2030 ongeveer 80% van de woningen van gas los kan zijn – enkel kijkend naar de technisch-economische kant van de warmtetransitie.

Belangrijk om te vermelden is dat volgens de VESTA+ model logica actoren zullen investeren in duurzame warmte opties wanneer dit technisch-economisch rendabel is, tenzij anders is aangegeven. Dit gaat uit van volledig rationale keuzes. In werkelijkheid is het denkbaar dat ondanks een groot aantal positieve business cases voor duurzame warmte deze om verschillende

redenen desondanks niet worden doorgevoerd⁶. Om het referentiescenario dichterbij de werkelijkheid te laten aansluiten bij de werkelijkheid hebben wij er daarom voor gekozen om investeringen met een positieve business case voor labelsprongen van gebouwen naar energielabel A *niet* verplicht te stellen in de periode tot aan 2030. Vanaf 2030 wordt ook in dit scenario, net als in de andere scenario's, de modellogica gevolgd om inzicht te verschaffen in het technisch-economisch potentieel van de warmtetransitie wanneer actoren rationele investeringsbeslissingen zouden nemen.

Tabel 1 Samenvatting van de belangrijkste uitgangspunten voor de drie scenario's: Belastingen, subsidies en verplichtingen

Parameter	Referentiescenario 'voorgenomen beleid'	Laaghangend fruit scenario	Doelscenario
Belastingen			
Energiebelasting op gas* (In 2017 was de gasprijs voor kleinverbruikers gemiddeld 0,63 €/m ³ waarvan 0,31 €/m ³ energiebelasting ⁷)	2020: +0,03 €/m ³	2020: +0,03 €/m ³ 2030: +0,13 €/m ³ 2040: +0,23 €/m ³ 2050: +0,33 €/m ³	2020: +0,12 €/m ³ 2030: +0,52 €/m ³ 2040: +0,92 €/m ³ 2050: +1,32 €/m ³
Energiebelasting op elektriciteit* (in 2017 was de elektriciteitsprijs voor kleinverbruikers gemiddeld 0,20 €/kWh waarvan 0,11 €/kWh energiebelasting ⁶)	2020: -0,0072 €/kWh	2020: -0,0072 €/ kWh	2020: -0,0072 €/ kWh
Investeringsubsidies (% investering gesubsidieerd)			
Lokale opwekking (vergelijkbaar met ISDE)	30%	30%	30%
Schilverbetering (energiebesparingsubsidies)	10%	10%	25%
Warmtenetten (in pandige investeringen, distributie- en transport netten)	0%	10%	25%
WKO	0%	10%	25%
Verplichtingen			
Verplicht investeren in lokale opwekking of collectieve warmtevoorziening	Ja	Ja	Ja
Verplicht investeren in schilverbeteringen	2020: tot en met label B Vanaf 2030: Ja op alle sprongen	Ja op alle sprongen	Ja op alle sprongen
Aanvullende maatregelen			
Planmatige aanpak energietransitie	50% planmatig; 50% individueel	85% planmatig; 15% individueel	85% planmatig; 15% individueel

* De beschreven tariefverhogingen voor de energiebelasting op gas en elektriciteit gelden voor alle tariefcategorieën, van kleinverbruikers (0 t/m 5.000 m³ gas per jaar; respectievelijk, 0 t/m 10.000 kWh per jaar) tot en met grootverbruikers (meer dan 10 miljoen m³ gas per jaar; respectievelijk, meer dan 10 miljoen kWh per jaar).

⁶ Zie bijvoorbeeld: P.H.L. Nillesen, R.C.G. Haffner en F.C. Ozbugday (2013), A global perspective on the long term impact of increased energy efficiency, in: F. Sioshansi (ed), Energy efficiency: towards the end of demand growth, Elsevier.

⁷ Bron: [Milieu Centraal](#) & [Gaslicht.com](#), geraadpleegd op 12 januari 2018.

3.2 Resultaten voor heel Nederland

In deze paragraaf presenteren we de modelresultaten voor het referentiescenario en de twee toekomstbeelden voor een warme gebouwde omgeving. Allereerst visualiseren wij het gegeven dat de warmtetransitie een sterke ruimtelijke component heeft: afhankelijk van een groot aantal lokaal specifieke factoren zijn op verschillende plekken verschillende vormen van duurzame warmte aantrekkelijker dan andere vormen. Figuren 1, 2 en 3 geven respectievelijk de startsituatie in 2017 en de toekomstige warmte-invullingsverdeling voor het laaghangend fruit scenario en het doelscenario weer in 2030.

Als uitgangspunt is het goed om op te merken dat in het doelscenario onder meer de gasprijs sterk moet stijgen (meer dan verdubbelen) om in 2030 de overstap van gas naar duurzame warmte rendabel te maken voor 80% van de Nederlandse huishoudens. Zie hiervoor tabel 1 voor de uitgangspunten van de scenario's, de gasprijs voor kleinverbruikers bedraagt in 2017 gemiddeld 0,63 €/m³ (waarvan 0,31 €/m³ energiebelasting). In het doelscenario stijgt de gasprijs voor kleinverbruikers tot 1,47 €/m³ in 2030, voornamelijk vanwege een stijging van de energiebelasting met 0,52 €/m³ tot en met 2030 (prijsspeil 2017).

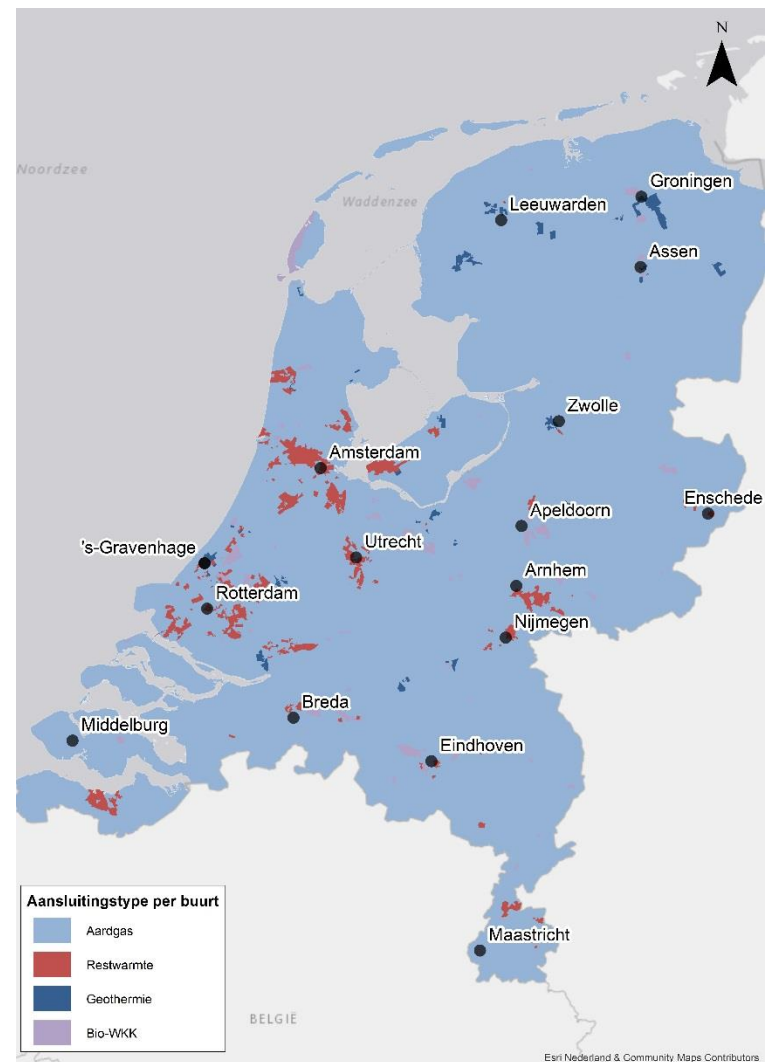
Vanuit figuren 1, 2 en 3 is het mogelijk om een aantal patronen te onderscheiden:

- Gebieden met een hoge warmte dichtheid, stedelijke gebieden met een hoge addressendichtheid, zijn vaker aantrekkelijk voor collectieve warmtevoorzieningsopties dan gebieden met een lage warmte dichtheid – landelijke gebieden met een lage addressendichtheid.
- In het laaghangend fruitscenario ontstaan er op veel plekken uitbreidingen van bestaande restwarmte netten en nieuwe restwarmte, geothermie en bio-WKK netten. Verwarming met de elektrische warmtepomp blijft echter op veel plekken uit, er is in het laaghangend fruit scenario veelal nog geen positieve business case voor de elektrische warmtepomp te maken.
- In het doelscenario stapt een substantieel gedeelte van de huidige aardgasgebruikers in de gebouwde omgeving over op de elektrische warmtepomp, ongeveer 62% van de Nederlandse huishoudens.
- Opvallend is dat de groei van collectieve warmtevoorziening in de periode 2017 – 2030 minder sterk stijgt in het doelscenario: Van ongeveer 4% naar 18% van de Nederlandse huishoudens.

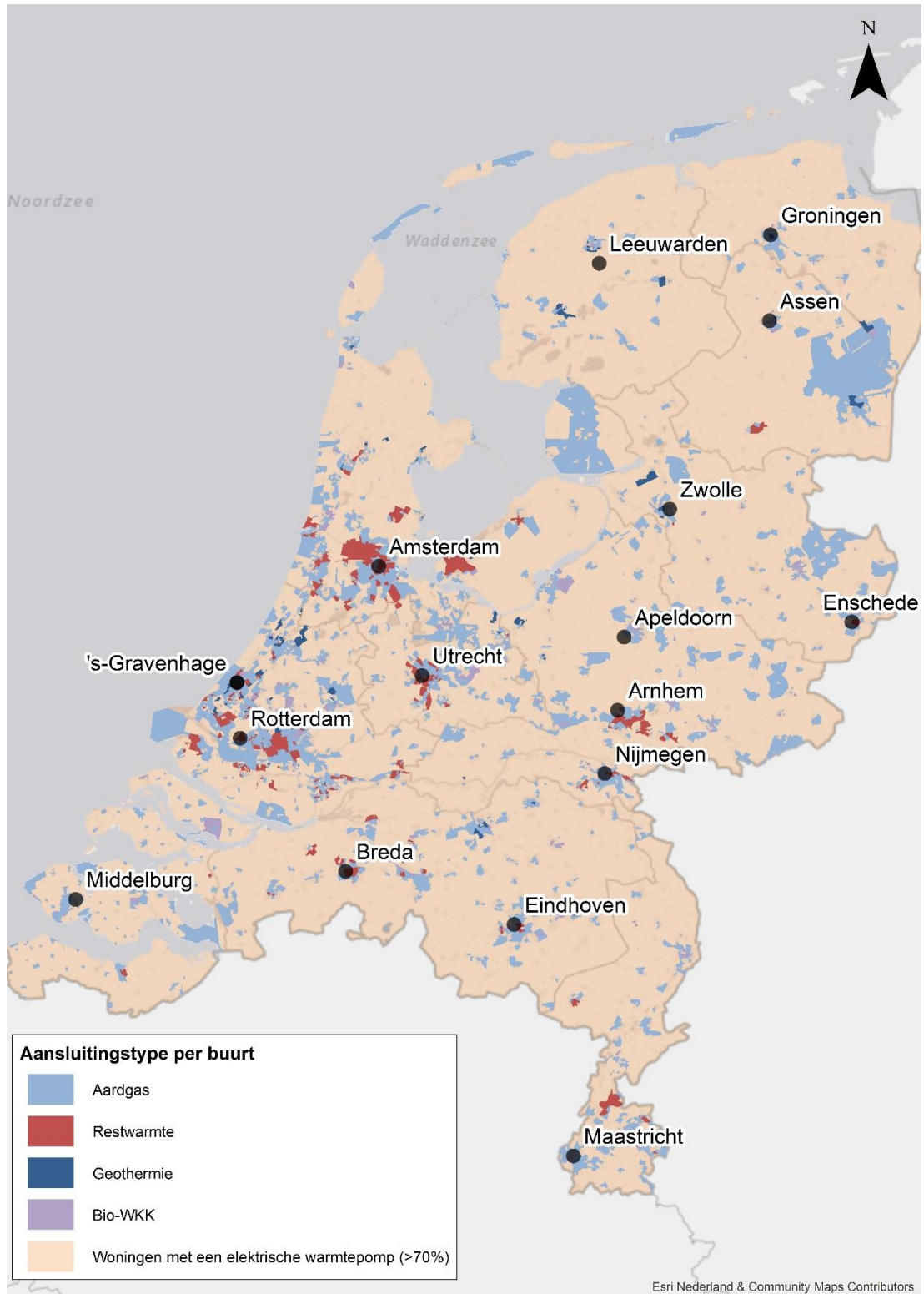
Figuur 1 Startsituatie: warmte-invuiling naar aansluitingstype voor de gebouwde omgeving in 2017



Figuur 2 Laaghangend fruit scenario: warmte-invuiling naar aansluitingstype voor de gebouwde omgeving in 2030



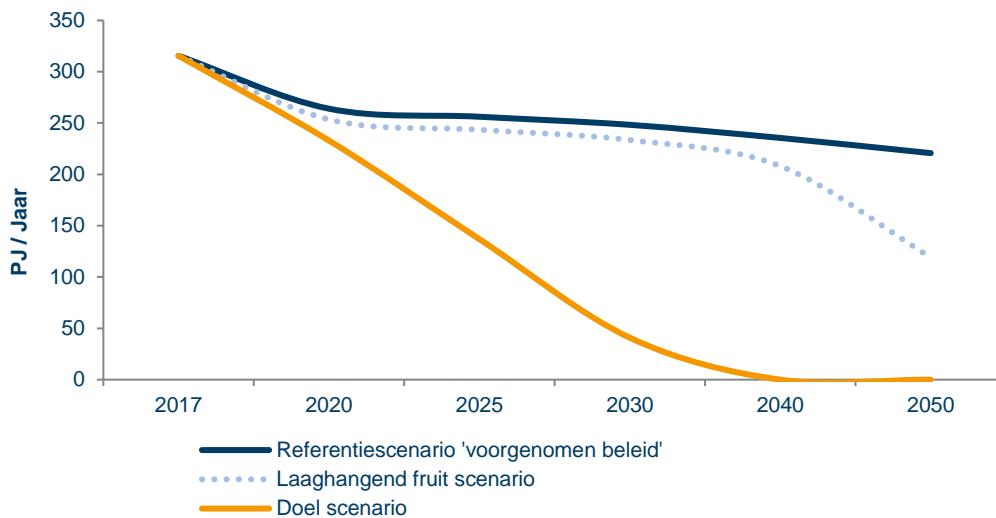
Figuur 3 Doelscenario: warmte-invulling naar aansluitingstype voor de gebouwde omgeving in 2030



In de omschakeling van aardgas naar duurzame warmte wordt het gaandeweg steeds aantrekkelijker om woningen te isoleren. Gedreven door beleidskeuzen (belastingen, subsidies en verplichtingen) en ontwikkelingen op het gebied van kostenreducties (leereffecten en schaalvoordelen) leidt een hogere isolatiegraad daarmee tot een lagere warmtevraag (en dus ook gasvraag). Figuur 4 geeft de gecombineerde impact van omschakelen naar een alternatief voor aardgas en het isoleren weer voor het gasverbruik van zowel bestaande als nieuwbouwwoningen in

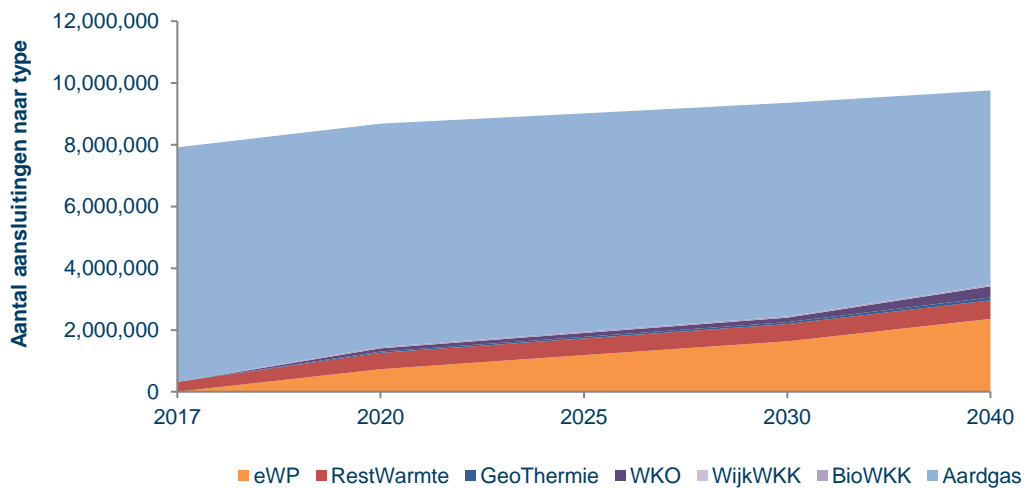
de periode 2017 – 2040. Figuur 5 en 6 geven het gecombineerde effect voor respectievelijk het laaghangend fruit scenario en het doelscenario weer voor de aantallen per aansluitingstype.

Figuur 4 Gasverbruik in van de woningsector in Peta joules: Het effect van de omschakeling van aardgas naar duurzame warmte – een combinatie van isoleren en alternatieve warmte-invullingsopties.

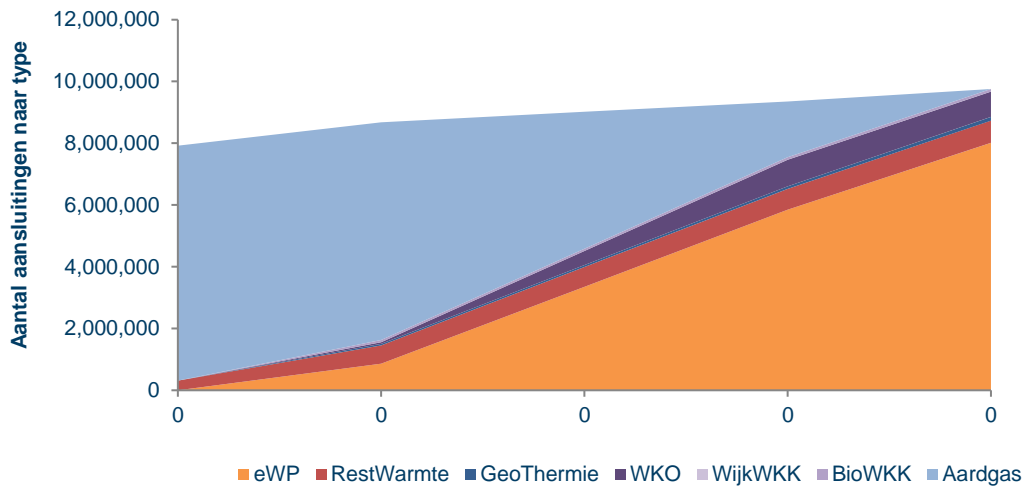


Nota Bene: De data-lijn voor het laaghangend fruit scenario is gestippeld omdat dit scenario is doorgerekend om te onderzoeken in welke buurten men met relatief weinig extra beleidsmaatregelen een omschakeling van aardgas naar duurzame warmte kan realiseren. Het daadwerkelijke tijdspad in het laaghangend fruit scenario is daarom niet van belang.

Figuur 5 Laaghangend fruit scenario: het laaghangend fruit omvat in eerste instantie voornamelijk collectieve warmtevoorzieningsopties. Vervolgens wordt de elektrische warmtepomp kostenrendabel wanneer de investeringskosten dalen en het alternatief, aardgas, duurder wordt. Het overgrote deel van de Nederlandse woningen blijft in het laaghangend fruit scenario aangesloten op aardgas in 2030: 73,9%, tegenover 77,9% in het referentiescenario in 2030.

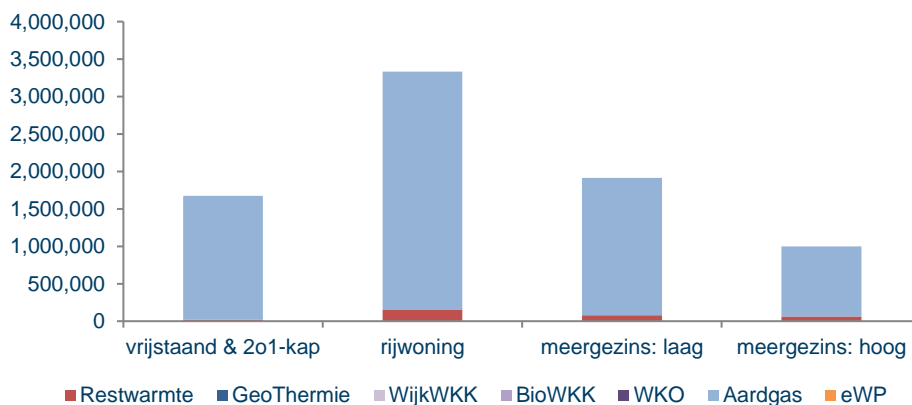


Figuur 6 Doelscenario: In het doelscenario daalt het aandeel gas met toenemende snelheid voornamelijk dankzij de ingroei van de elektrische warmtepomp, gevolgd door WKO en door restwarmte voorziene collectieve netten. In dit scenario is in 2030 80,6% van de Nederlandse woningen 'gasloos'.

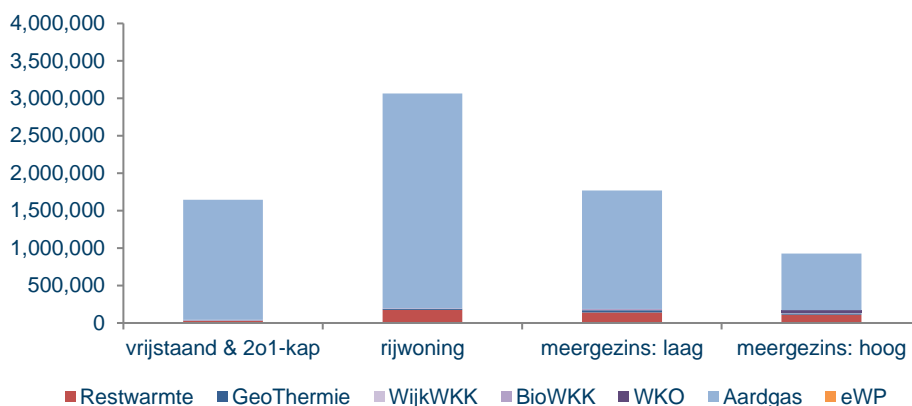


Voor verschillende gebouwtypen zijn verschillende warmte-opties aantrekkelijker dan andere
 Afhankelijk van het woningtype verschilt het energiegebruik en de kosten om de woning te isoleren. Het isoleren van woningen is noodzakelijk als je in de bestaande bouw wilt overstappen van aardgas naar de elektrische warmtepomp. Overeenkomstig met dit gegeven verschilt de warmte-invulling dan ook op basis van het woningtype. Figuren 7, 8 en 9 illustreren de uitwerking van dit gegeven voor vier woningcategorieën in de bestaande bouw voor respectievelijk, de startsituatie in 2017 en de warmte-invulling in 2030 voor het laaghangend fruit scenario en het doelscenario. Opvallend om te vernemen is dat voor met name meergezinswoningen (voornamelijk flats en appartementen) de overstap van aardgas naar gasloos pas later rendabel wordt, tenzij er collectieve warmtevoorzieningsopties geografisch nabijgelegen aanwezig zijn. Goed om te vermelden is dat de aantallen woningen in Figuur 7 verschillen met die van de aantallen in Figuur 8 en Figuur 9, in de woningbouw scenario's wordt namelijk rekening gehouden met sloop van bestaande woningen in de periode 2017 – 2030.

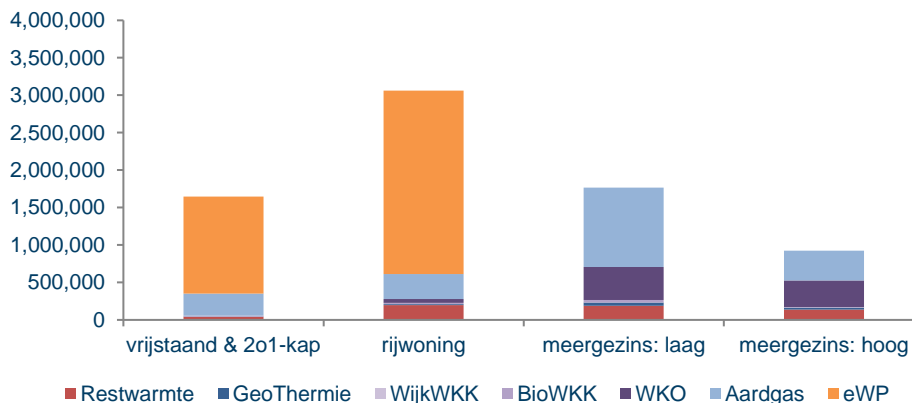
Figuur 7 Startsituatie in 2017: Verdeling van het aansluitingstype naar vier woningcategorieën. Het overgrote aandeel van de woningen is in 2017 aangesloten op aardgas (ongeveer 96%).



Figuur 8 Laaghangend fruit scenario in 2030: In de bestaande bouw is er slechts in beperkte mate ‘laag hangend fruit’ beschikbaar voor een overstap van gas naar duurzame warmte. Dit geldt voor alle vier de typen woningcategorieën.



Figuur 9 Doelscenario in 2030: Richting 2030 wordt er in de bestaande bouw een ‘omslagpunt’ bereikt waardoor investeren in duurzame warmte aantrekkelijker wordt dan het geleidelijk duurder wordende aardgas. In eerste instantie zullen voornamelijk vrijstaande huizen, twee-onder-één-kappers en rijwoningen een positieve business case verkrijgen voor een investering in duurzame warmte.



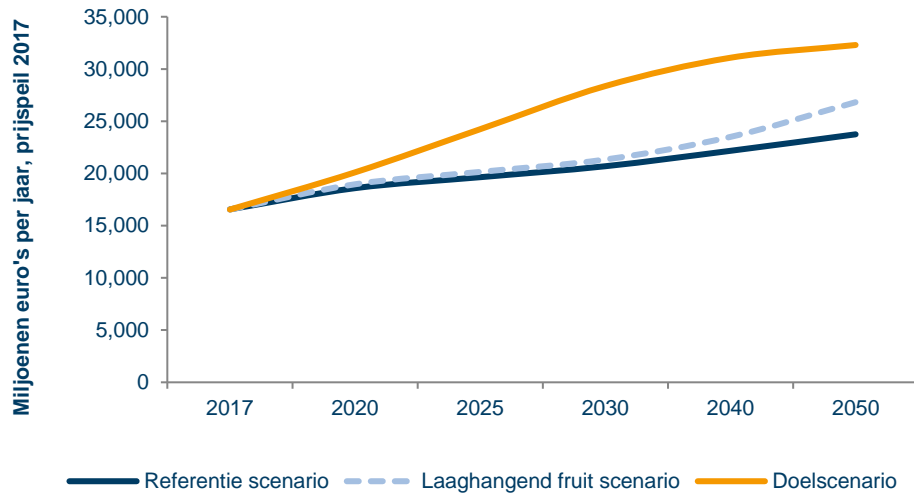
Ten opzichte van 2017, stijgen in alle drie de scenario's de kosten voor de energievoorziening van de gebouwde omgeving in de periode 2017 – 2030.

De geschetste transitiepaden in de figuren 1 tot en met 9 laten zien welke impact de gekozen beleidsscenario's hebben op de warmte-invulling van de Nederlandse woningsector. De gestage en respectievelijk snelle groei van alternatieven voor aardgas in het laaghangend fruit scenario en doelscenario gaan er echter vanuit dat de Nederlandse overheid stuurt door aardgas duurder te maken, elektriciteit goedkoper, subsidies te verlenen en huishoudens te verplichten om te investeren bij een positieve business case voor een alternatief voor aardgas.

Deze keuzen leiden ertoe dat huishoudens en bedrijven minder energie gaan gebruiken, dankzij isolatie, en andere energie gaan gebruiken – van gas los. Deze ontwikkeling leidt ertoe dat de energielasten dalen. Tegelijkertijd, moeten huishoudens en bedrijven om dit mogelijk te maken investeren in hun gebouwen, en moeten energiebedrijven en netbeheerders investeren in nieuwe warmte-opwekinstallaties en infrastructuur. De afname in energielasten kan de toename in investeringskosten echter niet volledig compenseren. Hierdoor zullen de kosten voor de energievoorziening van de gebouwde omgeving in de periode 2017 – 2030 toenemen in alle drie de scenario's. Figuur 10 illustreert deze ontwikkeling door de maatschappelijke kosten voor de energievoorziening van de gebouwde omgeving weer te geven in de tijd. Belangrijk om te

vermelden is dat het hier om de *kosten* gaat, dit is dus exclusief transfers zoals subsidies en de (energie)belastingen.

Figuur 10 Maatschappelijke kosten voor de energievoorziening van de gebouwde omgeving in 2030. Het percentage woningen dat gasloos kan zijn in 2030 met de weergegeven maatschappelijke kosten bedraagt 22,1% in het referentiescenario, 26,1% in het laaghangend fruit scenario en 80,6% in het doelscenario.



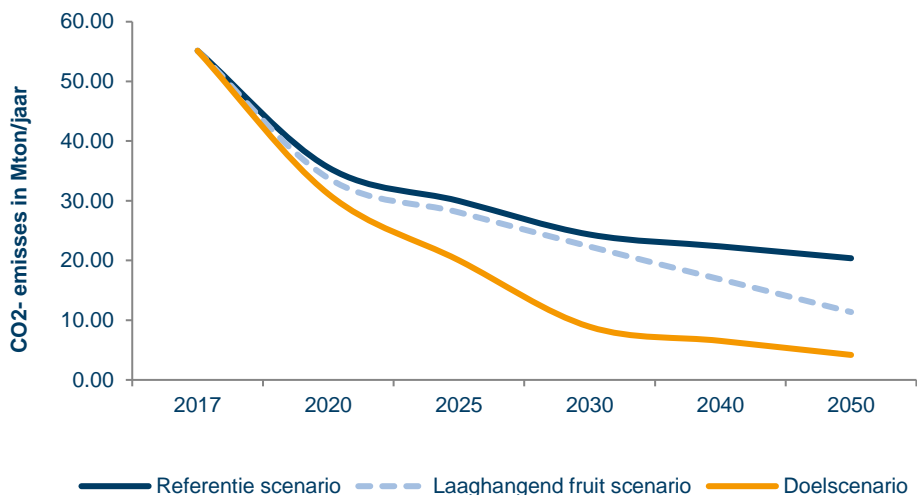
Nota bene: Onder de maatschappelijke kosten vallen alle kosten voor de energievoorziening van de gebouwde omgeving: dit omvat alle investeringskosten (e.g. gebouwisolatie, elektrische warmtepomp en restwarmte uitkoppeling), onderhouds- en beheerskosten (e.g. de energienetten, WKO-systemen en geothermie systemen), energiekosten (elektriciteit – inclusief licht en apparaten, gas, warmte en brandstoffen) en de kosten gerelateerd aan het emitteren van CO₂; berekend met CO₂ prijs prognoses vanuit de studie Welvaart en Leefomgeving 2015 (CPB & PBL, 2015) – Scenario WLO Hoog)

De CO₂-emissies van de gebouwde omgeving als geheel zullen in de periode 2017 – 2030 in alle drie de scenario's sterk dalen, maar in het doelscenario groeit men substantieel sneller toe naar een volledig klimaat neutrale woningsector.

Figuur 11 illustreert de totale CO₂-emissies van de volledige gebouwde omgeving. Het verloop van de CO₂-emissies in deze grafiek kan worden verklaard door drie trends:

- 1. Groei duurzame elektriciteitsproductie.** Gedreven door de verdergaande invoeding van duurzame elektriciteit zal de CO₂-intensiteit van elektriciteit in de komende jaren sterk dalen in Nederland. Hierdoor zullen in alle drie de scenario's de CO₂-emissies van de gebouwde omgeving als geheel mee dalen.
- 2. Een afnemende warmtevraag.** Dankzij een verbeterende isolatiegraad van gebouwen in alle drie de scenario's zal de warmtevraag per gebouw en tevens de totale warmtevraag van alle gebouwen samen dalen (ondanks de netto toename van het aantal gebouwen). De verbetering van de isolatie graad gaat het snelst in het doelscenario, gevolgd door het laaghangend fruit scenario en het referentiescenario.
- 3. De omschakeling van aardgas naar duurzame warmte.** Tenslotte draagt de omschakeling van aardgas naar duurzame warmtevoorzieningsoplossingen, zoals stadsverwarming en de elektrische warmtepomp, bij aan een afname van de CO₂-emissies. Zowel stadsverwarming als de elektrische warmtepomp hebben namelijk een lagere CO₂-intensiteit dan de traditionele (hoogrendements) gasketel.

Figuur 11 CO₂-emissies van de volledige gebouwde omgeving: Bestaande en nieuwbouw-woningen, utiliteit en glastuinbouw. Ter referentie, de weergegeven CO₂-emissies hangen samen met de volgende percentages woningen gasloos in 2030: 22,1% in het referentiescenario, 26,1% in het laaghangend fruit scenario en 80,6% in het doelscenario.



3.3 Resultaten voor een voorbeeldgemeente: Woerden

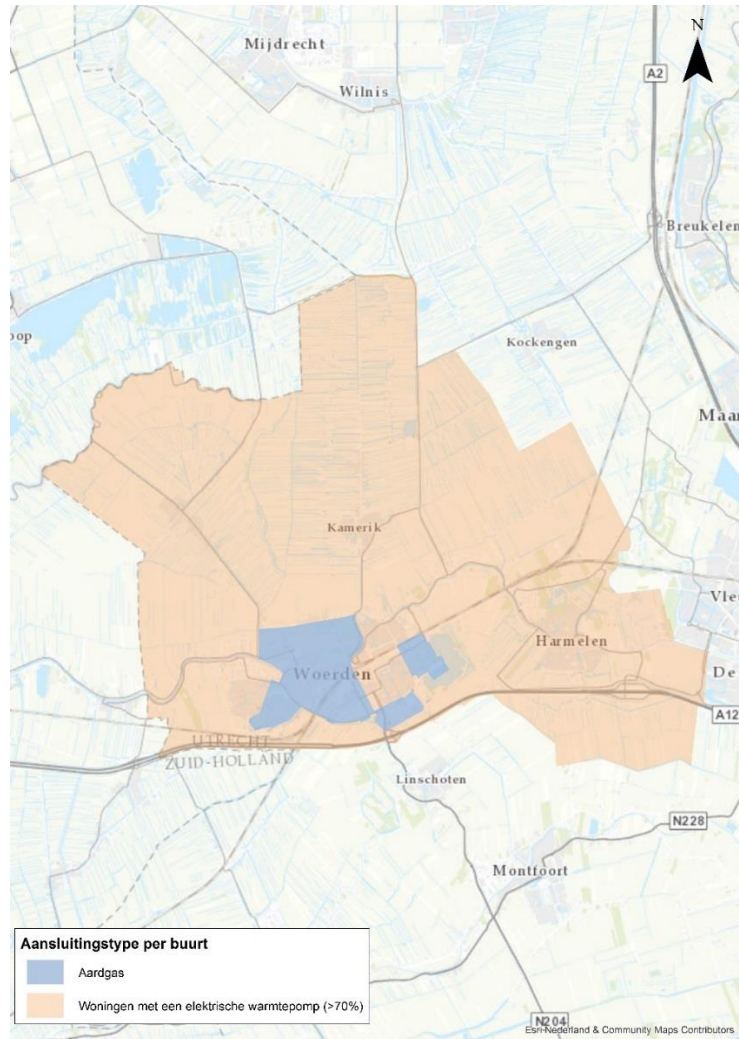
De transitie van gas naar duurzame warmte is een lokale tot regionale aangelegenheid. Aan de hand van een voorbeeldgemeente, de gemeente Woerden, wordt in deze paragraaf toegelicht hoe de transitie technisch-economisch gezien verloopt in de drie doorgerekende scenario's.

In 2017 wordt Woerden volledig verwarmd met behulp van aardgas. In zowel het referentiescenario als het laaghangend fruit scenario worden duurzame warmte alternatieven overwegend niet rendabel in Woerden in 2030. In het doelscenario is dat anders: het overgrote deel van de woningen kan rendabel omschakelen naar duurzame warmte alternatieven in 2030, met uitzondering van met name de woningen in de historische stadskern van de gemeente. Figuur 12 en Figuur 13 tonen respectievelijk de ruimtelijke warmte-invulling en de verdeling van het aansluitingstype van de woningen in 2030 voor het doelscenario weer voor de gemeente Woerden.

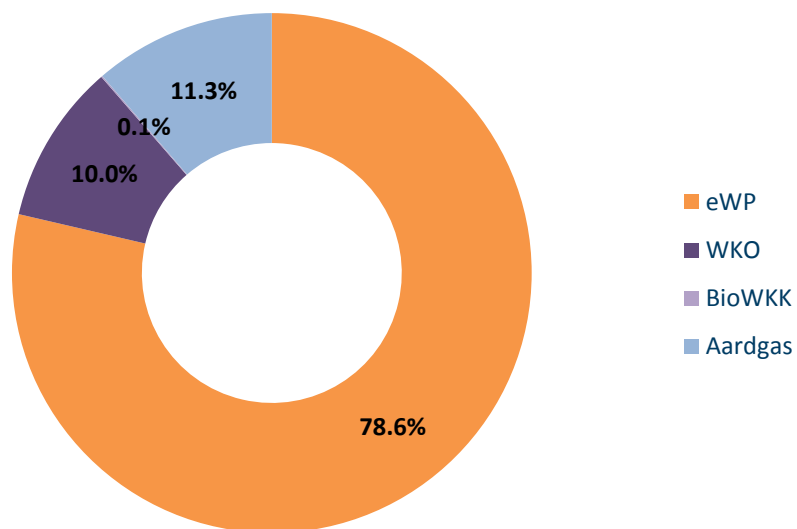
In de modelruns met het VESTA+ model is er gewerkt met een 'gebiedscontouren kaart voor geothermie' op basis waarvan wordt bepaald of het wel of niet mogelijk is om geothermie te herwinnen op een bepaalde plek. In deze studie is gebruik gemaakt van de gebiedscontouren kaarten van het Planbureau voor de Leefomgeving⁸. In Woerden is er vanuit gegaan dat er géén economisch herwinbare geothermie bron aanwezig is. Verder, is het VESTA+ model zoals besproken, enkel in staat om hoge tot midden-temperatuur warmtenetten door te rekenen, voor beide typen warmtenetten is er geen warmtebron beschikbaar in Woerden. Dit beperkt het aantal beschikbare collectieve warmtevoorzieningsopties in de gemeente Woerden tot bio-WKKs, wijk-WKKs en WKO-systemen. Het vierde beschikbare alternatief voor gas dat overblijft is de elektrische warmtepomp. In Woerden stapt in het doelscenario gedurende de periode 2017-2030 het overgrote deel van de woningen over van aardgas naar de elektrische warmtepomp, gevolgd door WKO-systemen een enkel Bio-WKK net en aardgas – zie Figuur 12 en Figuur 13.

⁸ Zie de algemene beschrijving van het VESTA+ model – 'Het Vesta MAIS ruimtelijk energiemodel voor de gebouwde omgeving', Planbureau voor de Leefomgeving (2017). Bron: <http://www.pbl.nl/publicaties/het-vesta-mais-ruimtelijk-energiemodel-voor-de-gebouwde-omgeving-algemene-beschrijving>

Figuur 12 Doelscenario: warmte-inulling naar aansluitingstype voor de gebouwde omgeving in 2030



Figuur 13 Doelscenario: In 2030 zijn de meeste woningen in Woerden van gas overgestapt naar de elektrische warmtepomp, gevolgd door collectieve oplossingen zoals WKO netten en een BioWKK net. In 2030 telt de gemeente Woerden ongeveer 27500 woningen.



Validatie resultaten voorbeeldgemeente Woerden

Eind 2016 heeft Greenvis Energy Solutions gedetailleerde 'kansenkaarten voor duurzame warmte' voor de Provincie Utrecht opgesteld waarin de technisch-economische haalbaarheid van duurzame warmte alternatieven is onderzocht⁹. Voor de gemeente Woerden identificeerden zij een vijftal lage temperatuur warmtebronnen welke mogelijk zouden kunnen worden gebruikt als bron voor een lage temperatuur warmtenet. Van deze vijf bronnen, werden er twee als 'economisch haalbaar' gekenmerkt: industriële restwarmte vanuit een nabijgelegen steenfabriek en een datacentrum. Beide bronnen betreffen lage-temperatuur restwarmte, dit geeft twee mogelijke toepassingen: (1) de warmte zou kunnen worden opgewaardeerd (met bijvoorbeeld een hulpwarmteketel of industriële elektrische warmtepomp), zodat het met relatief weinig aanpassingen aan de bestaande bouw geleverd kan worden, óf (2) de bestaande woningen kunnen investeren in isolatie tot minimaal label A en een lage temperatuur afgifte systeem, zodat zij kunnen worden aangesloten op het lage temperatuur warmtenet.

Van zowel de steenfabriek als het datacentrum is de lange termijn beschikbaarheid van warmte echter op dit moment onzeker¹⁰. Desalniettemin is er mogelijk een business case te maken voor een lage temperatuur warmtenet in Woerden met genoemde bronnen, of andere toekomstige bronnen. Met behulp van het VESTA+ model konden wij niet toetsen of deze bronnen inderdaad economisch rendabel kunnen worden benut onder de voorwaarden van de drie scenario's uit deze studie.

3.4 Conclusies over de technisch-economische component van de warmtetransitie

In dit hoofdstuk zijn drie verschillende mogelijke transitiepaden voor de transitie van gas naar duurzame warmte besproken: een referentiescenario met 'voorgenomen beleid', een laaghangend fruit scenario en een doelscenario. In het doelscenario is de ambitie om in 2030 80% van de Nederlandse woningen van gas los te verkrijgen vertaald naar het benodigde pakket van beleidsmaatregelen om een positieve business case te creëren voor voldoende woningen om van gas naar duurzame warmte over te stappen. Gegeven dit pad kunnen een aantal hoofdconclusies worden getrokken.

Ruimtelijke component. De doorberekeningen met het VESTA+ model onderstrepen dat gebieden met een hoge warmte dichtheid (stedelijke gebieden met een hoge addressendichtheid) vaker aantrekkelijk zijn voor collectieve warmtevoorzieningsopties dan gebieden met een lage warmte dichtheid (landelijke gebieden met een lage addressendichtheid). Interessant om te vernemen is dat collectieve warmtevoorzieningsopties eerder kostenrendabel worden dan individuele verwarmingsopties zoals de elektrische warmtepomp.

Energie. De dominante technologie verschuift in 2030 in het doelscenario van aardgas naar isolatie plus de elektrische warmtepomp (62% van de woningen). Daarnaast groeit in dit scenario het aandeel stadsverwarming van 4% in 2017 naar 18% in 2030¹¹. Gebruikte bronnen zijn restwarmte, geothermie, WKO-systemen, en bio-WKKs. De resterende 20% van de woningen blijft tot 2030 aangesloten op aardgas.

⁹ Bron: Greenvis (2016), Kansenkaarten warmte Provincie Utrecht: Beschrijving afwegingskader kansenkaart warmte.

¹⁰ Bron: Interview met Olaf Terlouw, accountmanager bedrijven en duurzaamheid, gemeente Woerden – donderdag 14 december 2017.

¹¹ Mogelijk kan in werkelijkheid echter een groter aandeel van de woningen worden aangesloten op een warmtenet wanneer ook lage temperatuur warmtebronnen kunnen worden ontsloten. In de gedane berekeningen is hier geen rekening mee gehouden.

Kosten. De maatschappelijke kosten per jaar voor de energievoorziening van de gebouwde omgeving stijgen in alle drie de scenario's. Voornamelijk vanwege de stijging van de energiebelasting op aardgas wordt de business case voor investeringen in duurzame warmte richting 2030 gunstiger. De *uitgaven* van energiegebruikers verschuiven daarmee van aardgasgebruik, naar investeringen in isolatie en alternatieve opwekmethoden. In 2017 bedragen de maatschappelijke kosten voor de energievoorziening van de gebouwde omgeving 16,6 miljard euro per jaar. Deze kosten nemen geleidelijk toe tot en met 2030 tot respectievelijk 20,7 miljard in het referentiescenario (22,1% van de woningen gasloos), 21,3 miljard in het laaghangend fruit scenario (26,1% van de woningen gasloos) en 28,4 miljard in het doelscenario (80,6% van de woningen gasloos) – alle bedragen uitgedrukt in euro's, prijspeil 2017. Let wel, de maatschappelijke kosten omvatten enkel de *kosten* voor de energievoorziening, transfers tussen actoren worden buiten beschouwing gelaten (energie belastingen en subsidies).

De CO₂-emissies van de gebouwde omgeving als geheel zullen in de periode 2017 – 2030 in alle drie de scenario's sterk dalen; ten opzichte van 2017 respectievelijk, -56% in het referentiescenario, -60% in het laaghangend fruit scenario en -84% in het doelscenario. Drie trends liggen ten grondslag aan de daling van de CO₂-emissies: (1) de groei van duurzame elektriciteitsproductie – deze verlaagt de CO₂-intensiteit van elektriciteit in de komende jaren, (2) een afnemende warmtevraag – dankzij een verbeterende isolatiegraad van gebouwen, en (3) de omschakeling van aardgas naar duurzame warmte – deze omvat stadsverwarming én de elektrische warmtepomp. De scenariodoorrekeningen laten zien dat men in het doelscenario substantieel sneller toe beweegt naar een volledig klimaat neutrale woningsector dan het geval is in het laaghangend fruit scenario en het referentiescenario.

4 De sociaal-economische component van de warmtetransitie

4.1 Het bewegen van mensen, bedrijven en de overheid

Om het transitiedoel van 80% van de woningen van gas los in 2030 te bereiken is een positieve business case voor alternatieve warmtevoorzieningsoplossingen alleen niet voldoende. Voor de benodigde snelheid om het genoemde transitiedoel te halen moet er aan een aantal aanvullende randvoorwaarden worden voldaan. Deze randvoorwaarden omvatten onder andere: (1) het wegnemen van financiële belemmeringen voor huishoudens, (2) het uitwerken van een aantal reguleringsvraagstukken (zoals de mogelijkheid voor gemeenten om de regie te nemen), en (3) voldoende arbeidskrachten.

- 1. Het wegnemen van financiële belemmeringen voor huishoudens.** Allereerst start dit hoofdstuk met een analyse van het investeringsvermogen van huishoudens. Hiertoe worden in paragraaf 4.2 de Nederlandse huishoudens eerst onderverdeeld in persona's om een idee te verkrijgen van de benodigde investeringen waar een zestal 'typische huishoudens' voor zal komen te staan. Vervolgens wordt de benodigde investering vergeleken met de vermogenspositie van de persona's in paragraaf 4.3. Paragraaf 4.4 beschrijft een aantal mogelijkheden om financiële drempels en praktische uitdagingen voor huishoudens weg te nemen.
- 2. Het uitwerken van een aantal reguleringsvraagstukken.** Vervolgens gaan wij in op mogelijke belemmeringen op maatschappelijk niveau. Paragraaf 4.5 gaat in op de noodzaak voor een regierol voor gemeenten en aanpassingen van wet- en regelgeving die in ieder geval nodig zijn.
- 3. Voldoende arbeidskrachten.** De warmtetransitie is arbeidsintensief en vraagt om de inzet van technisch geschoold personeel. Paragraaf 4.6 geeft een overzicht van maatregelen die nodig zijn om tekorten op de arbeidsmarkt zo veel mogelijk te voorkomen.

Tenslotte sluit paragraaf 4.7 het hoofdstuk af met conclusies over wat de sociaaleconomische component betekent voor de transitie van gas naar duurzame warmte.

4.2 De warmtetransitie voor zes 'typische huishoudens', ofwel, persona's

De warmtetransitie vergt substantiële investeringen van huishoudens, bedrijven, energiebedrijven en de overheid. Om inzicht te verkrijgen in de grootte van de investeringsuitdaging waar 'typische huishoudens' mee te maken zullen krijgen onderzoeken we in deze paragraaf hoe het inkomen van huishoudens zich verhoudt tot de hoogte van de benodigde investeringen voor een zestal 'typische huishoudens'. De hoogte van de benodigde investeringen hangt samen met het doorgerekende scenario, immers, in het referentiescenario komen huishoudens op andere warmteinvullingsopties uitkomen dan in het doelscenario.

In de 'Kerncijfers Wijken en buurten' van het CBS zijn er kerncijfers opgenomen over alle wijken en buurten in Nederland. Om aan te sluiten bij de buurtindeling in het VESTA+ model maken wij gebruik van de cijfers uit 2014, welke we vervolgens aan de modelresultaten vanuit VESTA+ koppelen. Op basis van de CBS data classificeren wij de Nederlandse buurten onder in zes persona's, die symbool staan voor de 'typische huishoudens' welke voornamelijk voorkomen in

deze buurten¹². De onderverdeling van de classificatie vindt plaats aan de hand van 2 variabelen: het inkomen (laag, midden of hoog) en het energiegebruik (laag of hoog).

Als grenswaarden voor de drie inkomenscategorieën sluiten we aan bij veelal gebruikte normen. Inkomens onder 110% van het sociale minimum¹³ vallen in de categorie 'lage inkomens'. Inkomens boven tweemaal het gemiddelde inkomen in Nederland ($34200 * 2 = 68400$)¹⁴ vallen in de categorie 'hoge inkomens'. Inkomens tussen de twee genoemde grenswaarden worden gecategoriseerd als 'middeninkomens'. Voor het energiegebruik wordt de gemiddelde energieconsumptie voor elektriciteit, gas en warmte per buurt bekeken. Wanneer het gemiddelde energieverbruik van de buurt onder het gemiddelde valt, categoriseren we de buurt als 'laag energiegebruik' en wanneer het gemiddelde energieverbruik van de buurt boven het gemiddelde valt, categoriseren we de buurt als 'hoog energiegebruik'.

Tabel 2 geeft de onderverdeling van persona's weer, alsmede een voorbeeld van een 'typisch huishouden' in deze buurt en de meest voorkomende investering welke dit 'typische huishouden' maakt volgens het doelscenario. Figuur 14 en 15 laten respectievelijk het aantal en de ruimtelijke verdeling van de verschillende persona's in Nederland zien. De categorie 'onbekend' is meegenomen wanneer er informatie over het inkomen of energiegebruik miste om de buurt te kunnen indelen in een persona categorie.

Een belangrijke observatie over Figuur 14 en 15 is dat het leeuwendeel van de Nederlandse buurten in de categorie 'midden inkomens' met een laag of hoog energiegebruik vallen (Persona 3 en Persona 4). In tabel 2 is te zien dat de meest voorkomende investering voor deze groep rond de 18.500 euro per huishouden zal zijn (elektrische warmtepomp plus isolatie). Vooruitlopend op de bespreking van paragraaf 4.3, waar naar de vermogenspositie van Nederlandse huishoudens wordt gekeken kan worden opgemerkt dat deze investeringsgrootte naar verwachting een substantiële uitdaging kan vormen voor deze huishoudens. De mogelijkheden voor het wegnemen van financiële belemmeringen voor huishoudens worden besproken in paragraaf 4.4.

¹² Nota bene: De geografische vaststelling van de CBS buurtindeling heeft plaatsgevonden door te kijken naar geografische afbakeningen waarbinnen zich geharmoniseerde groepen huishoudens bevinden met gelijkende waarden voor een groot aantal sociaal demografische factoren. Dit gegeven maakt het mogelijk om op buurtniveau een analyse uit te voeren over 'typische huishoudens' omdat de meeste huishoudens over gelijkende demografische factoren beschikken binnen een buurt. Desalniettemin blijft de onderverdeling van persona's een gemiddelde weergave van een specifieke buurt waarbinnen zeer goed substantiële verschillen kunnen bestaan in termen van inkomen en energiegebruik.

¹³ Zie voor de vaststelling van het sociaal minimum de website van het UWV ([link](#)). Het sociaal minimum wordt vastgesteld op basis van een aantal kenmerken zoals bijvoorbeeld leeftijd en leefsituatie (gehuwd, ongehuwd, met of zonder kinderen).

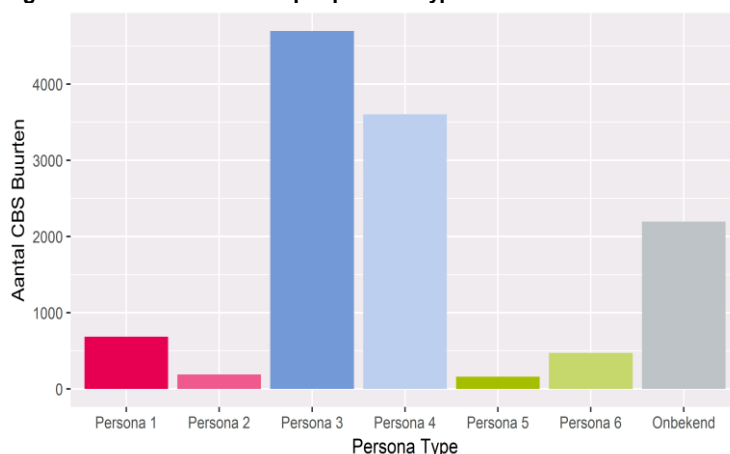
¹⁴ Zie CBS (2014), Inkomen en bestedingen: Inkomensverdeling huishoudens 2014 ([link](#)).

Tabel 2 Overzicht van meegenomen typen persona's waarover de analyse is uitgesplitst op buurtniveau

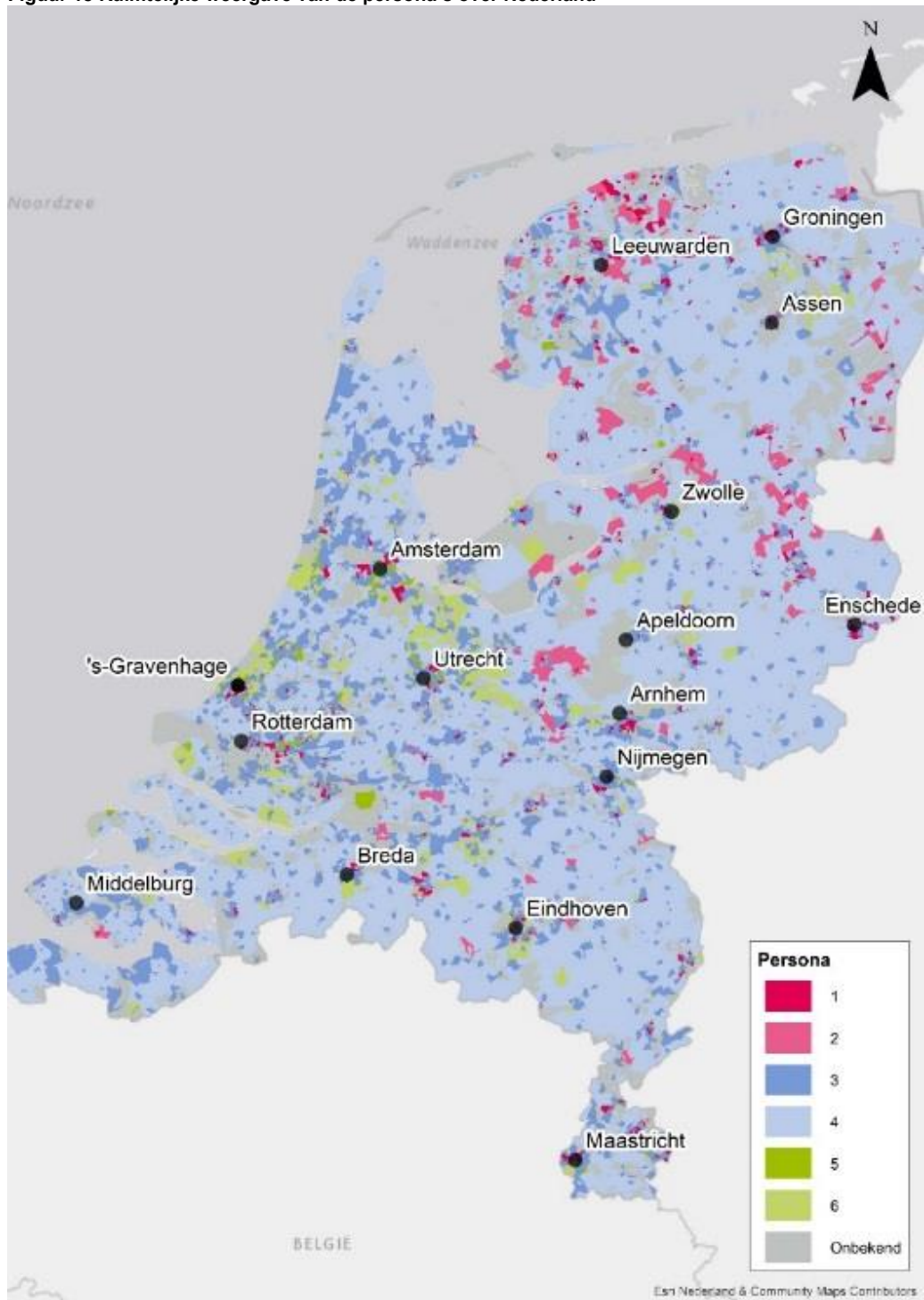
Persona's	Inkomen	Energiegebruik (elektriciteit, gas en warmte)	Meest voorkomende investering uit het doelscenario 2030
Persona 1	Laag	Laag	Aardgas, label B Meergezinswoning Benodigde investering: +/- 1200 euro voor het vervangen van de CV-ketel, +/- 5000 euro voor isolatie
Persona 2	Laag	Hoog	Elektrische warmtepomp, label A+ Rijwoning Benodigde investering: +/- 6000 euro voor het aanschaffen van een elektrische warmtepomp (lucht-water), +/- 12500 euro voor isolatie
Persona 3	Midden	Laag	Elektrische warmtepomp, label A+ Rijwoning Benodigde investering: +/- 6000 euro voor het aanschaffen van een elektrische warmtepomp (lucht-water), +/- 12500 euro voor isolatie
Persona 4	Midden	Hoog	Elektrische warmtepomp, label A+ Rijwoning Benodigde investering: +/- 6000 euro voor het aanschaffen van een elektrische warmtepomp (lucht-water), +/- 12500 euro voor isolatie
Persona 5	Hoog	Laag	Restwarmte, label A+ Twee onder één kap Benodigde investering: +/- 12500 euro voor isolatie
Persona 6	Hoog	Hoog	Elektrische warmtepomp, label A+ Vrijstaand huis Benodigde investering: +/- 6000 euro voor het aanschaffen van een elektrische warmtepomp (lucht-water), +/- 23470 euro voor isolatie
Onbekend			

Nota bene: De genoemde investeringsbedragen zijn indicatief: In het model zijn er 36 verschillende huistypen meegenomen waarvoor kengetallen zijn bepaald welke aangeven hoeveel het kost om te investeren in de verbetering van de schil en het aanschaffen van een elektrische warmtepomp. De genoemde bedragen in tabel 2 zijn een gemiddelde voor de genoemde woningcategorie.

Figuur 14 Aantallen buurten per persona type.



Figuur 15 Ruimtelijke weergave van de persona's over Nederland



Inzichten op basis van de persona verdeling in Nederland

In tabel 2 zijn de benodigde investeringen voor het meest voorkomende alternatief in een buurt met een bepaald persona type weergegeven. Twee van de drie persona's, beiden met een 'laag energiegebruik' (Persona 1 en Persona 5), komen in 2030 op een ander alternatief uit dan het meest gekozen alternatief in het doelscenario – de elektrische warmtepomp (ongeveer 62% van de Nederlandse huishoudens in 2030). Een mogelijke verklaring hiervoor is het gegeven dat de elektrische warmtepomp relatief duur is in aanschaf (rond de 6000 euro). Tegenover deze hoge investeringskosten staan echter lagere energielasten – elektriciteit wordt minder zwaarbelast dan aardgas in het doelscenario. Ondanks de lagere kosten voor elektriciteit dan voor gas is het echter moeilijk om een positieve business case te verkrijgen wanneer het energiegebruik laag is. Dit effect wordt versterkt wanneer men het huis beter isoleert waardoor het energiegebruik verder daalt – en daarmee dus ook het 'voordeel' van elektriciteit op gas.

Ruimtelijk, laten Figuur 16, 17 en 18 het verband zien tussen de persona's en de voorgestelde omschakeling in deze buurten voor het doelscenario.

De buurten met lage inkomens (Persona 1 en Persona 2), zie Figuur 16, blijken overwegend buiten de randstad te liggen. Omdat er in de landelijke gebieden verhoudingsgewijs minder restwarmte bronnen aanwezig zijn stappen deze huishoudens voornamelijk over op de elektrische warmtepomp (Persona 2) of blijven aangesloten op aardgas (Persona 1).

De grootste groep buurten valt in de categorie middeninkomens (Persona 3 en Persona 4). In Figuur 17 is dan ook te zien dat deze buurten over heel Nederland een brede dekking omvatten. Het meest gekozen alternatief in deze buurten is de elektrische warmtepomp (inclusief isolatie tot en met energielabel A+).

De buurten met hoge inkomens (Persona 5 en Persona 6), zie Figuur 18, blijken overwegend binnen de randstad te liggen. Vanwege het gegeven dat verhoudingsgewijs de meeste restwarmte bronnen zich in de randstad bevinden, denk bijvoorbeeld aan het havengebied Rotterdam en het havengebied Amsterdam, is het dan ook zo dat in de buurten met Persona 5 en Persona 6 er relatief vaak op stadsverwarming op basis van restwarmte zal worden overgestapt. Dit betekent dat verhoudingsgewijs een groter deel van de hoge inkomens naar verwachting lagere investeringskosten zullen hebben in de warmtetransitie dan de lagere inkomens (aangezien aansluiten op stadsverwarming goedkoper is dan het aanschaffen van een elektrische warmtepomp – waarvoor tevens isolatie tot en met label A+ benodigd is).

Extra aandacht voor de persona 2. Persona 2 valt in een categorie waar de energielasten bij het uitblijven van investeringen hoog zullen zijn, maar waar tevens de benodigde investeringskosten hoog zijn – terwijl het inkomen van dit persona type laag is. Vooruitlopend op het overzicht van de vermogenspositie van Nederlandse huishoudens is Persona 2 dan ook een persona dat extra aandacht be vraagt.

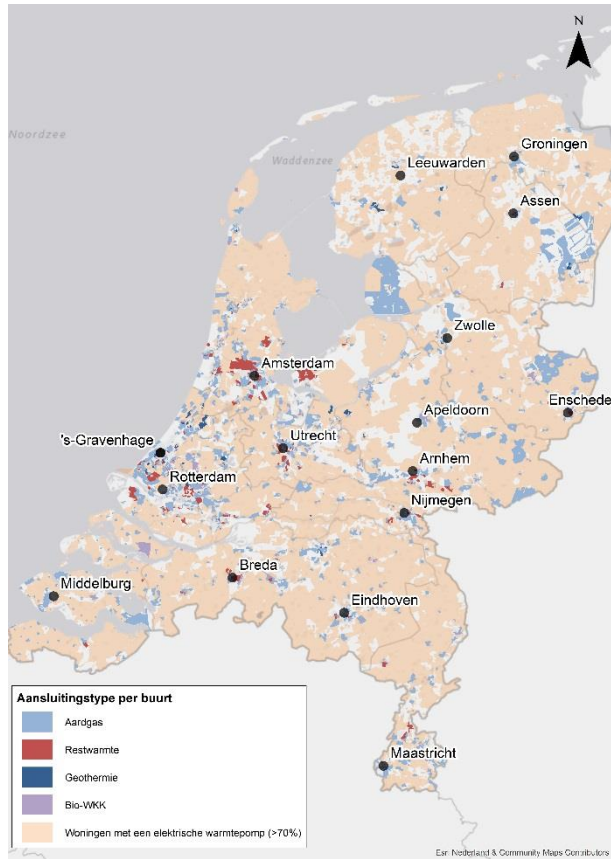
Koopsector versus huursector

De analyse omtrent de benodigde investeringen en de koppeling tussen de benodigde investering en de vermogenspositie van Nederlandse huishoudens (paragraaf 4.3) is met name interessant voor de koopwoningensector. In deze sector bevinden zich de huiseigenaren die zélf ervoor kunnen kiezen om te investeren in duurzame warmte. In de huursector, zijn huisgebruikers veelal afhankelijk van de keuzen van hun particuliere of institutionele verhuurder. In de huursector heeft de rijksoverheid echter wel meer mogelijkheden om de transitie van gas naar duurzame warmte te sturen. Denk bijvoorbeeld aan convenanten met of verplichtingen voor woningcorporaties om een gedeelte van hun portfolio te verduurzamen, al dan niet met behulp van planmatige ondersteuningsprojecten.

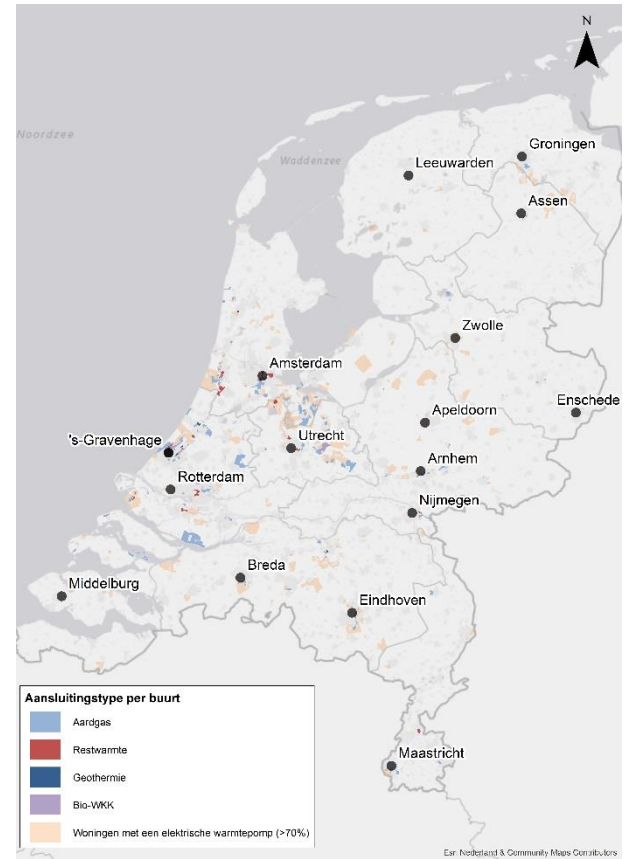
Figuur 17 Persona 1 én persona 2: Voorgestelde warmte-invalings optie per buurt in 2030 volgende het doelscenario



Figuur 18 Persona 3 én persona 4: Voorgestelde warmte-invalings optie per buurt in 2030 volgende het doelscenario



Figuur 16 Persona 5 én persona 6: Voorgestelde warmte-invalings optie per buurt in 2030 volgende het doelscenario



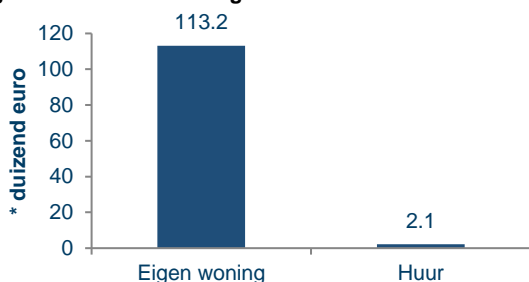
4.3 Vermogenspositie Nederlandse huishoudens

Het isoleren of aanschaffen van een warmtepomp vergt een substantiële investering. Vooral voor huishoudens met een laag vermogen kan dit een drempel vormen. Figuur 19 suggereert dat het mediane vermogen van woningeigenaren voldoende zou moeten zijn om investeringen te kunnen financieren. Figuur 20 laat echter zien dat het vermogen ongelijk verdeeld is (in de cijfers zijn ook huishoudens die huren opgenomen). Daarbij moet ook bedacht worden dat het overgrote deel van het vermogen van veel huishoudens vast zit in de eigen woning. Inclusief de eigen woning was het vermogen van 50% alle huiseigenaren in 2015 lager dan 113.200 euro. Zonder het de eigen woning meet te tellen was het vermogen van 50% van de huishoudens echter minder dan 28.300 euro. Hoewel het vermogen van huishoudens sinds 2015 is toegenomen is het aannemelijk dat een aanzienlijk deel van de Nederlandse huishoudens de warmtetransitie niet zelf kan financieren uit financiële bezittingen. Een deel van de huishoudens kan mogelijk de overwaarde op het huis inzetten om financiering te krijgen maar voor een aanzienlijk deel van de huishoudens is dat niet weggelegd.

Link met persona's

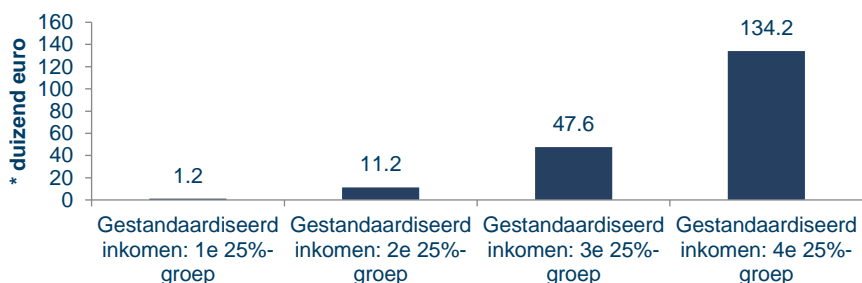
De groep lage inkomens betreft 9,1% van de huishoudens (Persona 1 en Persona 2), de middeninkomens de middelste 84,4% (Persona 3 en Persona 4) en de hoge inkomens de bovenste 6,5% van de Nederlandse huishoudens. Het detailniveau van de beschikbare cijfers over de verdeling van vermogen van huishoudens is onvoldoende om deze direct te linken aan de inkomensgroepen van de persona's. Omdat er echter een sterk verband is tussen de hoogte van het inkomen en de hoogte van het vermogen kan er toch een parallel worden getrokken met Figuur 19 en Figuur 20.

Figuur 19 Mediane vermogen van huishoudens 2015



Bron: CBS

Figuur 20 Verdeling van vermogen van huishoudens 2015



Bron: CBS

De huishoudens en buurten met lage inkomens (Persona 1 en Persona 2) hebben naar verwachting onvoldoende vermogen om zelf de benodigde investeringen te kunnen dragen – de huishoudens in deze categorie zullen gemiddeld gezien een vermogen hebben dat kleiner is dan

1,200 euro (zie figuur 20). Voor de buurten met middeninkomens (Persona 3 en Persona 4) zal een gedeelte voldoende vermogen hebben om de benodigde investeringen te kunnen dragen (rond de 18.500 euro voor een elektrische warmtepomp én isolatie), maar een aanzienlijk gedeelte zal dat waarschijnlijk ook niet kunnen. Het is bovendien echter nog maar de vraag of men het vermogen zal *willen* aanwenden voor haar warmtevoorziening in plaats van andere doeleinden. Tenslotte de huishoudens met hoge inkomens (Persona 5 en 6), zullen naar alle waarschijnlijkheid voldoende vermogen beschikbaar hebben om de benodigde investeringen te kunnen dragen – de huishoudens in deze categorie zullen gemiddeld gezien een vermogen hebben dat groter is dan 134,200 euro (zie figuur 20). Ook deze groep huishoudens zal echter wellicht de voorkeur hebben om niet zelf de investeringen te dragen maar de benodigde investeringen op een andere wijze te financieren.

4.4 Mogelijkheden wegnemen financiële belemmeringen

Uit de vorige paragraaf blijkt dat er financiële beperkingen van huishoudens kunnen zijn die de transitie in de weg staan. In deze paragraaf bespreken wij maatregelen die genomen kunnen worden om financiële belemmeringen weg te nemen. Deze maatregelen kunnen in twee categorieën worden ingedeeld:

1. Maatregelen die de kosten voor een huishouden verlagen; en
2. Maatregelen die huishoudens in staat stellen om investeringen te financieren.

Onderstaande lijst met voorbeelden van maatregelen is gebaseerd op instrumenten die al beschikbaar zijn in de markt en ideeën en suggesties die wij hebben opgevangen in interviews met enkele stakeholders. Deze paragraaf sluit af door kort stilt te staan bij mogelijkheden om de praktische uitdagingen voor huishoudens te vergemakkelijken.

Maatregelen die de kosten voor een huishouden verlagen

Maatregelen die resulteren in lagere kosten voor isolatie of energieopwekking zijn voor de alle woningeigenaren wenselijk. Door op lokaal niveau de aanpak van buurten en wijken te bundelen kunnen efficiëntievoordelen ontstaan. Bovendien kan door de bundeling ‘inkoopmacht’ gecreëerd worden. Dit kan bijvoorbeeld vorm krijgen door een aantal installateurs/bouwers te selecteren die een aanbod aan woningeneigenaren mogen doen. De aanneemcombinatie moet vervolgens particulieren en/of corporaties overtuigen om van dit gesubsidieerde verbouwingsaanbod gebruik te maken. Dergelijke gezamenlijke inkoopmodellen hebben ook als voordeel dat ze tegelijkertijd ook consumenten informeren over de mogelijkheden van het investeren in een alternatief voor de gasaansluiting.

Investeringsubsidies voor bijvoorbeeld de elektrische warmtepomp en het isoleren van de woning verlagen de maatschappelijke kosten niet maar resulteren wel in een lager investeringsbedrag voor huishoudens. Een nadeel van subsidies is dat ze uit gemeenschappelijke middelen moeten worden betaald en dat het moeilijk is om onderscheid te maken tussen woningeigenaren die de subsidie echt nodig hebben en eigenaren die zonder subsidie ook tot maatregelen zouden overgaan.

Voor bijstandsgerechtigden kan de gemeente bijvoorbeeld de verbouwing van woningen in eigen hand nemen als een vorm van bijzondere bijstand. Gemeenten zullen wel willen regelen dat, als de bijstandsgerechtigde het huis verkoopt of uit de bijstand gaat, de meerwaarde van de investering bij de gemeente terechtkomt.

Maatregelen die huishoudens in staat stellen om investeringen te financieren

Als het investeren in een alternatief voor gas rendabel is kan het nog zo zijn dat huishoudens niet beschikken over voldoende vermogen om te kunnen investeren. Leningen stellen huishoudens zonder voldoende vermogen in staat om de investering zelf te financieren. Bij huur en leaseconstructies is het een derde partij die de investering op zich neemt.

Woningeigenaren kunnen een hypotheek of persoonlijke lening gebruiken om woningmaatregelen te financieren. Bij het afsluiten van een hypotheek mag 5% extra geleend worden voor verduurzaming. De meeste Nederlanders hebben een hypotheek die al deels is afgelost wat extra ruimte geeft. Diverse gemeenten en provincies bieden daarnaast duurzaamheidsleningen aan. In Den Haag wordt op dit moment nagedacht over een 'gebouwgebonden' hypotheek. Op dit moment is het nog niet mogelijk om een dergelijke hypotheek af te sluiten en de haalbaarheid ervan moet nog blijken.

Leningen kunnen alleen verstrekt worden aan kredietwaardige woningeigenaren. Er is een grote groep woningeigenaren die dat in onvoldoende mate is en dus niet in aanmerking zal komen voor een lening. Los daarvan is er sinds de kredietcrisis een trend waarbij woningeigenaren ervoor kiezen om meer af te lossen, mede aangemoedigd door overheidsbeleid. Het aanmoedigen van leningen voor het financieren van gebouwmaatregelen staat daarmee in enige mate op gespannen voet.

Van huur en lease-constructies wordt veel verwacht in het kader van de energietransitie. De reden hiervoor is dat het verduurzamen van een gebouw in beginsel ook tot besparingen leidt van de lopende kosten. Zo dalen de kosten van energieverbruik na het isoleren van een woning, en het toevoegen van zonne-panelen of andere vormen van energie-opwek kan voor een verdere daling van de netto-energiekosten zorgen. Naarmate het gebruik van fossiele brandstoffen duurder wordt verbeterd de "business case" van huur/lease constructies. De gedachte is dat een verlaging van de maandelijkse energielasten wordt gebruikt als "inkomstenbron" waarmee de investering (inclusief financieringskosten) geheel of gedeeltelijk terugbetaald kan worden. Dat wordt bereikt door de netto-maandlasten van het huishouden constant te houden zodat elke maand een bedrag aangewend kan worden voor het terugbetalen van de investering.

Huurconstructies zijn vooral geschikt voor maatregelen waarbij sprake is van afzonderlijke installaties, bijvoorbeeld een warmtepomp. Deze constructies zijn op dit moment al gangbaar in Nederland, zij het op beperkte schaal en met een beperkt toepassingsbereik. Zo bieden talloze leveranciers en installateurs de mogelijkheid om een CV-ketel te huren. Voor andere installaties kan dit natuurlijk ook, het voordeel voor de woningeigenaar is dat er geen financiering nodig is.

Een variant op huren of leasen is een 'woningabonnement' waarbij woningeigenaren een vast bedrag per maand betalen na oplevering van de aanpassingen in de woning. Als woningeigenaren economisch eigenaar zijn van de installaties is feitelijk sprake van lening. Huishoudens betalen met een dergelijk abonnement op een later tijdstip voor de aanpassingen in hun woning.

Het wegnemen van de praktische uitdagingen voor huishoudens met 'ontzorgingsconstructies'

Voor veel huishoudens zal het verduurzamen van de woning niet alleen een financiële uitdaging zijn, maar ook een praktische uitdaging: er zijn heel veel opties en mogelijkheden, maar hoe kies je de beste mogelijkheid voor jouw situatie? Als antwoord op deze praktische uitdaging zetten vergelijkings- en advies websites zoals Milieucentraal en Warmtepomp info een grote hoeveelheid informatie voor huiseigenaren op een rij om hen te helpen in het vinden van de juiste keuze voor het verduurzamen van hun woning. Naast deze onafhankelijke partijen, worden ook de traditionele energiebedrijven zoals Eneco, Nuon en Essent actiever op het gebied van energieadvies.

Interessant om te vermelden is ook het initiatief van de ‘Duurzame aanbieder’ vanuit Bouwend Nederland, Uneto-VNI, OnderhoudNL en BespaarLokaal¹⁵. De duurzame aanbieder is een keurmerk, in het leven geroepen voor bedrijven, of consortia van bedrijven, die samen in staat zijn om huiseigenaren mee te nemen in de gehele klantreis van niet-duurzame woning naar een duurzamere woning. Hierin zoekt de duurzame aanbieder naar de best passende verduurzamingsoptie bij de specifieke woonsituatie van de desbetreffende eigenaar. Na het advies, kan de duurzame aanbieder tevens de uitvoering van de daaropvolgende verbouwing en installatie op zich nemen en zo de huiseigenaar volledig ontzorgen. Het keurmerk dient als middel om huiseigenaren vertrouwen te geven in de kwaliteit, kunde en onafhankelijkheid van de verduurzamingsaanbieder zodat praktische uitdagingen geen barrière hoeven te vormen voor de omschakeling van gas naar duurzame warmte.

4.5 Regierol voor gemeenten en de Rijksoverheid

Het is aannemelijk dat zelfs als het voor een gemiddeld huishouden rendabel is om te investeren in een alternatief voor gas en financieringsproblemen zijn weggenomen, er een groep huishoudens is die de overstap niet maakt. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als de kosten voor een specifiek huishouden sterk afwijken van het gemiddelde, uit gedrag economische literatuur blijkt bovendien dat mensen niet altijd op rationele gronden een investeringsbeslissing nemen. Er kunnen ook andere redenen zijn waarom een huishouden niet in actie komt, denk aan langdurige ziekte of een verblijf in het buitenland. Zeker als het gasnet in een wijk aan vervanging toe is, kan het wenselijk zijn om dwingende maatregelen op te leggen. Voor gemeenten is in de warmtetransitie een regierol weggelegd en het zou passen bij die rol dat gemeenten uiteindelijk de bevoegdheid krijgen om in een buurt het gasnet buiten werking te laten stellen.

Op landelijk niveau zijn er op dit moment een groot aantal reguleringsvraagstukken die verder moeten worden gedefinieerd om de transitie van gas naar duurzame warmte mogelijk te kunnen maken. Voorbeelden omvatten het omvormen van de aansluitplicht op gas in een aansluitrecht op warmte¹⁶ en het toewijzen van een regierol voor gemeenten (of netbeheerders) om de warmtetransitie te kunnen verwezenlijken. Ook zal uitgewerkt moeten worden hoe netbeheerders van gasnetten worden vergoed als netten buiten gebruik worden gesteld. Op termijn zou de Rijksoverheid ook eisen kunnen stellen aan installaties, bijvoorbeeld door de installatie van nieuwe gasketels te verbieden. Een nadeel van een dergelijke maatregel op landelijk niveau is dat er geen ruimte is voor maatwerk.

4.6 Arbeidsmarkt

De warmtetransitie is een enorme operatie die arbeidsintensief is. Tachtig procent van de woningen van gas los in 2030 betekent dat circa 6 miljoen huishoudens in 13 jaar moeten worden omgeschakeld van gas naar duurzame warmte. Dat is ruim 460 duizend huishoudens per jaar. De omvang van deze uitdaging betekent tevens een grote opgave voor installateurs en bouwers. Daar komt bij dat de warmtetransitie maar een onderdeel is van de bredere energietransitie en dat bijvoorbeeld in hetzelfde tijdpad ook wind en zonneparken moeten worden gerealiseerd en maatregelen moeten worden getroffen om de CO₂-uitstoot van de industrie te beperken.

¹⁵ Zie de website van de duurzame aanbieder voor meer informatie: <https://www.duurzameaanbieder.nl/overons>

¹⁶ Deze verduurzamingsmaatregel voor de warmtevoorziening van de gebouwde omgeving is reeds voorgesteld in de motie van het lid Van Veldhoven over een wettelijk aansluitrecht op warmte op 6 oktober 2015. Kabinet-Rutte III heeft zich bovendien voorgenomen deze maatregel te zullen verwezenlijken – zie Regeerakkoord 2017-2021 ‘Vertrouwen in de toekomst’, p. 32.

In diverse publicaties in de afgelopen jaren hebben bouwers, installateurs en netbeheerders gewaarschuwd voor een tekort aan vakmensen.¹⁷ Er zijn nu al voorbeelden waarbij projecten van netbeheerders vertraging oplopen door een tekort aan personeel.¹⁸

Geluiden over een tekort aan technisch geschoold personeel zijn niet nieuw en er zijn ook al maatregelen genomen om meer jongeren op te leiden. In 2013 is bijvoorbeeld het 'Techniekpact' gesloten waarin afspraken zijn gemaakt om het aantal technici te vergroten en de aansluiting van het onderwijs op de arbeidsmarkt te verbeteren. Die maatregelen hebben vruchten afgeworpen maar het staat vast dat in de komende jaren een tekort op de arbeidsmarkt één van de belangrijkste risico's voor het slagen van de warmtetransitie is.

In een brief aan de vaste Kamercommissie voor Onderwijs, Cultuur en Wetenschap sommen een aantal brancheorganisatie op wat er volgens hun moet gebeuren in aanvulling op de 100 miljoen euro die het kabinet al heeft gereserveerd voor vmbo-techniekopleidingen.¹⁹ Zo pleiten de organisaties voor voortzetting van het Techniekpact en maatregelen om het tekort aan techniekdocenten weg te nemen. Ook vragen ze om extra middelen voor bijscholing van werknemers en meer samenwerking tussen opleidingen en het bedrijfsleven.

Samenvattend staat vast dat de arbeidsmarkt potentieel één van de *bottlenecks* voor de warmtetransitie kan vormen. De tekorten op de arbeidsmarkt versterken de behoefte aan innovaties om zo efficiënt mogelijk en met zo min mogelijk mankracht huizen te verduurzamen.

4.7 Conclusies over de sociaaleconomische component

In dit hoofdstuk zijn mogelijke barrières besproken waardoor de warmtetransitie mogelijk onvoldoende tot ontwikkeling komt, zelf als de business case voor huiseigenaren positief is. Bij het wegnemen van deze barrières hebben de volgende partijen een cruciale rol:

Gemeenten zijn aan zet om op wijk- of buurtniveau sturing te geven aan de keuze voor een warmte-optie. Gemeenten kunnen ook een rol spelen bij het opzetten van financiële ontzorgingsconstructies.

Installateurs en bouwers moeten de technische aanpassingen aan woningen en infrastructuur realiseren. Ook hebben zij een rol bij het opleiden van nieuwe vakmensen en het ontwikkelen van innovaties. Installateurs en bouwers ontwikkelen daarnaast ook ontzorgingsconstructies (al of niet in samenwerking met andere partijen) die niet alleen gericht zijn op de financiering maar ook op makkelijker vinden van een geschikte partij voor het uitvoeren van werkzaamheden aan de woning.

De Rijksoverheid moet in de eerste plaats de juridische kaders creëren waarbinnen de warmtetransitie tot stand kan komen. Daarnaast heeft de overheid een rol bij het opleiden van technisch personeel.

¹⁷ Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt (ROA), "De arbeidsmarkt naar opleiding en beroep tot 2022", december 2017

¹⁸ Energieia, 'Gebrek aan handjes zorgt voor vertraging bij netbeheerders', 6 november 2017

¹⁹ Brief aan de vaste Commissie voor Onderwijs, Cultuur en Wetenschap van Koninklijke Metaalunie, FME, Uneto-VNI, Bouwend Nederland, 30 november 2017 ([LINK](#))

Over Ecorys

Ecorys is een toonaangevend internationaal onderzoeks- en adviesbureau dat zich richt op de belangrijkste maatschappelijke uitdagingen. Door middel van uitstekend, op onderzoek gebaseerd advies, helpen wij publieke en private klanten bij het maken en uitvoeren van gefundeerde beslissingen die leiden tot een betere samenleving. Wij helpen opdrachtgevers met grondige analyses, inspirerende ideeën en praktische oplossingen voor complexe markt-, beleids- en managementvraagstukken.

Onze bedrijfsgeschiedenis begon in 1929, toen een aantal Nederlandse zakenlieden van wat nu beter bekend is als de Erasmus Universiteit, het Nederlands Economisch Instituut (NEI) oprichtten. Het doel van dit gerenommeerde instituut was om een brug te slaan tussen het bedrijfsleven en de wereld van economisch onderzoek. Het NEI is in 2000 uitgegroeid tot Ecorys.

Door de jaren heen heeft Ecorys zich verspreid over de wereld met kantoren in Europa, Afrika, het Midden-Oosten en Azië. Wij werven personeel met verschillende culturele achtergronden en expertises, omdat wij ervan overtuigd zijn dat mensen met uiteenlopende eigenschappen een meerwaarde kunnen bieden voor ons bedrijf en onze klanten.

Ecorys excelleert in zeven werkgebieden:

- Economic growth;
- Social policy;
- Natural resources;
- Regions & Cities;
- Transport & Infrastructure;
- Public sector reform;
- Security & Justice.

Ecorys biedt een duidelijk aanbod aan producten en diensten:

- voorbereiding en formulering van beleid;
- programmamanagement;
- communicatie;
- capaciteitsopbouw (overheden);
- monitoring en evaluatie.

Wij hechten waarde aan onze onafhankelijkheid, onze integriteit en onze partners. Ecorys geeft om het milieu en heeft een actief maatschappelijk verantwoord ondernemingsbeleid, gericht op meerwaarde voor de samenleving en de markt. Ecorys is in het bezit van een ISO14001-certificaat dat wordt ondersteund door al onze medewerkers.



Postbus 4175
3006 AD Rotterdam
Nederland

Watermanweg 44
3067 GG Rotterdam
Nederland

T 010 453 88 00
F 010 453 07 68
E netherlands@ecorys.com
K.v.K. nr. 24316726

W www.ecorys.nl

Sound analysis, inspiring ideas