

TNO-rapport**TNO 2019 P10909****Alle bestaande woningen aardgasvrij in 2050.
Wie moet wat, wanneer en hoe doen?**

Datum	5 september 2019
Auteur(s)	Tigchelaar, C. Kooger, R. Lidt de Jeude, M. van Niessink, R.J.M. Paradies, G.L. Koning, N.M. de
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	117 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	
Opdrachtgever	
Projectnaam	Aardgasvrije gebouwde omgeving
Projectnummer	060.33973

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2019 TNO

Samenvatting

Achtergrond

“In 2050 moeten alle Nederlandse woningen aardgasvrij zijn.” (Ollongren, 2018). Het streven is om vanaf 2021 jaarlijks 200.000 woning aardgasvrij te maken om in 2050 de CO₂-uitstoot van de gebouwde omgeving nagenoeg tot nul te hebben gereduceerd.

Er zijn twee achterliggende doelen:

- 1 Het terugbrengen van de vraag naar aardgas om de afhankelijkheid van gas uit Groningen voor de leveringszekerheid te verminderen. (Rijksoverheid, 2018)
- 2 Het nagenoeg tot nul terugbrengen van de CO₂-uitstoot van de gebouwde omgeving om invulling te geven aan de klimaatafspraken in het Parijs akkoord.

Het doel van deze studie is om inzichtelijk te maken welke acties nodig zijn om een dergelijk doel te realiseren. Centraal hierbij staat de vraag: “Wie moet wat, wanneer en hoe doen om alle woningen aardgasvrij te krijgen in 2050”.

Het aardgasvrij maken van de gehele woningvoorraad is een complex vraagstuk. Wij hebben niet de pretentie dat we met deze studie elk aspect in detail uit hebben gewerkt. Ook moet dit rapport niet worden gelezen als een blauwdruk of handleiding waarmee Nederland de komende 30 jaar aan de slag kan. Er zullen nog vele zaken uitgezocht en uitgetoet moeten worden in de komende 30 jaar.

Er is één plaats waar keuzes rond infrastructuur, isolatie, kostenverdeling, keuzevrijheid, productontwikkeling en alle andere aspecten van aardgasvrij samenkomen en dat is de woning. Wij kiezen daarom voor het perspectief van de woningeigenaar, zowel eigenwoningbezitters als verhuurders, als leidraad voor deze studie.

Dit rapport is geschreven gedurende 2018 op eigen initiatief en met eigen middelen door ECN part of TNO. Op hetzelfde moment werd door vele partijen gewerkt aan de totstandkoming van het Klimaatakkoord. ECN part of TNO heeft PBL ondersteund bij de doorrekening van het voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord in de zomer van 2018 (PBL, 2018) en het Ontwerp klimaatakkoord in de winter van 2018-2019 (PBL, 2019). Ook hebben wij gedurende dit proces kennis aan tafel geboden voor de klimaattafel gebouwde omgeving. Onze werkzaamheden voor deze ondersteuning hebben wij prioriteit gegeven boven de afronding van ons eigen rapport. Daarom is dit rapport pas verschenen in september 2019, terwijl de kern van het rapport al eind 2018 is geschreven.

Hoewel dit rapport pas in 2019 is gepubliceerd zijn de ontwikkelde en verzamelde kennis die we in dit rapport hebben vastgelegd in 2018 wel rechtstreeks gebruikt om de onderhandelende partijen in het Klimaatakkoord te ondersteunen bij het formuleren van de doelstellingen en afspraken. Dat betekent uiteraard niet dat onze aanbevelingen rechtstreeks zijn overgenomen in het klimaatakkoord. Veel van de onderwerpen en problematiek die in dit rapport wordt besproken is ook in het klimaatakkoord geadresseerd. Soms sluit de in het akkoord gekozen aanpak aan bij de aanbevelingen in het rapport, soms wijken ze daar geheel of gedeeltelijk van af.

In het klimaatakkoord heeft veel oplossingsrichtingen benoemd voor veel van de onderwerpen die wij in dit rapport aan de orde stellen. In die zin lijkt ons rapport soms 'mosterd na de maaltijd'. Maar met het verschijnen van het klimaatakkoord is de discussie over hoe Nederland van het aardgas af moet alles behalve afgerond. Daarom vinden wij het nuttig om onze bevindingen en aanbevelingen, zoals ontwikkeld in 2018 toch te publiceren.

Wat is aardgasvrij eigenlijk? Bouwstenen voor aardgasvrije concepten

Hoewel de term aardgasvrij voor zich lijkt te spreken, zijn er verschillende ideeën over dit begrip. Waar iedereen het over eens lijkt te zijn, is dat aardgasvrij betekent dat op termijn woningen en gebouwen geen aardgas gebruiken voor ruimteverwarming, warm tapwater en koken. Voor een goede vergelijking van aardgasvrije opties hebben wij 6 bouwstenen geïdentificeerd. Elke bouwsteen heeft zijn eigen plaats en draagt bij aan een specifiek subdoel in de transitie. De bouwstenen zijn weergegeven in Figuur S1.

1. Verduurzamen energieaanbod (centraal)		
Winning en/of import van groen gas en/of waterstof	Winning hernieuwbare elektriciteit	Winning hernieuwbare warmte
2. Aanpassen infrastructuur		
Eventueel aanpassen gasinfrastructuur voor alternatief gas	Uitbreiden netcapaciteit en flexibilitieopties	Uitbreiden warmtenetten
3. Aanpassen warmtevoorziening in woning (ruimteverwarming, warm tapwater en koken)		
Aanpassingen CV-installatie/ installatie hybride systemen	WP, infraroodpanelen, warmtepompboiler, boilervat, LT-afgiftesysteem, inductiekoken	Afleverzet warmtelevering
4. Beperken warmtevraag woning		
Isolatieschil, ventilatie met warmteterugwinning, demand side management, zonneboiler		
5. Decentrale hernieuwbare energie		
6. Niet energiegerelateerde woningverbetering		
levensduurverlening woning, onderhoudbeperking, comfortverbetering, et cetera		

Figuur S1. Bouwstenen voor een aardgasvrije woningrenovatie (groengas links, all-electric midden, warmtelevering rechts)

Kosten van aardgasvrije renovaties

Tabel S1 geeft het overzicht van alle kosten en baten per bouwsteen weer. Het saldo heffingen en subsidies is apart aangegeven in de tabel. Besparingen betreft de jaarlijkse besparing op de nationale kosten (i.e. de besparing exclusief heffingen). In de totale kosten (nr.7) zijn de niet energie-gerelateerde kosten (nr.6) niet meegenomen. Bouwsteen 6 is niet meegenomen in het totaal, omdat dit niet vereist is om aardgasvrij te worden.

Tabel S1 Kosten en opbrengsten per bouwsteen (negatieve getallen geven opbrengsten weer)

	[euro/woning/jaar]	Referentie aardgas	Groen gas (hybride)	All-electric	Warmtelevering
1 verduurzamen opwek	Financieringslasten	316	625	331	749
	Saldo heffingen en subsidie	485	211	558	149
	Eindverbruikerskosten	801	836	889	898
2 aanpassen infrastructuur	Financieringslasten	447	451	396	1.305
	Saldo heffingen en subsidie	94	90	-71	-509
	Eindverbruikerskosten	541	541	325	796
3 beperken warmtevraag	Financieringslasten	-	457	1.158	365
	Besparing	-	-308	-160	-211
	Saldo heffingen en subsidie	-	-8	-26	35
	Eindverbruikerskosten	-	142	972	189
4 aanpassen warmtevoorziening	Financieringslasten	197	543	1.193	164
	Saldo heffingen en subsidie	41	31	38	34
	Eindverbruikerskosten	239	575	1.230	198
5 decentrale hernieuwbare energie	Financieringslasten	-	223	555	223
	Besparing (nationaal)	-	-120	-299	-120
	Saldo heffingen en subsidie	-	-281	-703	-281
	Eindverbruikerskosten	-	-178	-447	-178
6 niet energiegerelateerd	Financieringslasten	-	854	854	854
	Saldo heffingen en subsidie	-	227	227	227
	Eindverbruikerskosten	-	1.082	1.082	1.082
7 totaal	Financieringslasten	961	2.300	3.633	2.805
	Saldo heffingen en subsidie	621	-384	-664	-902
	Eindverbruikerskosten	1.581	1.916	2.969	1.902

De betaalbaarheid van aardgasvrije concepten moet worden verbeterd door kostendaling als gevolg van technische en systeeminnovatie. Daarnaast kan de betaalbaarheid worden verbeterd door het aanpassen van de prijs van aardgas, (bijvoorbeeld door de energiebelasting aan te passen), door het mogelijk te maken om de financiering over langere periode uit te smeren, door (tijdelijke) subsidie en door combinaties te maken met andere rendabele investeringen

De vraag naar aardgasvrije concepten

De vraag van woningeigenaren naar aardgasvrije concepten wordt bepaald door drie hoofdelementen van gedrag:

- **Aandacht:**
Op dit moment voelen sommige woningeigenaren enige urgentie, maar geen concrete aanleiding om aardgasvrij te worden. Waar mogelijk moet aansluiting gezocht worden bij het momenten waarop mensen bezig zijn met het overwegen van de aanschaf van een nieuwe cv-ketel, of een andere aanleiding om aandacht te vragen voor aardgasvrij, zodat woningeigenaren de aanschaf van aardgasvrije alternatieven overwegen.
- **Mogelijkheid:**
De alternatieven voor aardgas moeten praktisch haalbaar en betaalbaar zijn. Ook moeten woningeigenaren voldoende kennis hebben om met vertrouwen hun woningen te kunnen verbeteren. Door one-stop-shop concepten kunnen aanbieders woningeigenaren ontzorgen.
- **Intentie:**
Aardgasvrije alternatieven moeten aantrekkelijker worden gemaakt dan alternatieven met aardgas. Dit heeft deels te maken met kosten en baten, maar ook status, sociale vergelijking en niet financiële voordelen, zoals comfort, kunnen hierbij een rol spelen.

Op weg naar aardgasvrij wonen doorlopen mensen verschillende stappen. Dit noemen we de klantreis. De klantreis kan richting geven aan een communicatiestrategie door inzichtelijk te maken welke stappen bewoners doorlopen richting een aardgasvrije woning en welke factoren tijdens elke stap van belang zijn. Er worden zeven stappen onderscheiden, te zien in Figuur S2.



Figuur S2. De klantreis. Een bewoner kan in iedere fase een pauze nemen

Organiseren van het aanbod

Om antwoord te kunnen geven op de vraag: "Wanneer verdwijnt aardgas uit straat? Wat komt ervoor terug?" moeten aanbiedende partijen de volgende aspecten regelen:

- Helderheid over de wijkaanpak en de gevolgen voor de woningen
- Bevoegdheden om woningen en wijken aardgasvrij te maken
- Een afwegingskader voor het bepalen van de technologie
- Volgorde van aanpak van wijken bepalen
- Stimuleren van aanbod dat aansluit bij de wijkplannen
- Een kennis- en leerprogramma en monitor opzetten
- Inspraak en participatie organiseren.

Om antwoord te kunnen geven op de vraag: "Wat moet er in mijn woning gebeuren?" moeten aanbiedende partijen de volgende aspecten regelen:

- Draagvlak onder uitvoerders creëren
- Alternatieve concepten met niet-energetische voordelen ontwikkelen die aansluiten bij wat er leeft in de wijk en woning
- De kosten verlagen
- Werken aan ontzorging van woningeigenaren
- Een "Mijn huis portal" ontwikkelen waar alles overzichtelijk bij elkaar staat
- Werken aan een cultuuromslag, zodat gefocust wordt op de bewoner en op samenwerking met andere partijen.

Op basis van de inventarisatie van de bouwstenen van aardgasvrij en bijbehorende kosten, de aspecten van belang voor de vraag van woningeigenaren en de noodzakelijke stappen om te komen tot een aanbod, hebben wij 12 conclusies getrokken:

1. **Er is te veel onduidelijkheid bij alle betrokkenen over wie wat moet doen om alle woningen aardgasvrij te maken voor 2050.**

Zowel voor de particuliere woningeigenaren als professionele verhuurders, gemeenten, netbeheerders en andere betrokkenen geldt dat ze niet goed weten wat het aardgasvrij maken van de woningvoorraad voor hen betekent. Er is onduidelijkheid over de technische invulling van aardgasvrij, over de kosten, maar ook over wie welke rol heeft.

Deze onduidelijkheid is gedeeltelijk het gevolg van de vele verschillende manieren waarop de gebouwde omgeving aardgasvrij gemaakt kan worden. Er zijn partijen die pleiten voor gebruik van hernieuwbare gassen in het bestaande gasnet, anderen pleiten voor all-electric opties of voor grootschalige toepassing van warmtenetten. Ook is er discussie over de mate van isolatie die nodig is. Daarnaast is het de vraag wie wat moet betalen en in hoeverre er sprake is van keuzevrijheid. Het ontbreekt aan heldere kaders en randvoorwaarden en wet- en regelgeving waarbinnen gemeenten en marktpartijen kunnen werken aan een goed en aantrekkelijk aanbod voor woningeigenaren. Het ontbreken van dit aanbod zorgt er vervolgens voor dat het ook voor woningeigenaren onduidelijk is wat de transitie naar aardgasvrij voor hen betekent. In Tabel S2 geven we duidelijkheid over wie, wat wanneer en hoe moet doen om in 2050 een aardgasvrije woningvoorraad te hebben.

2. Een aardgasvrij concept kan alleen goed beoordeeld worden als integraal gekeken wordt naar zowel het aanbod van hernieuwbare energie als de noodzakelijke aanpassingen aan de infrastructuur, de aanpassingen van installaties in de woning als naar warmtevraagbeperking.

Er circuleren veel concepten voor aardgasvrij. Vaak zijn deze concepten moeilijk onderling te vergelijken, omdat niet alle elementen voor aardgasvrij worden meegenomen. Zo wordt bij groen gas opties vaak alleen gekeken naar het aanbod van hernieuwbare energie en het aanpassen van de verwarmingsinstallatie en niet naar isolatie en infrastructuur. Bij warmtenetten is er vooral aandacht voor de infrastructuur en minder voor het aanbod van energie en isolatie. Bij all-electric opties wordt met name gekeken naar isolatie en installaties in de woning en minder naar het aanbod van hernieuwbare elektriciteit en infrastructuur. Doordat vaak niet alle aspecten van aardgasvrij worden meegewogen, bestaat het risico dat belangrijke onkosten of andere neveneffecten buiten beeld blijven en niet meegenomen worden in de afweging tussen concepten. Zo kan het bijvoorbeeld nodig zijn om te investeren in isolatie om de aanspraak op hernieuwbare energie in de Nederlandse woningvoorraad zoveel mogelijk te beperken, waardoor meer beschikbaar blijft voor andere sectoren. Wanneer de kosten en het beschikbaar maken van hernieuwbare energie niet wordt meegewogen, worden er suboptimale keuzes gemaakt.

3. Er is bij aanbieders behoefte aan onafhankelijke kennis om onderbouwde beslissingen te kunnen nemen.

Betrokkenen geven aan dat er veel verschillende en “gekleurde” informatie is. Dit maakt het lastig om goede onderbouwde afwegingen te maken. Er is behoefte aan objectieve cijfers en kennis om gemeenten en andere partijen te ondersteunen bij bijvoorbeeld afwegingen rond de wijkaanpak.

4. Het is nationaal gezien nu nog niet kosteneffectief om woningen aardgasvrij te maken.

Uit onze analyse van de kosten kan worden geconcludeerd dat de jaarlijkse nationale kosten voor isolatie en energie-installaties hoger zijn dan de jaarlijkse besparingen op energie. Afhankelijk van de gekozen optie liggen de netto nationale kosten tussen de 2400 en 3900 euro per jaar per woning. Een daling van de investeringskosten is nodig om de kosten binnen de levensduur terug te verdienen. De nationale kosten van het aardgasvrij maken van woningen kunnen verlaagd worden door innovatie.

5. De betaalbaarheid van aardgasvrije renovaties voor woningeigenaren wordt voor een groot deel bepaald door de tariefregulering van de overheid.

Wie de kosten draagt en of die kosten betaalbaar zijn voor woningeigenaren is voor een groot deel groot deel afhankelijk van de tarieven die in rekening gebracht worden voor energie, maar ook de huurprijzen, zijn gereguleerd door de overheid. Deze tarieven zijn bepalend bij wie wat moet betalen. De overheid kan dus voor een belangrijk deel bepalen welke doelgroepen welk deel van de kosten moeten betalen. Bij de huidige tariefstelling is het voor de gemiddelde woningeigenaar nog niet kosteneffectief om een woning aardgasvrij te maken. Naast kostendaling

door innovatie, financieringsconstructies en subsidie, kunnen en aanpassingen in de tariefregulering de betaalbaarheid verbeteren.

6. Gedrag van bewoners en woningeigenaren moet meer centraal staan bij de aanpak om te komen tot een aardgasvrije woningvoorraad.

Hoewel een aardgasvrije woningvoorraad ook vraagt om acties buiten de woning, spelen woningeigenaren een centrale rol bij deze transitie. Het is belangrijk om bij de ontwikkeling van beleid rekening te houden met de woningeigenaren en hun gedrag. Beleid en beleidsinstrumenten moeten zich richten op drie hoofdelementen van gedrag:

- **Aandacht:**
Op dit moment voelen sommige woningeigenaren enige urgentie, maar geen concrete aanleiding om aardgasvrij te worden. Waar mogelijk moet aansluiting gezocht worden bij momenten waarop mensen bezig zijn met overwegen van aardgasvrije alternatieven (zoals bij de aanschaf van een nieuwe cv-ketel). Daarnaast moet er een aanleiding gecreëerd worden, door aandacht te vragen voor aardgasvrij en een behoefte te creëren aan producten en diensten voor aardgasvrij, zodat woningeigenaren de aanschaf van aardgasvrije alternatieven overwegen.
- **Mogelijkheid:**
De alternatieven voor aardgas moeten praktisch haalbaar en betaalbaar zijn. Ook moeten woningeigenaren voldoende kennis hebben om met vertrouwen hun woningen te kunnen verbeteren. Door one-stop-shop concepten kunnen aanbieders woningeigenaren ontzorgen.
- **Intentie:**
Aardgasvrije alternatieven moeten aantrekkelijker worden gemaakt dan alternatieven met aardgas. Dit heeft deels te maken met kosten en baten maar ook status, sociale vergelijking en niet financiële voordelen zoals comfort kunnen hierbij een rol spelen.

7. Het is van belang om aardgasvrije aanpakken af te stemmen op kenmerken van specifieke doelgroepen.

Niet alleen huishoudkarakteristieken zoals inkomen en woningtypen zijn van belang, maar ook verschillen in attitude richting aardgasvrij vragen om diversificatie van de aanpak.

8. Bewoners hebben behoefte aan informatie op maat voor hun situatie.

Bewoners hebben behoefte aan duidelijkheid. Zij willen voor hun eigen situatie bijvoorbeeld weten:

- Wanneer kan ik geen aardgas meer krijgen, en wat komt er voor in de plaats?
- Wat moet ik daarvoor aanpassen in mijn woning?
- Hoe zit het met koken en met verwarming?
- Hoeveel moet ik gaan betalen?

9. Er moeten aantrekkelijke aardgasvrije concepten worden ontwikkeld.

Veel bewoners hebben behoefte aan betaalbare en begrijpelijke totaaloplossingen waarbij alles in één keer wordt aangepast of waarbij een meerjarenplanning wordt gemaakt. Deze zogeheten integrale concepten zijn als het ware all-inclusive aanbiedingen die het hele proces omvatten, vanaf het eerste plan tot en met het gebruik. Alles zit erin: veranderingen

aan de woning, de aanschaf en plaatsing van installaties, inclusief aanpassingen aan de meterkast en een nieuwe thermostaat, de garantietermijnen en de verwachte energiekosten. Zo zien consumenten in één keer waar ze aan toe zijn.

10. De transitie naar aardgasvrij moet aansluiting vinden bij andere onderwerpen die spelen in wijken en bij bewoners.

Aanbieders kunnen hun aanbod aantrekkelijker maken door dit aanbod breder te maken dan alleen energie. Ze kunnen hierbij inspelen op zaken die huiseigenaren belangrijk vinden voor hun wijk en hun woning.

11. Er is een cultuuromslag nodig bij aanbieders met meer focus op de bewoner en op samenwerking met andere partijen.

De noodzakelijke veranderingen om aardgasvrij te worden, vereisen een voortdurende focus op de bewoner en de bereidheid om nieuwe samenwerkingen aan te gaan. Door toenemende complexiteit en digitalisering is samenwerking nodig omdat het onmogelijk is – gezien de snelle ontwikkelingen – om alle kennis zelf in huis te hebben. Als producten ook niet-energetische voordelen bezitten, is in het uitvoeringsproces samenwerking met andere expertises nodig. De grenzen tussen branches en sectoren moeten worden doorbroken.

12. De komende paar jaar moeten vooral gericht zijn op het leren.

In veel wijken gaan gemeenten aan de slag. Niet alles zal in één keer goed gaan. Het is van groot belang om geleerde lessen vast te leggen en te delen om te zorgen dat van deze fouten geleerd wordt, zodat in andere wijken en woningen niet dezelfde fout opnieuw gemaakt wordt. Deze lessen zullen op allerlei domeinen plaatsvinden: sociaal, financieel en techniek. Er moet daarom zo snel mogelijk een structuur worden opgezet waarin lessen in de praktijk kunnen worden geleerd en waarin deze lessen gericht overgedragen kunnen worden aan “vergelijkbare” anderen; gemeenten die te maken hebben met een vergelijkbare context en vraagstukken. Naast dit kennis- en leerprogramma is er ook een monitor nodig om de voortgang van de energietransitie te kunnen bewaken; wat is de status van de transitie naar aardgasvrij voor de Nederlandse wijken. De monitor biedt ook interessante informatie voor aanbieders en bewoners. Zij kunnen zien in welke wijken al stappen zijn gezet en welke wijken vervolgens aan de beurt zijn.

Op basis van de conclusies hebben wij bepaald; Wie, moet wat, wanneer en hoe doen om aardgasvrij te worden in 2050?. In Tabel S2 is een overzicht gemaakt van de eerste acties die in de komende vijf jaar nodig zijn.

Tabel S2 Wie, moet wat, wanneer en hoe doen om in 2050 een aardgasvrije woningvoorraad te krijgen

Wie	Wat	Wanneer
Rijksoverheid samen met kennisinstellingen en alle aanbieders	Opzetten leer- en samenwerkingsprogramma	2019
Rijksoverheid	Helderheid geven over het ambitieniveau en de randvoorwaarden waarbinnen Nederland aardgasvrij moet worden.	voor 2021
Rijksoverheid	Kaders stellen over de mate van keuzevrijheid voor woningeigenaren	voor 2021
Rijksoverheid	Kaders stellen over de verdeling van kosten	voor 2021
Rijksoverheid	Regelgeving aanpassen, zodat gemeenten, netwerkbedrijven en anderen de juiste bevoegdheden hebben om wijken en woningen aardgasvrij te maken.	voor 2021
Gemeenten met hulp van netbeheerders	Helderheid verschaffen aan woningeigenaren over hun wijkaanpak	voor 2022
	<ul style="list-style-type: none"> • Dataverzameling over wijkenmerken 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Zoeken naar synergie met niet energetische wijkontwikkelingen 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Helderheid verschaffen aan woningeigenaar over volgorde van wijken 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Helderheid verschaffen aan woningeigenaren over toekomstige infrastructuur in wijk 	
De Rijksoverheid en gemeenten	Helderheid verschaffen aan woningeigenaren over de gevolgen die de wijkaanpak heeft voor hun woningen.	bij het bekendmaken van de wijkaanpak
	<ul style="list-style-type: none"> • Norm/ randvoorwaarden voor isolatiegraad woningen bepalen 	
Marktpartijen in samenwerking met kennisinstellingen en de rijksoverheid	Zorgen voor een betere betaalbaarheid van aardgasvrije concepten	in de komende vijf jaar
	<ul style="list-style-type: none"> • Kostendaling 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Aanpassen van de prijs van aardgas bijvoorbeeld door de energiebelasting aan te passen 	
	<ul style="list-style-type: none"> • De financiering over langere periode uitsmeren 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Subsidie 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Een combinatie maken met andere rendabele investeringen 	
Kennisinstellingen/ Marktpartijen	Aardgasvrije totaalconcepten ontwikkelen	in de komende vijf jaar
	<ul style="list-style-type: none"> • Financieringsconstructies 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Technische innovatie 	
	<ul style="list-style-type: none"> • One-stop-shop concepten 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Innovatie 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Aanpassen tarifiering 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Lang lopende leningen 	
Marktpartij of overheid	Mijn huis portal creëren	voor 2021
Marktpartijen	Aardgasvrij concepten opschalen	in de komende vijf jaar
	<ul style="list-style-type: none"> • Capaciteit vergroten 	

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	12
1.1	Waarom aardgasvrij?.....	12
1.2	Er is behoefte aan duidelijkheid.....	12
1.3	De woningeigenaar centraal.....	13
1.4	Dit rapport en het Klimaatakkoord	14
1.5	Leeswijzer.....	15
2	Naar aardgasvrij in vogelvlucht	16
2.1	Wat is aardgasvrij eigenlijk? Bouwstenen voor aardgasvrije concepten.....	16
2.1.2	Bouwsteen 2: Aanpassen infrastructuur.....	21
2.2	Concepten voor aardgasvrij.....	25
2.3	Een proces om te komen tot aardgasvrije wijken en woningen	27
3	Kosten van aardgasvrije renovaties	32
3.1	Enkele kostenbegrippen uitgelegd	32
3.2	Kosten per bouwsteen voor het aardgasvrij maken van bestaande woningen bij huidige prijspeil en tarieven	34
3.3	Wie betaalt wat?	56
3.4	Hoe kunnen aardgasvrije concepten beter betaalbaar worden gemaakt?.....	60
4	De vraagkant: Randvoorwaarden ‘klant’?.....	63
4.1	Inleiding	63
4.2	Consumenten en bewonersgedrag begrijpen	63
4.3	Welke doelgroepen zijn er te onderscheiden en wat zijn de kenmerken van deze doelgroepen?.....	76
4.4	De klantenreis naar een aardgasvrije woning	77
5	De aanbodkant: Welke verandering is nodig aan de aanbodkant?.....	83
5.1	Inleiding	83
5.2	Wanneer verdwijnt aardgas uit straat? Wat komt ervoor terug?	83
5.3	Wat moet er in mijn woning gebeuren?	87
5.4	Pakketten op maat.....	93
6	Conclusies en aanbevelingen: Wie, moet wat, wanneer en hoe doen om aardgasvrij te worden in 2050?	96
6.1	Conclusies	96
6.2	Wie, moet wat, wanneer doen om aardgasvrij te worden in 2050?	99
7	Referenties	108
	Bijlage(n)	
	A Toelichting aannames kosten per bouwsteen	

1 Inleiding

1.1 Waarom aardgasvrij?

“In 2050 moeten alle Nederlandse woningen aardgasvrij zijn.” (Ollongren, 2018), dat is de kort en krachtige vertaling door de minister van Binnenlandse Zaken (BZK) van de ambitie van de Rijksoverheid. Ook in het regeerakkoord 2017-2021 wordt nadrukkelijk gesproken over aardgasvrije wijken als doel. Het streven is om vanaf 2021 jaarlijks 200.000 bestaande woning aardgasvrij te maken om in 2050 de CO₂-uitstoot van de gebouwde omgeving nagenoeg tot nul te hebben gereduceerd.

Er zijn twee achterliggende doelen:

- 1 Het terugbrengen van de vraag naar aardgas om de afhankelijkheid van gas uit Groningen voor de leveringszekerheid te verminderen (Rijksoverheid, 2018). Het nagenoeg tot nul terugbrengen van de CO₂-uitstoot van de gebouwde omgeving om invulling te geven aan de klimaatafspraken in het Parijs akkoord.

De Rijksoverheid heeft ook voor het tussenliggende jaar 2030 doelen gesteld voor CO₂ reductie (min 49% of min 55%¹ ten opzichte van 1990). Daarnaast is er het streven om doormiddel van een wijkgerichte aanpak het aantal woningen dat aardgasvrij wordt gemaakt op te voeren naar 200 duizend per jaar vanaf 2021. In deze rapportage nemen we het lange termijn doel, dus alle woningen aardgasvrij en nagenoeg volledige CO₂-reductie in 2050, als uitgangspunt. Het doel van deze studie is om inzichtelijk te maken welke acties nodig zijn om een dergelijk doel te realiseren.

1.2 Er is behoefte aan duidelijkheid

Er wordt door vele partijen gewerkt aan plannen om te komen tot aardgasvrije wijken. Wij hebben gesproken met diverse belanghebbende partijen die een rol te spelen hebben in de transitie naar aardgasvrij.² Ook hebben we een focusgroep georganiseerd met diverse woningcorporatiedirecteuren. Een selectie van de reacties die we zo verzameld hebben:

- Er zijn verschillende meningen over waar we met z'n allen naar toe moeten en wat haalbare en goede alternatieven voor aardgas zijn.
- Netwerkbedrijven zoeken naar hun rol. O.a. gehoorde overtuiging onder bewoners: “Omdat netwerkbedrijf niet wil investeren in nieuwe gasnetten moeten wij hiervoor bloeden.”
- Er is behoefte aan langere termijn beleid. O.a. corporaties vinden het lastig plannen te maken. Eerst is het labelstappen, nu is het van aardgas af.
- Er zijn zorgen over de financiering: het is nog te duur.

¹ De inzet van het kabinet Rutte III is om op Europees niveau tot 55% CO₂-reductie te komen in 2030

² Specifiek voor deze studie hebben wij gesproken met drie Rijksambtenaren, respectievelijk van het ministerie van EZK, het ministerie van BZK en RVO, twee gemeenteambtenaren één van de gemeente Utrecht en één van de gemeente Eemnes, een vertegenwoordiger van Bouwend Nederland, een vertegenwoordiger van netbeheerder Stedin en met Platform 31. De conclusies in dit rapport zijn uiteraard de verantwoordelijkheid van de auteurs en niet persé het standpunt van de geïnterviewde partijen.

- Er zijn zorgen over de aanbodkant: 'de markt gaat dit echt niet oplossen'.
- Er zijn zorgen over hoe bewoners die weinig te besteden hebben hierin mee kunnen gaan.
- Het is de vraag wat gemeente en partners nu eenduidig kunnen antwoorden op vragen; wat ze mogen beslissen. Gemeenten ervaren weinig experimenteerruimte; willen meer kunnen in hun regierol.
- De eerste indruk is dat gemeenten denken dat het wel goed komt als het aanbod goed geregeld wordt (als er garanties zijn dat het niet duurder wordt, object gebonden financiering er komt, ontzorging geregeld wordt...).
- De eerste reacties bewoners lijken relatief positief in niet-probleemwijken. In probleemwijken lijkt dat anders.

Wat als beeld uit de gesprekken naar voren komt, is dat het aardgasvrij maken van alle woningen en gebouwen in Nederland een grote uitdaging is. Op basis van gesprekken met belanghebbenden identificeerden wij de volgende vraagstukken:

- Hoe groot zijn de kosten en hoe verdelen we de kosten eerlijk?
- Wie is verantwoordelijk voor wat?
- Welke afhankelijkheden zijn er en hoe gaan we hier mee om?

Om deze vraagstukken te kunnen beantwoorden moeten we eerst duidelijkheid scheppen. Uit inventariserende gesprekken is naar voren gekomen dat er heel veel onduidelijkheid is over basisaannames. Wat zijn de kosten eigenlijk en hoe vergelijk je de kosten van verschillende concepten? Hoe moet het proces om te komen tot aardgasvrije wijken ingericht worden?

Met dit rapport willen we een eerste stap zetten om de duidelijkheid te vergroten. Centraal hierbij staat de vraag: "Wie moet wat, wanneer en hoe doen om alle woningen aardgasvrij te krijgen in 2050". Wij beschrijven wat er nodig is om deze doelen te realiseren en welke afwegingen gemaakt moeten worden. Het is een doelstelling die (vaak grote) consequenties heeft voor nagenoeg alle woningen in Nederland. De consequenties brengen we in beeld en we komen met ideeën om die negatieve consequenties te beperken. Wat we echter niet doen in deze studie is het ter discussie stellen van het door de rijksoverheid geformuleerde doel. Het realiseren van dit einddoel vraagt om vergaand beleid door overheden en een verandering van de bouwsector. Ook deze consequenties brengen we in beeld. Of er politiek draagvlak is voor dit beleid kunnen we in deze studie niet beantwoorden.

Het aardgasvrij maken van de gehele woningvoorraad is een complex vraagstuk. In deze studie proberen we alle aspecten in hoofdlijnen te bespreken, waarbij we soms onderdelen uitdiepen. Dit rapport geeft een overzicht van de samenhang tussen al deze aspecten. Wij hebben niet de pretentie dat we met deze studie elk aspect in detail uit hebben gewerkt. Ook moet dit rapport niet worden gelezen als een blauwdruk of handleiding waarmee Nederland de komende 30 jaar aan de slag kan. Er zullen nog vele zaken uitgezocht en uitgeprobeerd moeten worden in de komende 30 jaar.

1.3 De woningeigenaar centraal

Er zijn vele perspectieven mogelijk. Er is echter één plaats waar keuzes rond infrastructuur, isolatie, kosten verdeling, keuzevrijheid, productontwikkeling en alle

andere aspecten van aardgasvrij samenkomen en dat is de woning. Wij kiezen daarom voor het perspectief van de woningeigenaar, zowel eigenwoningbezitters als verhuurders, als leidraad voor deze studie. Steeds kan de basale vraag gesteld worden: "Wat is belangrijk voor de woningeigenaar?" Hieruit volgen vele vervolgvragen zoals: "Welke informatie en welke financiële en andere ondersteuning wil een woningeigenaar krijgen? Welke keuzen wil en kan een woningeigenaar zelf maken en hoe wil hij of zij betrokken worden bij collectieve besluiten?" Kortom woningeigenaren zijn de vragende partij die bepalen aan welke randvoorwaarden voldaan moet worden om van deze transitie naar aardgasvrij een succes te maken. De vraagkant wordt uitgebreid besproken in Hoofdstuk 4

Tegenover een vraagkant moet een aanbiederskant zijn. Partijen die de leiding nemen, die zorgen voor de juiste informatie, de juiste producten en de juiste ondersteuning op het juiste moment. Aanbieders kunnen zowel overheden, marktpartijen of anderen zijn. Met de vraag vanuit woningeigenaren als leidraad, brengen we in kaart welke aanbod er moet komen. Dit vraagt vaak ook veranderingen bij deze aanbiedende partijen. De aanbodkant wordt uitgebreid besproken in Hoofdstuk 5.

1.4 Dit rapport en het Klimaatakkoord

Dit rapport is geschreven gedurende 2018 op eigen initiatief en met eigen middelen door ECN part of TNO. Op hetzelfde moment werd door vele partijen gewerkt aan de totstandkoming van het Klimaatakkoord. ECN part of TNO heeft PBL ondersteund bij de doorrekening van het voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord in de zomer van 2018 (PBL, 2018) en het Ontwerp klimaatakkoord in de winter van 2018-2019 (PBL, 2019). Ook hebben wij gedurende dit proces kennis aan tafel geboden voor de klimaattafel gebouwde omgeving. Onze werkzaamheden voor deze ondersteuning hebben wij prioriteit gegeven boven de afronding van ons eigen rapport. Daarom is dit rapport pas verschenen in september 2019, terwijl de kern van het rapport al eind 2018 is geschreven.

Hoewel dit rapport pas in 2019 is gepubliceerd zijn de ontwikkelde en verzamelde kennis die we in dit rapport hebben vastgelegd in 2018 wel rechtstreeks gebruikt om de onderhandelende partijen in het Klimaatakkoord te ondersteunen bij het formuleren van de doelstellingen en afspraken. Dat betekent uiteraard niet dat onze aanbevelingen rechtstreeks zijn overgenomen in het klimaatakkoord. Veel van de onderwerpen en problematiek die in dit rapport wordt besproken is ook in het klimaatakkoord geadresseerd. Soms sluit de in het akkoord gekozen aanpak aan bij de aanbevelingen in het rapport, soms wijken ze daar geheel of gedeeltelijk van af.

In het klimaatakkoord heeft veel oplossingsrichtingen benoemd voor veel van de onderwerpen die wij in dit rapport aan de orde stellen. In die zin lijkt ons rapport soms 'mosterd na de maaltijd'. Maar met het verschijnen van het klimaatakkoord is de discussie over hoe Nederland van het aardgas af moet alles behalve afgerond. Daarom vinden wij het nuttig om onze bevindingen en aanbevelingen, zoals ontwikkeld in 2018 toch te publiceren.

1.5 Leeswijzer



Hoofdstuk 1: Inleiding



Hoofdstuk 2: Aardgasvrij in volgelvlucht

- Beschrijving bouwstenen van aardgasvrij
- Een proces om te komen tot aardgasvrij



Hoofdstuk 3: Kosten van aardgasvrije renovaties

- Kosten per bouwsteen
- Kosten voor wie?



Hoofdstuk 4: De vraagkant: randvoorwaarden woningeigenaar?

- Consumenten en bewonersgedrag begrijpen
- De klantreis naar een aardgasvrije woning



Hoofdstuk 5: De aanbod kant: Welke verandering is nodig aan de aanbodkant?

- Wijkaanpak
- Woning aanpak



Hoofdstuk 6: Conclusies en aanbevelingen

- Wie, moet wat, wanneer doen om aardgasvrij te worden in 2050?

2 Naar aardgasvrij in vogelvlucht

2.1 Wat is aardgasvrij eigenlijk? Bouwstenen voor aardgasvrije concepten

Hoewel de term aardgasvrij voor zich lijkt te spreken, zijn er verschillende ideeën over dit begrip. Waar iedereen het over eens lijkt te zijn, is dat aardgasvrij betekent dat op termijn woningen en gebouwen aardgas gebruiken voor ruimteverwarming, warmwater en koken. In een land waar bijna elke woning of gebouw direct of indirect verwarmd wordt met aardgas, betekent dit een radicale verandering. Over hoe deze verandering er in de praktijk uit moet zien, verschillen de meningen.

Allereerst verschillen de meningen over de technische invulling van aardgasvrij. Hoe verhouden aardgasvrije woningen aangesloten op warmtenetten, all-electric opties en opties met groen gas en waterstof zich met elkaar en hoe is de samenhang met begrippen als energie- en klimaatneutraal en Nul-op-de-meter. Deze verwarring wordt veroorzaakt doordat verschillende elementen, nodig voor de transitie naar aardgasvrij, juist wel of juist niet gecombineerd worden bekeken in aardgasvrije concepten. Zo wordt bij opties met groen gas vooral gefocust op de (geringe) aanpassingen aan het verwarmingssysteem en de productie van groen gas. Bij all-electric opties wordt benadrukt dat hiervoor ook isolatie nodig is, en vaak worden ook zonnepanelen meegenomen in het concept om de woning energie- of klimaatneutraal te maken. Binnen het door de Stroomversnelling ontwikkelde Nul-op-de-meter concept (Stroomversnelling, 2019) worden ook extra ingrepen gedaan om het comfort en verhuurbaarheid van de woning te verbeteren. Bij opties met warmtelevering krijgt vooral de infrastructuur veel aandacht. Elk concept heeft zijn eigen insteek waardoor sommige bouwstenen wel en anderen juist niet meegenomen worden. Door te denken vanuit de onderliggende bouwstenen bij technische concepten, wordt de vergelijkbaarheid van opties onderling groter.

Voor een goede vergelijking van aardgasvrije opties hebben wij 6 bouwstenen geïdentificeerd. Elke bouwsteen heeft zijn eigen plaats en draagt bij aan een specifiek subdoel in de transitie. Dit is van belang voor het proces, omdat elke subdoel gekoppeld is aan een eigen probleemeigenaar (zie Paragraaf 2.3). Elke bouwsteen heeft ook zijn eigen kosten en baten en beperkingen en daarmee een eigen afwegingskader. De kosten en baten worden uitgebreid besproken in Hoofdstuk 3

In worden de 6 bouwstenen weergegeven. Waar nodig is ook de technische invulling gespecificeerd voor concepten op basis van een gasnet-, een elektriciteitsnet- of een warmtenetaansluiting.³ Onder de figuur bespreken we globaal voor elke bouwsteen het subdoel, de probleemeigenaar en de relatie met andere bouwstenen.

³ In theorie is er nog een vierde optie; stoken op hout(-pellets) in de woning zelf. Vanwege de enorme consequenties voor luchtkwaliteit en beschikbaarheid van biomassa bij grootschalige toepassing lijkt dit op voorhand niet een kansrijke optie om aardgasvrij te worden. Wij kiezen er daarom in deze studie voor om deze optie en de sterk afwijkende transitie die hiervoor nodig is, verder links te laten liggen.

1. Verduurzamen energieaanbod (centraal)		
Winning en/of import van groen gas en/of waterstof	Winning hernieuwbare elektriciteit	Winning hernieuwbare warmte
2. Aanpassen infrastructuur		
Eventueel aanpassen gasinfrastructuur voor alternatief gas	Uitbreiden netcapaciteit en flexibiliteitopties	Uitbreiden warmtenetten
3. Aanpassen warmtevoorziening in woning (ruimteverwarming, warm tapwater en koken)		
Aanpassingen CV-installatie/ installatie hybride systemen	WP, infraroodpanelen, warmtepompboiler, boilervat, LT-afgiftesysteem, inductiekoken	Afleverzet warmtelevering
4. Beperken warmtevraag woning		
Isolatieschil, ventilatie met warmteterugwinning, demand side management, zonneboiler		
5. Decentrale hernieuwbare energie		
6. Niet energiegerelateerde woningverbetering		
levensduurverlening woning, onderhoudbeperking, comfortverbetering, et cetera		

Figuur 1 Bouwstenen voor een aardgasvrije woningrenovatie (groengas links, all-electric midden, warmtelevering rechts)

2.1.1 Bouwsteen 1: Verduurzamen energieaanbod (centraal)

Het lange termijn doel voor de gebouwde omgeving is om de CO₂-uitstoot en het aardgasgebruik terug te brengen tot nagenoeg nul in 2050. Een logisch hiervan afgeleid subdoel is om in 2050 van het aardgas af te zijn. Hiervoor moet de Rijksoverheid zorgen dat er voldoende hernieuwbare energie wordt geproduceerd om dat aardgas te vervangen. Ook kan de keuze gemaakt worden om hernieuwbare energie te importeren.

Om woningen te kunnen verwarmen zijn alternatieve CO₂-vrije energiebronnen nodig. Hiervoor is grootschalige centrale opwek van hernieuwbare energie

noodzakelijk⁴. Voor zowel hernieuwbaar gas (bijvoorbeeld groen gas uit biomassa⁵ of met hernieuwbare elektriciteit geproduceerd synthetisch gas of waterstof), hernieuwbare elektriciteit (bijvoorbeeld wind- en zonneparken) en hernieuwbare warmte (bijvoorbeeld geothermie, biomassa) geldt dat de rijksoverheid de productie stimuleert met SDE+ subsidie.

Er is samenhang met andere bouwstenen. Uiteraard is de beschikbaarheid van infrastructuur van belang. Zo heeft productie van hernieuwbare warmte uit geothermie alleen zin als er ook warmtenetten zijn om de warmte te distribueren. De warmtevoorziening in de woning moet ook aangepast zijn, denk aan de aanwezigheid van een afleverset voor warmte en eventuele lage temperatuur (LT)-afgiftesystemen, om deze energiedrager te kunnen gebruiken. Hetzelfde geldt voor groen gas en hernieuwbare elektriciteit. Een efficiënte warmtevoorziening en het beperken van de warmtevraag van woningen, zorgt ervoor dat vraag naar hernieuwbare energie verlaagd kan worden en daarmee het aanbod minder groot hoeft te zijn.

Marktpartijen zorgen voor de productie van hernieuwbare energie, maar de Rijksoverheid is primair verantwoordelijk voor het subsidiëren en daarmee creëren van voldoende aanbod van hernieuwbare energie in Nederland. Zij moet de afwegingen maken hoeveel hernieuwbare energie, in welke vorm wordt opgewekt, hoeveel ruimte er komt voor het importeren van hernieuwbare energie en in hoeverre woningeigenaren aangezet worden om de vraag naar hernieuwbare energie te beperken door met name isoleren. Strategische keuzes over het aanbod van hernieuwbare energie zijn daarmee leidend voor de keuzes bij de andere bouwstenen.

Het centraal produceren van hernieuwbare energie ligt buiten het directe gezichtsveld van woningeigenaren. De meerkosten van de productie ten opzichte van de huidige productie op basis van fossiele energie worden gesubsidieerd. De totale kosten die de Rijksoverheid hiervoor moet maken worden doorbelast met een opslag op de energietarieven van huishoudens en bedrijven. Er is dus geen directe relatie tussen de specifieke kosten voor de gebruikte hernieuwbare energie in een woning en de kosten voor de woningeigenaar. Inspraak door woningeigenaren is beperkt en loopt via de Tweede Kamer.

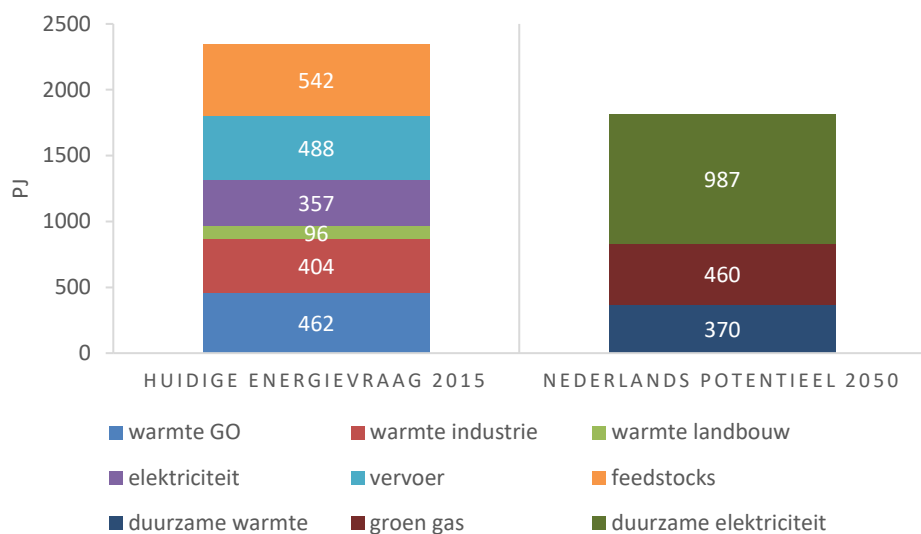
Niet alleen woningen met een verwarmingssysteem op aardgas maken gebruik van aardgas, ook in de dienstensector (o.a. kantoorgebouwen, horeca, scholen, winkels), de industrie en de landbouw wordt aardgas gebruikt. Er zal dus afstemming nodig zijn tussen de sectoren met betrekking tot waar welke vorm van hernieuwbare energie het beste kan worden ingezet.

⁴ In theorie kan een woning ook autarkisch, dus zonder aansluiting op een centraal net functioneren, waarbij de benodigde energie decentraal op de woning wordt opgewekt en opgeslagen in bijvoorbeeld batterijen. Deze oplossing laten we hier buiten beschouwing, omdat het een heel andere aanpak vereist en waarschijnlijk niet op grote schaal zal worden toegepast. .

⁵ Groen gas is methaan dat via biochemische of thermochemische processen uit biomassa is verkregen.

Strategische keuze 1: Hoeveel duurzame energie is beschikbaar voor gebouwde omgeving? (Tigchelaar et al., 2018)

De toekomstige beschikbaarheid van hernieuwbare energie kan worden afgeleid van schattingen van een realistisch potentieel van windenergie, zonne-energie, biomassa, aardwarmte en omgevingswarmte. Daarbij is met name de ruimtelijke inpassing bepalend voor het potentieel. We kunnen bijvoorbeeld niet meer windparken op zee bouwen dan er plek is in het Nederlandse deel van de Noordzee. Er kan meer hernieuwbare energie beschikbaar komen dan we binnenlands produceren als we bereid zijn die te importeren. De beschikbaarheid van hernieuwbare energie voor de gebouwde omgeving is daarnaast ook afhankelijk van de vraag hoeveel andere sectoren zoals industrie, landbouw en mobiliteit nodig hebben. Een eerste grove inschatting is gegeven in Figuur 2.



Figuur 2 Huidige finale energievraag versus potentieel hernieuwbare energie

De huidige finale energievraag van eindgebruikers bestaat uit vraag naar warmte, elektriciteit, verkeer en vervoer en is in 2015 ca. 1800 PJ. Daarnaast is er nog de vraag naar feedstocks in de industrie, waarvoor nu fossiele brandstoffen worden gebruikt maar die ook verduurzaamd moeten worden. Totaal gaat het om ca. 2300 PJ.

Het aanbod aan hernieuwbare energie hebben we ingeschat op basis van enkele recente studies van het potentieel van bronnen van hernieuwbare energie:

- Hernieuwbare warmte is gebaseerd op het warmtescenario van Berenschot (Berenschot, 2018) ca. 370 PJ bestaande uit zonthermie, geothermie, restwarmte uit industrie, en warmte uit hulpwarmteketels op biomassa als back up in een warmtenet.
- Groen gas is gebaseerd op een studie voor het TKI Nieuw gas (De Gemeyn, 2018) ca. 460 PJ uit vergisting, vergassing en bioraffinage van biomassastromen, zoals met hout en zeewier. PBL geeft aan deze schatting optimistisch te vinden. Voor de 460 PJ is 1000 PJ biomassa nodig en PBL gaat ervan uit dat 700 PJ een fair share is voor Nederland.

- Hernieuwbare elektriciteit is gebaseerd op inschatting van PBL (PBL, 2017) die overigens een marge van 700 tot 1400 PJ aangeven. Hier gaan we uit van ca. 1000 PJ hernieuwbare elektriciteit bestaande uit 40 GW wind op zee met 4500 vollasturen, 10 GW wind op land met 3500 vollasturen en 74 GW zon PV met 800 vollasturen.

Figuur 2 geeft natuurlijk slechts een grove schatting, maar duidelijk is dat besparing op energievraag noodzakelijk is om de totale energievraag met in Nederland geproduceerde hernieuwbare energie te dekken. Na-isolatie van bestaande woningen kan daaraan bijdragen.

Voor verschillende alternatieve warmtetechnieken voor aardgasvrije wijken is het argument van beperkte beschikbaarheid van hernieuwbare energie echter in verschillende mate relevant. Groen gas is beperkt beschikbaar en het potentieel aan groene moleculen is bijna volledig nodig voor groene feedstocks in de industrie en biobrandstoffen in scheep- en luchtvaart. Hernieuwbare elektriciteit is nodig voor verduurzaming van de elektriciteitsvraag, elektrisch vervoer en elektrificatie van productie processen in de industrie.

Het potentieel aan hernieuwbare warmte kent de nodige onzekerheden. Waarschijnlijk gaan afvang en opslag van CO₂ (CCS) en elektrificatie en interne warmteoptimalisatie leiden tot een daling van de beschikbare restwarmte uit industrie. Intern hergebruik van warmte in de industrie is qua draaiuren aantrekkelijker dan levering aan de gebouwde omgeving. De realisatie van het potentieel aan geothermie moet nog een enorme schaa sprong maken. Belangrijk daarbij is dat dit potentieel aan hernieuwbare warmte alleen benut kan worden via warmtenetten, die kostbaar zijn. Het potentieel aan hernieuwbare warmte (370 PJ) is veel lager dan de huidige warmtevraag in de industrie, landbouw en gebouwde omgeving (bijna 1000 PJ), wat een reden is om energiebesparende maatregelen te nemen. Hernieuwbare warmte heeft het voordeel dat er verder geen concurrentie is met andere toepassingen dan invulling van de warmtevraag.

Berenschot ziet veel potentieel voor zonthermie in de vorm van (gecombineerde) zonnecollectoren op woningen om bij te dragen aan ruimteverwarming. Op dit moment wordt zonthermie in Nederland vooral ingezet voor warm tapwaterbereiding. Omdat het aanbod van zonnepotentieel in de winter beperkt is, terwijl de ruimteverwarmingsvraag dan juist groot is, is het de vraag of het potentieel voor toepassing als ruimteverwarming wel zo groot is. Seizoensopslag lijkt nodig om dit potentieel te kunnen gebruiken, maar Berenschot geeft aan dit niet meegenomen te hebben in haar studie.⁶

Uit deze globale analyse van beschikbare hernieuwbare energie kunnen we concluderen dat energiebesparing nodig is om vraag en aanbod op termijn op elkaar af te stemmen. Dat geldt vermoedelijk ook voor hernieuwbare warmte, waar veel potentieel nog technisch en economisch ontsloten moet worden terwijl energiebesparing door na-isolatie al veel verder ontwikkeld is.

2.1.2 Bouwsteen 2: Aanpassen infrastructuur

De energie-infrastructuur in wijken moet worden aangepast, zodat de alternatieve energiedragers bij de woning kunnen worden afgeleverd. Voor groen gas zijn relatieve beperkte aanpassingen nodig. Als waterstof direct gebruikt wordt voor verwarming, moet het gasnet aangepast worden en is een directe omschakeling van aardgas naar waterstof noodzakelijk. Bestaande woningen aansluiten op een warmtenet vraagt om uitbreiding van bestaande of aanleg van nieuwe netten. Bij massale omschakeling naar all-electric opties kan verzwaring van het elektriciteitsnet nodig zijn om piekbelasting aan te kunnen. Eventueel moeten bestaande gasnetten worden verwijderd.

Het type en de benodigde capaciteit van de infrastructuur is afhankelijk van keuzes bij de andere bouwstenen. De aard van het energieaanbod, denk aan lage of hoge temperatuur warmte en de locatie van de warmtebron, bepalen de benodigde infrastructuur. Beperking van de warmtevraag, met name isolatie, helpt om de piekvraag naar energie in de winter te verminderen, waardoor de capaciteit van de infrastructuur kleiner kan blijven. Het gebruik van zonne-energie heeft ook invloed op de piekvraag.

Elektriciteits- en gasnetten in wijken zijn in handen van gereguleerde netbeheerders. Warmtenetten zijn in handen van (al of niet commerciële) warmtebedrijven. Vrijwel altijd bevinden deze netten zich in de ondergrond in bezit van gemeenten. De infrastructuureigenaren zijn monopolisten en hebben zelf geen democratisch mandaat. Alle aanpassingen aan infrastructuur is bovendien afhankelijk van toestemming van de gemeenten. Zij zijn daarmee de meest aangewezen hoofdverantwoordelijke voor het tot stand komen van nieuwe of aangepaste infrastructuur.

Voor de woningeigenaar is met name van belang: "Wanneer verdwijnt het aardgas uit de wijk en wat voor energiedrager komt daar voor terug?". De technische details zijn voor woningeigenaars minder interessant. Woningeigenaren betalen een éénmalige gereguleerde aansluitbijdrage voor hun aansluiting aan nieuwe infrastructuur. De overige kosten worden gedekt door een maandelijks gereguleerd vastrecht, dat gelijk is voor alle klanten van het netwerkbedrijf met een zelfde type aansluiting. Er is dus geen directe relatie tussen de specifieke kosten voor de gebruikte infrastructuur in een woning en de kosten voor de woningeigenaar. De mate van inspraak is afhankelijk van de aanpak in de gemeente. De definitieve *besluitvorming vindt plaats in de gemeenteraad*.

2.1.3 Bouwsteen 3: Aanpassen warmtevoorziening in de woning

In het overgrote deel van de woningen is op dit moment een warmtevoorziening op aardgas aanwezig, deze moet vervangen worden door of geschikt gemaakt worden

⁶ Berenschot verwijst naar een studie van Holland Solar uit 2015 (<https://www.hollandsolar.nl/u/files/holland-solar-rapport-ruimte-voor-zonne-energie-2015web.pdf>). Hier staat: "50% van warm tapwater kan met zonnewarmte gedekt worden. Deze is berekend op totaal van 25 PJ (o.b.v. inschatting geschikte daken en ontwikkeling aantal woningen). Voor ruimteverwarming wordt een potentieel geschat van 52 PJ (uitgaande van aantal geschikte daken, ontwikkeling aantal woningen en betere warmteopslag). In dit rapport wordt uitgegaan van 77 PJ potentieel in huishoudens." Holland Solar stelt dus warmteopslag als randvoorwaarde voor toepassing voor ruimteverwarming.

voor een aardgasvrije warmtevoorziening. De warmtevoorziening bestaat uit een, al of niet gecombineerd, systeem voor ruimteverwarming en warm tapwatervoorziening. In de meeste gevallen betreft het een individueel centraal verwarmingssysteem. Wanneer groen gas beschikbaar komt in de wijk, is het handig als een hybride warmtepomp de bestaande CV-ketel vervangt, om de vraag naar groen gas beperkt te houden, . Als er alleen een elektriciteitsnet in de wijk beschikbaar blijft, kan de woning uitgerust worden met een elektrische warmtepomp, elektrische infraroodpanelen of elektrische boiler. Vijfhonderdduizend woningen, verdeeld over 9000 complexen, met name meergezinswoningen, zijn aangesloten op gasgestookte blokverwarming. (Menkveld, 2015) In dat geval hoeft alleen een centrale aardgasgestookte ketel aangepast of vervangen te worden. Als een bestaande woning aangesloten moet worden op een collectief warmtenet, hoeft er alleen een afleverset in de woning te worden geïnstalleerd.

Op enkele uitzonderingen na, hebben Nederlandse woningen een centraal verwarmingssysteem waarbij de warmteafgifte via radiatoren plaatsvindt. Wanneer het verwarmingssysteem uitgaat van lage temperatuurverwarming, dan moet in veel gevallen ook dit afgiftesysteem worden aangepast, of door aangepaste radiatoren te plaatsen of door vloerverwarming te installeren. gaskookplaat aanwezig is, moet deze vervangen worden door een elektrisch alternatief, zoals koken op inductie. Het kan dan ook nodig zijn om nieuwe pannen te kopen.

Individuele verwarmingsinstallaties zijn bijna altijd in bezit van de woningeigenaar, of ze worden door die woningeigenaar gehuurd of geleased. Bij collectieve verwarmingssystemen, stadsverwarming en blokverwarming is de afleverset eigendom van de warmteleverancier. Het hangt in de huidige situatie dus van de infrastructuur af, wie eigenaar wordt van de nieuwe warmte-installatie(s). Als een individueel systeem vervangen wordt door een collectief systeem, dan zal het eigendom veranderen. Als, in het geval van all-electric- of groengasconcepten er sprake is van individuele systemen, dan blijft de woningeigenaar hoofdverantwoordelijk.

Het verschil in eigendom tussen collectieve en individuele technieken leidt tot verschillen in keuzevrijheid en kosten voor de woningeigenaar. Bij een collectief systeem heeft een woningeigenaar geen keuze in het systeem, of de leverancier daarvan. Het huishouden moet voor de afleverset een door regelgeving gemaximeerd tarief betalen. Deze tarieven hoeven niet gelijk te zijn aan de werkelijke kosten die voor die specifieke woning gemaakt moeten worden. Een woningeigenaar wordt ontzorgd door het warmtebedrijf bij de aanschaf en installatie van de afleverset. Bij de individuele concepten, heeft de woningeigenaar ruime keuzevrijheid tussen systemen en leveranciers. De woningeigenaar moet alle kosten dragen, waarbij verhuurders onder voorwaarde een deel van de kosten kunnen doorberekenen in de huurprijs. Kortom de keuze om een bepaalde wijk op groen gas, elektriciteit of warmte aan te sluiten, heeft consequenties voor de individuele keuzevrijheid en kosten van woningeigenaren. Overigens is het denkbaar dat bij een andere vormgeving van het systeem, deze verschillen kleiner worden. Zo zouden leveranciers van groen gas of elektriciteit, de bewoners kunnen ontzorgen door warmtesystemen te leveren en te installeren die passen bij de infrastructuur.

Voor woningeigenaren is het van belang om op tijd te weten welke infrastructuur er in de wijk komt en vanaf wanneer, zodat zij daar bij de vervanging van bestaande installaties en apparatuur rekening mee kunnen houden. Hiermee kunnen desinvesteringen enigszins worden beperkt.

2.1.4 Bouwsteen 4: Beperken warmtevraag woning

Het beperken van de warmtevraag van een woning dient drie doelen:

- 1 Het beperkt de energierekening van de bewoners
- 2 Het beperkt de vraag naar, en de kosten voor hernieuwbare energie
- 3 Het beperkt de piekbelasting op het energienetwerk en de kosten voor aanpassing van de infrastructuur.

Maar één van de doelen betreft een voordeel voor de bewoner, de andere twee doelen leiden tot collectieve baten voor de Nederlandse samenleving als geheel.

Warmtevraagbeperking is belangrijk, omdat het potentieel voor hernieuwbare energie opwekking in Nederland beperkt is (Bouwsteen 1). Ten tweede is goede isolatie in all-electric concepten een technische vereiste voor een woning met lage-temperatuurverwarming. Zonder goede isolatie is de woning moeilijker en tegen hogere kosten goed warm te houden. En ten derde, omdat vraagbeperking kan bijdragen aan het beperken van de nationale infrastructuurkosten (Bouwsteen 2). Warmtevraagbeperking zorgt er namelijk voor dat de piekvraag in de winter afneemt. Deze piekvraag bepaalt de dimensionering van de infrastructuur (e.g. capaciteit van elektriciteitskabels, warmteleidingen, pieklastinstallaties, eventuele hulpketels bij warmtenetten en -energieopslagvoorzieningen zoals groengasopslag of elektriciteitsopslag).

Warmtevraagbeperking zal vooral bereikt worden door isolatie, maar ook warmteterugwinning bij mechanische ventilatie, kierdichting en energiemanagementsystemen en zonneboilers kunnen hierbij een rol spelen.

Het beperken van de warmtevraag heeft direct betrekking op de woning zelf. De eigenaar van de woning is dus de primair verantwoordelijke. Zoals gezegd heeft het beperken van de warmtevraag positieve gevolgen voor de investeringen in hernieuwbare capaciteit en de infrastructuur. Het is dus in het belang van de Rijksoverheid, gemeenten en netwerkbedrijven dat woningeigenaren hiertoe aangespoord en hierbij ondersteund worden. Zeker bij koopwoningen zullen de eigenaren moeten worden ondersteund bij de uitwerking van oplossingen op maat, de praktische uitvoering en hoe de oplossing te financieren.

Bij eengezinskoopwoningen zijn alle investeringen direct voor rekening van de woningeigenaar. Bij meergezinskoopwoningen moeten in veel gevallen de kosten door een VvE worden betaald. Dit wordt dan doorberekend aan de leden, al of niet via een maandelijkse servicebijdrage. Bij huurwoningen, kan de verhuurder de kosten onder strikte voorwaarden en tot op zekere hoogte, doorberekenen in de huurprijs.

Strategische keuze: Hoeveel vraagreductie is nodig in een aardgasvrije woningvoorraad

De acties en inspanningen van alle betrokken partijen hangen af van hoeveel warmtevraagreductie dat gekozen wordt voor een aardgasvrije woningvoorraad. Bij weinig vraagreductie wordt alleen de energiedrager aardgas vervangen door alternatieve gassoorten (groen gas of waterstof) en worden geen andere aanpassingen aan woningen uitgevoerd. Hierbij is veel alternatief gas nodig, wat vooral grote investeringen en inspanning aan de energieproductiekant vraagt, maar veel minder in bijvoorbeeld de bouwsector. Er zijn ook ideeën waarbij de hele woningvoorraad vergaand gerenoveerd wordt. Bij zo'n ambitie komen de investeringen vooral bij woning- en gebouweigenaren terecht en juist minder bij bijvoorbeeld producenten van groen gas. Deze uitersten laten zien dat de keuze voor een de ambitie ten aanzien van reductie van de warmtevraag, bepalend is voor de activiteiten die in Nederland moeten plaatsvinden.

De keuze voor een ambitieniveau ten aanzien van reductie van de warmtevraag moet samenhangen met de achterliggende doelen voor aardgasvrij.

2.1.5 Bouwsteen 5: Decentrale hernieuwbare energie

Met de woning kan door middel van zonnepanelen hernieuwbare energie worden opgewekt. Zonnepanelen leveren elektriciteit en hebben dus niet rechtsreeks impact op de warmtevoorziening. In een all-electric concept kunnen zonnepanelen weliswaar rechtstreeks elektriciteit leveren aan een warmtepomp, maar dit kan maar heel beperkt. Immers zonnepanelen leveren vooral elektriciteit op het midden van de dag in de zomer, terwijl de vraag naar warmte 's ochtend en 's avonds in de winter het grootst is. In de praktijk leveren zonnepanelen hun energie zomers aan het centrale net en wordt 's winters elektriciteit van dit net afgehaald. Opslag van elektriciteit is relatief duur en meestal niet geschikt om stroom uit de zomer te bewaren voor de winter. Het kan wel een oplossing bieden om piekbelasting van het elektriciteitsnet op zonnige dagen te voorkomen.

Ondanks dat er geen rechtstreeks verband is tussen zonnepanelen en aardgasvrij verwarmen, zijn er toch goede redenen waarom zonnepanelen wel vaak mee genomen worden in energieconcepten voor woningen. Allereerst is het een mogelijkheid om de woning, over het jaar heen, energieneutraal te kunnen maken. Dit is een aantrekkelijk idee voor veel bewoners. Daarnaast zijn de kosten van zonnepanelen zoveel gedaald, dat de uitgespaarde elektriciteit ruimschoots voldoende is om de kosten snel terug te verdienen. Met de aanzienlijke financiële winst die zonnepanelen daarna opleveren, kunnen minder rendabele energiemaatregelen worden gecompenseerd. Zonnepanelen zijn daarmee een belangrijk element om energieconcepten aantrekkelijk te maken.

Wanneer een eigenaar-bewoner een eigen dak heeft, kan hij of zij besluiten zonnepanelen te installeren. Als een eigenaar-bewoner een eigen systeem aanschaft of huurt, dan zijn de kosten en de baten rechtsreeks voor hem of haar. Bij meergezinswoningen en huurwoningen is afstemming nodig met de VvE of de verhuurder. De kosten kunnen dan verwerkt worden in servicekosten of huur of in een aparte op maat gemaakte financieringsvorm. Hoeveel baten de woningeigenaar heeft hangt af van de afspraken die VvE of de verhuurder met de woningeigenaar maakt. De overheid ondersteunt de installatie van zonnepanelen,

door geen belasting te heffen op zelf opgewekte elektriciteit. Het installeren van zonnepanelen leidt daarmee wel tot lagere belastinginkomsten.

2.1.6 Bouwsteen 6: Niet-energiegerelateerde woningverbetering

Om energiegerelateerde renovaties aantrekkelijker te maken voor bewoners, worden ze vaak gecombineerd met andere vormen van woningverbetering. Voor verhuurders is dit belangrijk om de toestemming van de huurders te krijgen. Als het uitgebreide woningverbetering betreft kan dit ervoor zorgen dat de economische levensduur van een huurwoning wordt verlengd wat betekent dat een verhuurder langer huur kan incasseren. Ook kunnen ingrepen die onderhoudsarm zijn, leiden tot lagere kosten later. Voor eigenaar-bewoners, kan het aantrekkelijk zijn om in één renovatiemoment zowel energie- als andere woningverbeteringen uit te voeren. Dit verkleint de overlast en kan financiering in een hypotheek vergemakkelijken. In principe kan het om allerlei verbeteringen gaan. Denk aan het combineren van schilderwerk met het plaatsen van isolatieglas of het maken van een uitbouw combineren met gevelisolatie. In het Stroomversnellingsprogramma (Stroomversnelling, 2019), worden de energetische ingrepen geïntegreerd uitgevoerd met het installeren van nieuwe schielelementen. Deze gevels en daken zijn onderhoudsarm. Ook worden in die aanpak verbouwingen gecombineerd met de installatie van nieuwe keukens en badkamers. Daarnaast zijn er projecten waarin verduurzaming gecombineerd wordt met levensloopbestendig wonen. In Groningen wordt verduurzaming gecombineerd met het aardbevingsbestendig maken van woningen.

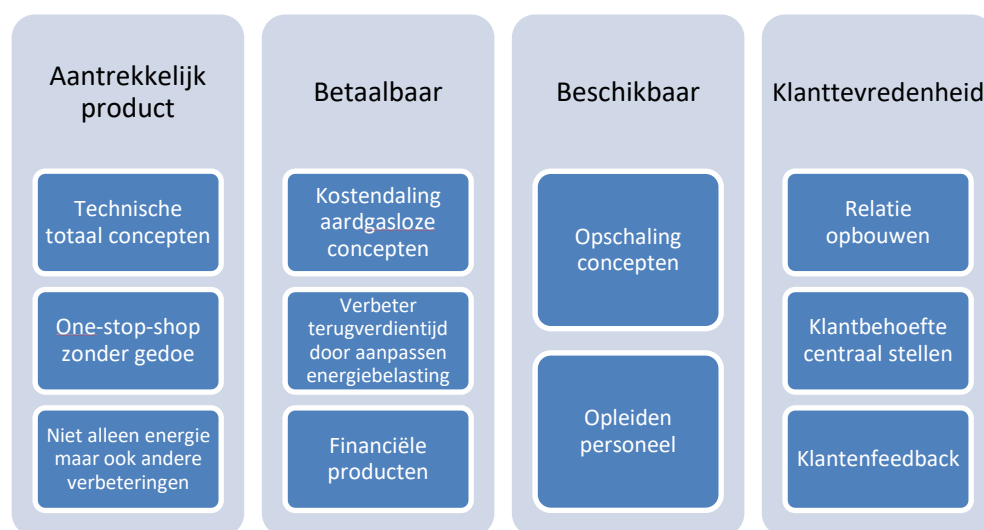
De woningeigenaar is hoofdverantwoordelijk om te bepalen of en wanneer deze woningverbetering plaatsvindt. Hij of zij draagt ook de kosten en profiteert van de voordelen.

2.2 Concepten voor aardgasvrij

In de vorige paragraaf zijn we ingegaan op de losse bouwstenen die samen een aardgasvrije woning bepalen. Het is aantrekkelijk voor woningeigenaren als deze bouwstenen in combinatie worden aangeboden als een totaal concept. In de bouwsector is het echter gebruikelijk om losse onderdelen vanuit verschillende disciplines aan te leveren. De glaszetter levert isolatieglas, de installateur een warmtepomp, het netwerkbedrijf sluit de infrastructuur aan, et cetera. Het afstemmen van al deze elementen vraagt veel van de woningeigenaar.

In andere sectoren wordt meer geredeneerd vanuit het ontzorgen van de klant en zijn het aanbieders die zorgen dat losse onderdelen op elkaar aansluiten. Denk bijvoorbeeld aan de reisbranche; als de klant aangeeft dat hij of zij een reis naar bijvoorbeeld Thailand wil maken, dan kan een reisbureau zorgen voor de

vliegtickets, het hotel en de excursies, al naar gelang de wensen van de klant. De klant hoeft niet zelf achter de vliegtuigmaatschappij, het hotel en de gids aan.



Figuur 3 Elementen voor een aantrekkelijk aardgasvrij product of dienst

De overgang naar aardgasvrij zou veel kunnen lijken op elk ander product of dienst. Figuur 4 toont een aantal belangrijke aandachtspunten voor het creëren van een aantrekkelijk product. De eerder besproken technische bouwstenen, samengebracht tot een totaal concept, af te nemen bij één aanbieder, waarbij ook niet-energetische verbeteringen meegenomen worden, maken dat een aanbod voor aardgasvrij aantrekkelijk wordt. Het is echter van belang om het concept aan te laten sluiten bij de wensen van de bewoner. Zoals de ene vakantieganger graag alles aan een reisbureau overlaat, plant de ander liever alles zelf. Zo zal het ook zijn bij het aardgasvrije maken van woningen. Er zullen daarom meerdere concepten ontwikkeld moeten worden, waarbij de inhoud wordt gestuurd door bijvoorbeeld de mate van betrokkenheid die de bewoner wenst te hebben. Hoofdstuk 4 gaat uitgebreid in het verschillende soorten bewoners en corresponderende concepten.

Het aardgasvrije concept moet ook betaalbaar zijn voor de woningeigenaar. Dit vraagt om kostendaling, maar ook kan een hogere gasprijs ervoor zorgen dat de besparing groter wordt. Omdat de meeste woningeigenaren niet één groot bedrag in eens kunnen betalen, moet gezorgd worden voor financiering. Leen- of lease constructies kunnen hier uitkomst bieden. In bijvoorbeeld de autobranche is het heel gebruikelijk dat de autodealer een lening of lease-optie aanbiedt.

Niets is zo vervelend als nee-verkoop. De aardgasvrije concepten moeten dus ruim beschikbaar zijn. Als de hele Nederlandse woningvoorraad in 2050 aardgasvrij moet zijn, dan hebben we het over ruim meer dan 1000 woningen per werkdag. De huidige renovatiemarkt kan dergelijke aantallen nog niet aan. Opschaling, bijvoorbeeld met een meer industriële aanpak is nodig.

Een goede dienstverlener zorgt voor tevreden klanten. Een slechte service en niet luisteren naar klantenbehoeftes, kan de reputatie van (aanbieders van) aardgasvrije producten en diensten ernstig beschadigen. Zeker bij de eerste woningen, moet

goed geluisterd worden naar de 'klant', omdat aanbieders nog weinig ervaring hebben en ook klanten niet vertrouwd zijn met de aangeboden producten.

De vorm van een product en dienst, moet zoals gezegd aansluiten bij de behoeften van woningeigenaren. Een concept hoeft dus ook niet te betekenen dat op één moment de hele woning gerenoveerd moet worden. Het kan best zijn dat er met de klant een proces wordt ontwikkeld, waarbij verschillende delen van de woning, op een eigen logisch moment worden verbeterd. De investeringen en overlast wordt zo verspreidt over meerdere jaren. Dit kan ook een dienst zijn van een zogenaamde Energy Service Companies (ESCO), waarbij geen technisch aanbod, maar een dienst wordt aangeboden. Bijvoorbeeld de garantie op een comfortabele woning tegen een vast bedrag per maand. De aanbieder kan zelf bepalen hoe hier invulling aan gegeven wordt en de aanbieder moet ook zorgen dat de woning aardgasvrij kan functioneren, als op wijkniveau de gasinfrastructuur verdwijnt.

In Hoofdstuk 4 wordt uitgebreid ingegaan op de behoeften en vraag vanuit de woningeigenaren. In Hoofdstuk 5 wordt vervolgens ingegaan op hoe de aanbieders invulling kunnen geven aan deze vraag en wat hiervoor moet veranderen bij de aanbieders zelf.

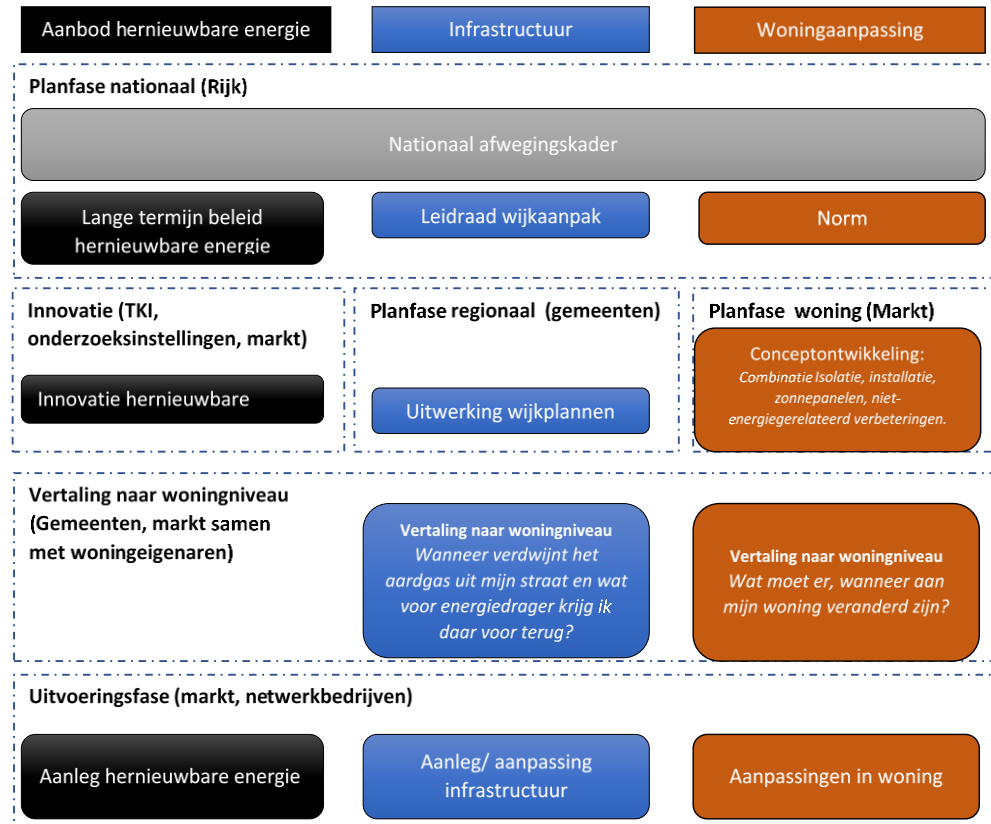
2.3 Een proces om te komen tot aardgasvrije wijken en woningen

In Paragraaf 2.1 hebben we laten zien dat aardgasvrije concepten bestaan uit verschillende bouwstenen en dat elke bouwsteen zijn eigen subdoel en probleemeigenaar heeft. Ook is daar aangegeven dat er vaak samenhang is tussen bouwstenen onderling. Zo is bijvoorbeeld het benodigde aanbod van hernieuwbare energie en de capaciteit van infrastructuur afhankelijk van de mate van isolatie. Ook is de onderlinge timing van belang. De verwarmingsinstallaties moeten geschikt zijn voor een andere energiedrager dan aardgas, op het moment dat de infrastructuur gewijzigd wordt. Deze en andere afhankelijkheden vragen om een goed doordacht proces en enige coördinatie. In deze paragraaf geven we een eerste aanzet voor zo'n proces. Ook gaan we in op de rollen van verschillende stakeholders en de mate van betrokkenheid van eigenaar-bewoners.

In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de verantwoordelijken per bouwsteen voor aardgasvrij, zoals eerder beschreven in Paragraaf 2.1. Tabel 1 biedt een schematisch overzicht van de verschillende fasen en activiteiten in het proces om te komen tot een aardgasvrije woningvoorraad in 2050.

Tabel 1 Overzicht verantwoordelijkheden per bouwsteen voor aardgasvrij

Bouwstenen	Acties	Hoofdverantwoordelijke beslisser	Ondersteunende partijen	Rol woningeigenaar
Aanbod duurzame energie	<ul style="list-style-type: none"> • Lange termijn visie hernieuwbare energie • Subsidie hernieuwbare energie • 	Rijksoverheid	<ul style="list-style-type: none"> • TKI en kennistellingen (innovatie) • Energiebedrijven (planvorming hernieuwbare energie projecten & uitvoering) 	Beperkt inspraak via landelijke politiek
Aanpassen infrastructuur	<ul style="list-style-type: none"> • Leidraad wijkaanpak • Wijkplannen 	Gemeente	<ul style="list-style-type: none"> • Rijksoverheid (ontwikkelen landelijke leidraad) • Netbeheerders (ondersteunen gemeenten bij ontwikkelen wijkplannen & uitvoering) 	Inspraak via gemeente
Aanpassen warmtevoorziening	<ul style="list-style-type: none"> • Normstelling warmtevraag • Ontwikkelen aantrekkelijke concepten 	Woningeigenaar	<ul style="list-style-type: none"> • Rijksoverheid (randvoorwaarden) • Bouwsector, Installatiesector, financiële sector (ontwikkelen concepten en diensten & uitvoering) 	Opdrachtgever
Beperken warmtevraag				
Decentrale duurzame energie (zonnepanelen)				
Niet-energie-gerelateerde verbeteringen				



Figuur 4 Schematisch overzicht proces om te komen tot aardgasvrije woningvoorraad

Vertaling naar woningniveau

De woningeigenaar is als centraal uitgangspunt gebruikt in Figuur 4. Twee vragen zijn voor hem/haar van belang:

- 1 Wanneer verdwijnt het aardgas uit mijn straat en wat voor energiedrager krijg ik daar voor terug?
- 2 Wat moet er wanneer aan mijn woning verbeterd zijn?

Dit zijn de twee cruciale vragen die beantwoord moeten worden, zodat woningeigenaren zich kunnen voorbereiden op een aardgasvrije woning. Om deze twee vragen te kunnen beantwoorden moeten in de planfase een aantal zaken worden uitgewerkt.

Planfase regionaal

De eerste vraag betreft de infrastructuur, gemeenten moeten, ondersteund door netwerkbeheerders, helderheid geven over de aanpassingen van de infrastructuur van de wijk. In het ontwerp klimaatakkoord wordt voorgesteld dat gemeenten hiervoor uiterlijk in 2021 wijkplannen opstellen, waarin aangegeven wordt per wanneer de infrastructuur gewijzigd wordt en hoe die er dan uit gaat zien.

Planfase nationaal

Om hier een afgewogen beslissing over te kunnen maken moeten gemeenten helderheid krijgen over de context en de randvoorwaarden. Hiervoor moet vanuit

het Rijk een leidraad worden ontwikkeld. Hierin kunnen bijvoorbeeld de volgende randvoorwaarden worden geschetst:

- Een beslisboom om te komen tot een afgewogen keuze voor een infrastructuur. Hierin kunnen vragen worden gesteld zoals: Is er een bestaand warmtenet in de nabije omgeving? Is er potentieel voor geothermie in de nabije omgeving? Zijn er andere verbeteringen aan de wijk nodig, waarbij aangesloten kan worden?
- Randvoorwaarden rondom emissies, zodat de wijkaanpak aansluit bij het einddoel: Het nagenoeg tot nul terugbrengen van de CO₂-uitstoot van de gebouwde omgeving.
- Randvoorwaarden rondom kosten, zodat oplossingen op wijkniveau niet leiden tot extra (gesocialiseerde) kosten buiten de wijk. Denk bijvoorbeeld aan oplossingen die leiden tot noodzakelijke extra netverzwaringen, of die meer dan redelijk aanspraak maken op centraal gewonnen hernieuwbare energie.
- Randvoorwaarden die aansluiten bij de beschikbaarheid van hernieuwbare energie. Hernieuwbare opties, zoals groen gas of waterstof, maar ook hernieuwbare elektriciteit, zijn schaars. Een landelijke leidraad moet zorgen dat deze schaarse middelen optimaal verdeeld worden over de verschillende wijken.

Om deze leidraad te kunnen maken, moet de Rijksoverheid zelf een helder beeld hebben van de beschikbaarheid van hernieuwbare energie voor de gebouwde omgeving. In een lange termijn visie op hernieuwbare energie moet het Rijk hiervoor antwoord geven op bijvoorbeeld de volgende vragen:

- Hoeveel winning van hernieuwbare warmte, gas en elektriciteit is gewenst?
- In hoeverre wil Nederland hernieuwbare energiedrager, bijvoorbeeld, duurzame elektriciteit, groen gas, waterstof, of biomassa importeren uit het buitenland
- Hoe ziet de verdeling van hernieuwbare energie over de verschillende sectoren (industrie, transport, landbouw, gebouwde omgeving) er naar verwachting uit in 2050 en tussenliggende jaren?
- Hoeveel mag de maximale vraag zijn van de gebouwde omgeving naar hernieuwbare energie?
- Welke kostendalingen zijn wenselijk voor hernieuwbare energie-opties, en zijn deze te realiseren door innovatie?
- Hoeveel is de Rijksoverheid bereid om aan subsidie uit te geven aan de opwek van hernieuwbare energie?

Door de mogelijk beperkte beschikbaarheid van hernieuwbare energie voor de gebouwde omgeving, kan het noodzakelijk zijn om sterk in te zetten op vraagreductie. Dit kan bereikt worden door met name isolatie op woningniveau. Op basis van de eerder besproken afwegingen, moet het Rijk helderheid geven over de mate waarin woningen vergaand geïsoleerd moeten worden. Dit kan geconcretiseerd worden in een norm. Het voordeel van een dergelijke norm is ook dat hiermee helderheid gegeven wordt aan bouw- en installatiebedrijven, zodat zij op basis van deze norm, kunnen werken aan aantrekkelijke concepten en diensten waarmee aan deze norm kan worden voldaan. Door deze norm en uitwerking door marktpartijen kan ook antwoord gegeven worden op de tweede vraag van woningeigenaren: "Wat moet er wanneer aan mijn woning verbeterd zijn?". In hoofdlijnen moet de planfase in de komende jaren worden afgerond, maar gedurende het hele proces tot en met 2050, kunnen plannen, randvoorwaarden, normen en concepten worden verbeterd op basis van nieuwe inzichten.

Uitvoeringsfase

Nadat helderheid is gegeven aan de woningeigenaren, kan gestart worden aan de uitvoeringsfase. Parallel aan elkaar moeten energiebedrijven werken aan het aanbod van hernieuwbare energie, ondersteund door het Rijk, moeten netbeheerders werken aan de aanpassing van de infrastructuur, ondersteund door gemeenten, en moeten woningeigenaren werken aan de aanpassingen van hun woning(-en), ondersteund door marktpartijen zoals bouwbedrijven of dienstverleners.

Zoals gezegd kunnen deze drie parallel aan elkaar worden uitgevoerd. Tot op zeker hoogte kunnen de uitvoerende partijen onafhankelijk van elkaar werken aan de uitvoering. De verduurzaming van het elektriciteitsaanbod hoeft niet gelijktijdig gerealiseerd te zijn als het all-electric maken van wijken. Ook het isoleren van woningen kan eerder plaatsvinden, dan de uitfasering van aardgasnetten. Op cruciale onderdelen is wel afstemming nodig, denk bijvoorbeeld aan:

- Het toepasbaar maken van geothermische warmte is afhankelijk van de beschikbaarheid van warmte-infrastructuur om die warmte bij de eindverbruiker te krijgen.
- Om lage temperatuur infrastructuur goed te laten functioneren, moeten woningen vooraf geïsoleerd zijn.

Er blijft dus enige mate van coördinatie tussen de drie sporen, aanbod hernieuwbare energie, aanpassen infrastructuur en aanpassen woning noodzakelijk.

In de aanbevelingen in Paragraaf 1 wordt specifiek ingegaan op alle aandachtspunten met bijbehorende verantwoordelijkheden en afhankelijkheden. Hier wordt ook ingegaan op de fasering van het proces.

3 Kosten van aardgasvrije renovaties

Er circuleren vele cijfers over de kosten van het aardgasvrij maken van bestaande woningen (aardgasvrije renovaties) en die inschattingen lopen soms erg uiteen. Deze verschillen worden vaak veroorzaakt door verschillende aannames en doordat bepaalde kostencomponenten wel of juist niet meegenomen worden in de berekening. In Paragraaf 3.1 leggen we eerst enkele kostenbegrippen uit. In Paragraaf 3.2 geven we gedetailleerd inzicht in de verschillende kostencomponenten (bouwstenen) voor aardgasvrije renovaties en proberen we de kosten eenduidig te maken. In paragraaf 3.3 gaan we in algemeen zin in op kosten voor de eindgebruiker.

3.1 Enkele kostenbegrippen uitgelegd

In het rapport en met name in dit hoofdstuk wordt ingegaan op verschillende soorten kosten. De verschillende kostenbegrippen worden hieronder nader gespecificeerd.

Investeringskosten

Met het begrip investeringskosten worden initiële investeringen bedoeld. Dit kunnen investeringen zijn die samenhangen met de benodigde infrastructuur, maar ook investeringen in energie-installaties voor de woning. De investeringen behorende bij de verschillende bouwstenen worden betaald door verschillende partijen. In het geval van een eindgebruiker betreft het bijvoorbeeld de investeringen in energiebesparende maatregelen en aanschaf van nieuwe energie-installaties in de woning.

Financieringslasten

De investering wordt geleidelijk afgeschreven over de economische levensduur. Met behulp van een rentevoet en een economische levensduur kunnen investeringskosten worden vertaald naar jaarlijkse kosten.

Onderhoudskosten

De kosten voor het jaarlijks onderhoud en beheer. Het kan bijvoorbeeld gaan om onderhoud aan infrastructuur. Het kan ook gaan om onderhoud aan energie-installaties in de woning. Deze kosten bedragen op jaarbasis bij benadering een vast aandeel van de initiële investeringskosten. Beheerkosten zijn bijvoorbeeld de kosten voor de netbeheerder voor het opstellen van energiefacturen.

Baten

De opbrengsten uit energiebesparing worden uitgedrukt in euro's bespaard per jaar. Energiebesparing kan worden uitgedrukt in besparing op de energierekening voor de eindgebruiker, maar ook in besparing op de productiekosten. In het eerste geval wordt de jaarlijkse energiebesparing (in GJ) vermenigvuldigd met het tarief (inclusief heffingen) voor de betreffende energiedrager (euro/GJ). In het tweede geval wordt de jaarlijkse energiebesparing (in GJ) vermenigvuldigd met de productiekosten voor de betreffende energiedrager (euro/GJ) waarin geen heffingen zijn meegenomen.

Heffingen

Dit betreft de energiebelasting, opslag duurzame energie (ODE) en BTW.

Subsidies

Er kunnen subsidies zitten op investeringskosten waardoor de investeerder een gedeelte van de aanschafprijs direct terugverdiend. Een voorbeeld is de ISDE subsidie voor warmtepompen.

(Energie-) tarieven

Energietarieven worden voor een deel bepaald door de marktprijzen of commodity prijzen voor energie. Daarnaast zijn er opslagen bovenop deze marktprijzen, zoals energiebelasting, opslag duurzame energie (ODE) en BTW. Die opslagen worden gereguleerd door de overheid.

Andere voorbeelden van gereguleerde tarieven zijn de eenmalige aansluit- of verwijderingsbijdrage voor de netaansluiting op gas, elektriciteit en warmte, en de jaarlijkse bijdrage voor het netonderhoud en energielevering de eindgebruiker betaalt (het vastrecht).

Eindgebruikerskosten

De kosten voor de eindgebruiker bestaan uit de jaarlijkse energierekening en de kosten voor aanpassingen aan de gebouwschil en energie-installaties en overige niet-energiegerelateerde kosten. Dit inclusief alle heffingen en subsidies die daarop van toepassing zijn. De energierekening voor de eindgebruiker is opgebouwd uit het bedrag voor de gebruikte energie en het vastrecht met een bedrag dat afhankelijk is van de capaciteit van de aansluiting, de meetkosten en transportkosten. Op de energierekening is ook een heffingskorting (vermindering van energiebelasting) van toepassing.

Nationale kosten

Aardgasvrije renovaties op buurt- of wijkniveau vergt, zoals in hoofdstuk 2 besproken, naast het aanpassen van de woning zelf ook aanpassingen aan de energie-aanbodkant en aanpassingen aan de infrastructuur. In de nationale kosten zitten alle kosten in het energiesysteem voor het aardgasvrij maken van woningen opgenomen. Het betreft hier dus de netto kosten voor aardgasvrije renovaties voor de maatschappij. Dit is netto, omdat ook de baten (besparingen) worden meegenomen. Heffingen worden niet meegenomen in de nationale kosten. Inbegrepen in de nationale kosten zijn de kosten voor verduurzaming van de energieproductie (centraal en decentraal), aanpassingen aan de infrastructuur, het beperken van de warmtevraag van woningen, het aanpassen van energie-installaties in de woning, en naar keuze wel/niet de overige niet-energie gerelateerde kosten voor aanpassingen aan de woning.

Projectmatige kosten en maatregelpakket kosten

Aan renovatiewerkzaamheden aan woningen zijn kosten verbonden die gerelateerd zijn aan de projectuitvoering. Door meerdere maatregelen tegelijkertijd te nemen treedt meestal kostenreductie op (pakketkostenreductie). Een eenmalige grote ingreep is voordeliger dan ingrepen op verschillende momenten gedurende de levensduur van de woning. Verder is op een vervangingsmoment (natuurlijk moment) renoveren goedkoper dan op een zelfstandig moment omdat dan alleen naar de meerinvesteringen wordt gekeken.

Advieskosten

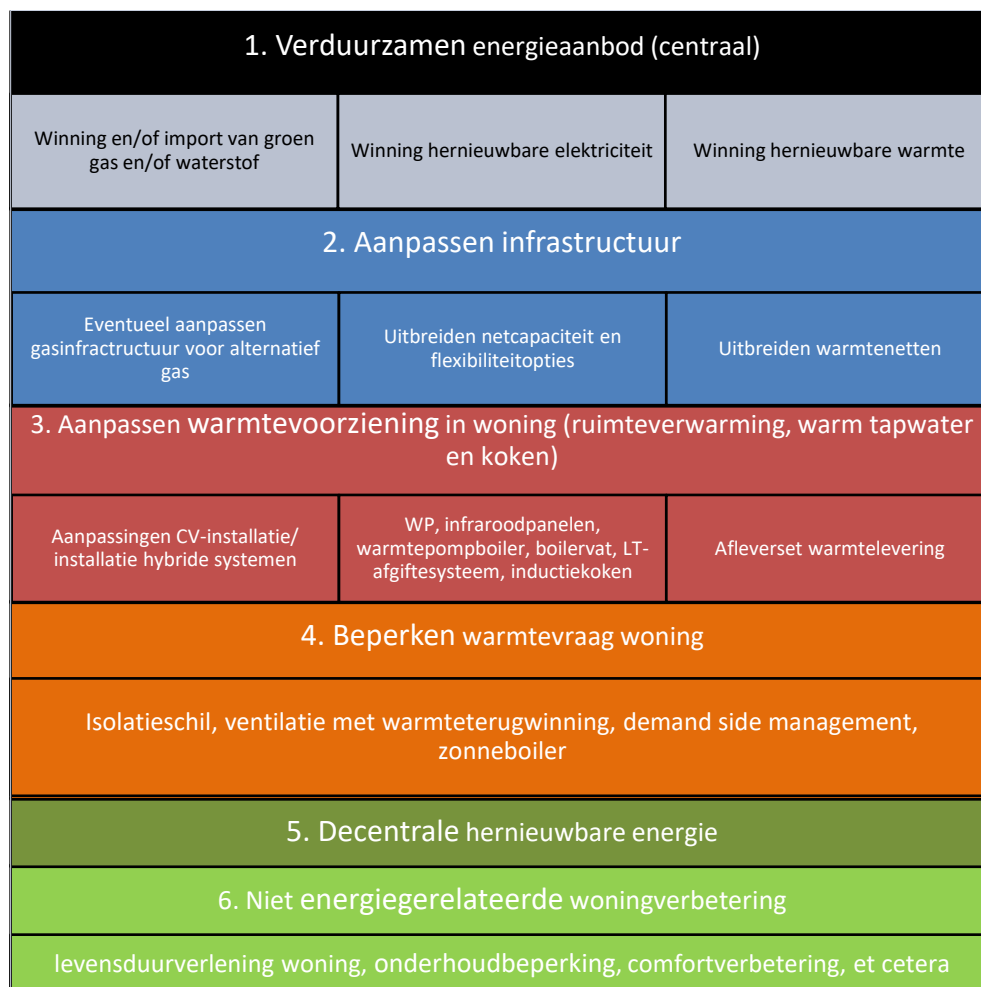
Een energie-adviseur komt langs bij de woning om advies te geven over maatregelen die in aanmerking komen: het maatwerkadvies. Hier zijn advieskosten aan verbonden.

Proces en begeleidingskosten

Kosten gerelateerd aan het proces op buurtniveau. Te denken is aan kosten gerelateerd aan gemeentelijke inspraakavonden. Of kosten voor het begeleiden van bewoners in het proces.

3.2 Kosten per bouwsteen voor het aardgasvrij maken van bestaande woningen bij huidige prijspeil en tarieven

In Figuur 5 zijn de verschillende kostenposten voor het aardgasvrij maken van bestaande woningen weergegeven. In deze figuur is onderscheid gemaakt tussen investeringen buiten de woning in het blauw en binnen de woning in het roze en rood. In die laatste categorie kan onderscheid gemaakt worden tussen absoluut noodzakelijk voor aardgasvrij in het rood en extra investeringen die samenhangen met concepten in het roze (zie ook Paragraaf 2.2 voor toelichting op concepten). De verschillende kostenposten zijn, waar nodig, gespecificeerd voor groen gas opties (links), all-electric opties (midden) en warmteleveringsopties (rechts).



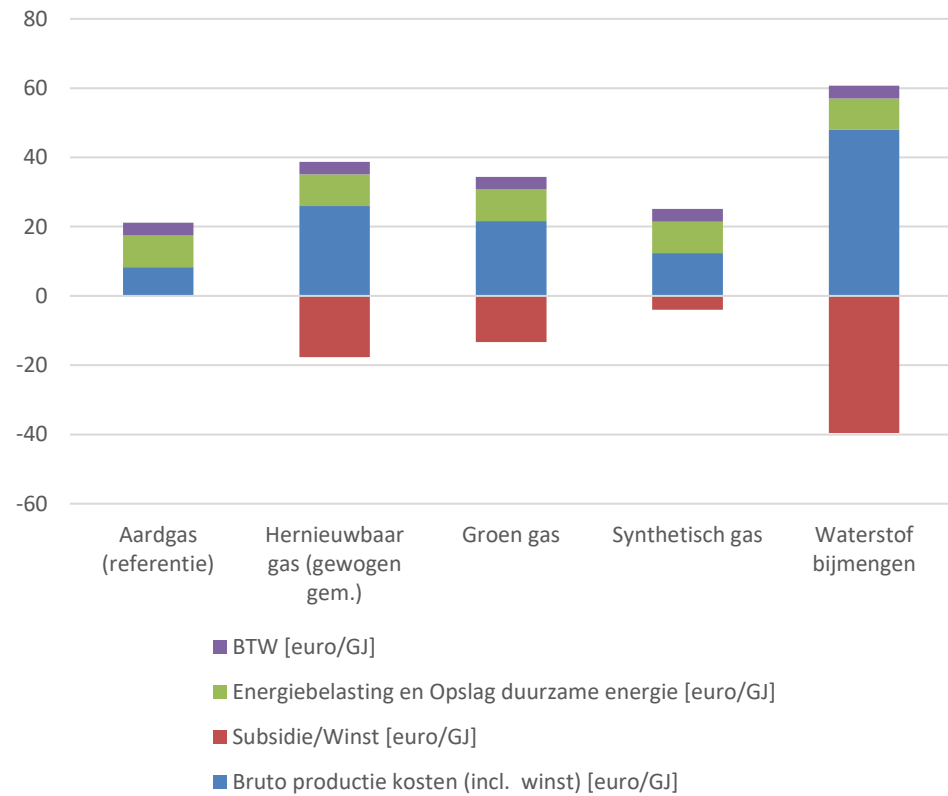
Figuur 5 Bouwstenen voor een aardgasvrije woningrenovatie (groengas links, all-electric midden, warmtelevering rechts)

3.2.1 Kosten bouwsteen 1: Verduurzamen aanbod energie

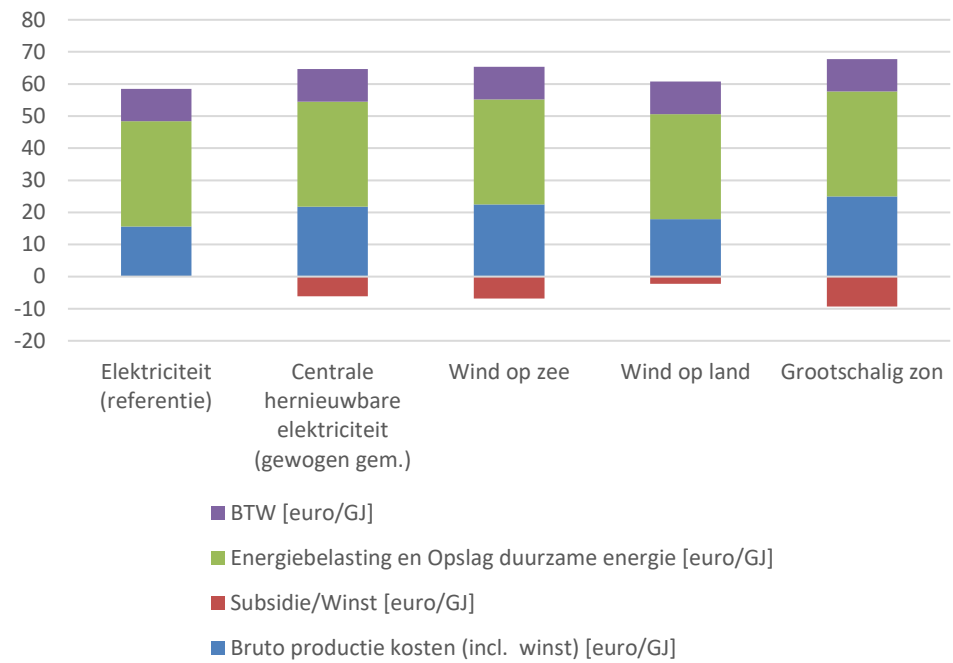
Figuren 7 t/m 9 tonen een overzicht van de huidige kosten van hernieuwbare energie met aan de linkerkant in de figuur het gemiddelde huidige energietarief ter referentie. De productiekosten voor hernieuwbare energie zijn voor het grootste deel gebaseerd op de SDE+ 2019 advies basisbedragen. Een verdere toelichting op de gehanteerde kostencijfers en achterliggende bronnen en aannames is te vinden in Appendix A. In het blauw zijn telkens de bruto productiekosten voor de producent⁷ aangegeven. Om op het tarief voor de eindgebruiker uit te komen moeten eventuele winstmarges (bovenop de groothandelsprijs), subsidies en heffingen worden meegenomen. In het rood is het verschil aangegeven tussen het tarief van de betreffende hernieuwbare energiedrager en de referentie. Een negatief getal houdt in dat er SDE+ subsidie op zit. Een positief getal betekent dat er een (extra) winstmarge op de geproduceerde energie zit ten opzichte van de referentie.

⁷ Bruto productiekosten inclusief een winstmarge. In de SDE+ basisbedragen zit ook een redelijke winstmarge voor de producent opgenomen.

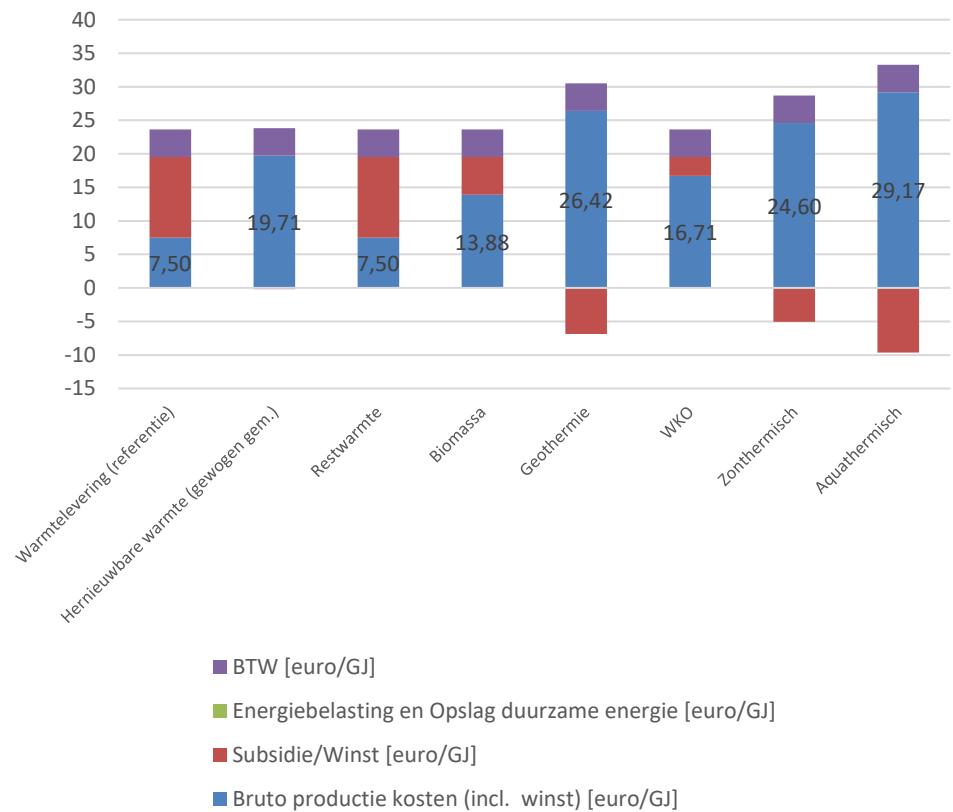
Het valt meteen op dat er aanzienlijke verschillen zitten tussen subsidies/winsten afhankelijk van de soort energiedrager. Zo zit er geen energiebelasting op warmte. Op elektriciteit zit juist een relatief hoge energiebelasting ten opzichte van gas. Ook valt op dat hernieuwbare elektriciteit en waterstof duurder zijn per GJ dan gas en warmte.



Figuur 6. Kosten van verschillende gasvormige energiedragers uitgesplitst in nationale kosten (bruto productiekosten), subsidies, winst en heffingen prijspeil 2018



Figuur 7. Kosten van verschillende opties voor elektriciteit uitgesplitst in nationale kosten (bruto productiekosten), subsidies, winst en heffingen prijspeil 2018



Figuur 8. Kosten van verschillende opties voor warmte uitgesplitst in nationale kosten (bruto productiekosten), subsidies, winst (deels dekking kosten infrastructuur) en heffingen prijspeil 2018

3.2.1.1 *Productie hernieuwbare gassen*

Het valt op dat hernieuwbare gassen veel hogere productiekosten hebben dan conventioneel aardgas. Dit houdt in dat subsidies nodig zijn. De hier getoonde gemiddelde productiekosten voor groen gas is een gemiddelde voor 7 verschillende productietechnieken voor groen gas (o.a. stortgas, vergassing en vergisting). Groen gas is gemiddeld meer dan twee maal zo duur als conventioneel aardgas. Met name waterstof is een relatief duur alternatief voor aardgas. Hier is aangenomen dat de waterstof met elektrolyse wordt geproduceerd met hernieuwbare elektriciteit uit wind en zon.

3.2.1.2 *Productie hernieuwbare elektriciteit*

Hernieuwbare elektriciteitsproductie gaat uit van grootschalige centrale productie met on- en offshore windparken en zonneparken. Deze technieken zijn nog wel duurder dan conventionele elektriciteitsopwekking. Wind op land is de goedkoopste vorm. Wind op zee is de laatste jaren zeer sterk in kosten gedaald, maar is nog niet goedkoper dan wind op land wanneer de kosten voor de netaansluiting ook worden meegenomen (Lensink en Beurskens, 2017). Grootschalige zonneparken hebben hogere energieproductiekosten dan windenergie.

3.2.1.3 *Productie hernieuwbare warmte*

Voor duurzame warmte zijn er diverse alternatieven. Belangrijk is wel het onderscheid tussen hoge en lage temperatuur warmtebronnen. Hernieuwbare bronnen leveren dikwijls alleen lage temperatuur warmte, waardoor gebruik van deze bronnen extra aanpassingen vergt voor warm tapwater voorziening (temperatuur nodig van min. 55-60 graden Celsius voor legionellapreventie) en mogelijk ook voor ruimteverwarming (zie hoofdstuk 2). In geval van lage temperatuur warmte is een collectieve of individuele warmtepomp nodig om de warmte naar een hogere temperatuur op te waarderen. Met hoge temperatuur warmte wordt hier bedoeld dat de warmte een temperatuurniveau heeft die hoog genoeg is voor warm tapwater. Dit is het geval bij restwarmte uit industriële processen en warmtewinning uit biomassa.

Restwarmte is een mogelijke warmtebron voor warmtenetten. Hier wordt restwarmte tussen de 80 en 120 graden Celsius bedoeld. Er zijn ook lagere temperatuur restwarmtebronnen, bijvoorbeeld datacenters, maar dat laten we hier buiten beschouwing. Met restwarmte wordt hier restwarmte uit de industrie bedoeld en niet de aftapwarmte uit elektriciteitscentrales en afvalverbrandingsinstallaties. Aftapwarmte van centrales gaat ten koste van de elektriciteitsproductie. Restwarmte uit de industrie betreft warmte die anders geloosd zou worden. Het benutten van restwarmte voor warmtenetten vindt momenteel nog nauwelijks plaats. Het grootste aandeel van de huidige warmte voor warmtenetten betreft aftapwarmte uit elektriciteitscentrales (gas- en kolencentrales), warmte uit afvalverbrandingsinstallaties en warmte uit biomassacentrales (ECN, 2017). Het is voor de toekomst de vraag hoe de efficiëntie van industriële processen zich verder zal gaan ontwikkelen. Daardoor is de leveringszekerheid voor restwarmte op de lange termijn onzeker.

Een duurder alternatief dan restwarmte, maar een nog steeds relatief goedkoop alternatief ten opzichte van andere duurzame warmtebronnen, is inzet van biomassawarmtecentrales. Biomassaketels kunnen hoge temperatuur warmte leveren aan warmtenetten. De beschikbaarheid alsmede de prijs van (vaste)

biomassa spelen een belangrijke rol in verdere opschaling van inzet van biomassa. Bij grootschalige inzet is ook import nodig, omdat de binnenlandse beschikbaarheid beperkt is.

Bij geothermie wordt gebruik gemaakt van lage temperatuur warmte uit de diepe ondergrond (>500m diep). Deze warmte wordt via een warmtenet aan woningen geleverd. Een aantal studies laat een grote potentiële rol voor geothermie zien in de verduurzaming van de energievoorziening van de gebouwde omgeving (PBL, 2017, CE, 2016). CE berekende in een scenariostudie een inzet van 160PJ in 2050 voor de gebouwde omgeving (CE, 2016). Van geothermie wordt een grote bijdrage verwacht voor de verduurzaming van bestaande warmtenetten (PBL, 2017; CE, 2016). Geothermie moet daarvoor wel eerst verder worden doorontwikkeld.

WKO staat voor warmte-koude opslag. Dit is een vorm van seizoensopslag in een watervoerende laag in de (ondiepe) ondergrond. In de zomermaanden wordt een gebouw gekoeld en wordt het warme water opgeslagen. In de winter wordt water opgepompt om te verwarmen. Het gaat hier om lage temperatuur warmte. WKO kan ook als collectief systeem worden ingezet voor het verwarmen en koelen van meerdere gebouwen.

Zonthermie is een techniek waarbij een verzameling zonnecollectoren wordt geplaatst op een open veld. De geproduceerde lage temperatuur warmte wordt met een warmtenet getransporteerd naar de woningen. Bij zonthermie is seizoensopslag nodig, omdat in de zomermaanden de warmteproductie het grootst is.

Aquathermie is een techniek waarbij thermische energie wordt gewonnen uit water, bijvoorbeeld uit oppervlaktewater (rivieren, meren). Aquathermie kan worden gezien als een vorm van warmte-koude opslag. Lage temperatuur warmte wordt via een warmtenet naar de woning toe getransporteerd. Doordat de efficiëntie van huidige systemen laag is zijn de productiekosten relatief hoog. Momenteel zijn er slechts enkele aquathermie projecten in Nederland.

3.2.1.4 *Kosten verduurzamen aanbod energie per woning*

In Tabel 2 zijn de variabele jaarlijkse energiekosten voor een referentiewoning weergegeven per variant. Deze kosten kunnen worden vergeleken met de energiekosten van een met aardgas verwarmde woning. De hier gekozen referentiewoning is een rijtjeswoning uit de jaren '70⁸ met een aardgasverbruik van 1200 m³ per jaar (38 GJ). In werkelijkheid is er een grote spreiding in het aardgasgebruik en dus ook in de kosten per woning.

In de gewogen gemiddelde productiekosten voor hernieuwbaar gas is een aandeel van 100% voor groen gas verondersteld. In de gewogen gemiddelde productiekosten voor centrale hernieuwbare elektriciteit zijn gelijke aandelen van de drie genoemde opties verondersteld. De toekomstige productie verhouding tussen wind en zon is afhankelijk van onder meer het potentieel, sterk bepaald door ruimtebeschikbaarheid, en bij welke technologieën kostenreducties gerealiseerd worden.

⁸ Totale vloeroppervlak = 98 m². (begane grond opp. = 38m²)

In de gewogen gemiddelde productiekosten van hernieuwbare warmte zijn gelijke aandelen van de opties aangenomen. De toekomstige verhouding tussen duurzame warmte opties is afhankelijk van het potentieel en bij welke technologieën op termijn kostenreducties gerealiseerd kunnen worden.

Te zien is dat in de verschillende varianten de jaarlijkse kosten voor de eindgebruiker niet ver uit elkaar lopen. Groen gas, all-electric en warmtelevering zijn ongeveer even duur beschouwd vanuit eindgebruikerskosten. In de aardgas referentie zijn de kosten echter wel het laagst. Beschouwd vanuit productiekosten is all-electric meer dan de helft goedkoper dan groen gas en warmtelevering. Het verschil is te verklaren aan de hand van het verschil in opwekkingsrendement. Het verschil komt door de warmtepomp, die elektriciteit verbruikt maar waarbij een groot deel van de energie uit de omgeving komt. Een groen gas configuratie met een hybride warmtepomp wordt een deel van de warmtevraag met gas ingevuld en een deel met elektriciteit. Zo'n configuratie geniet ook het efficiëntievoordeel van de warmtepomp, maar het voordeel is minder groot dan bij de all-electric variant. In het geval van warmtenetten is dit efficiëntie voordeel er niet. Dat de eindverbruikerskosten in de verschillende varianten toch vrijwel gelijk aan elkaar zijn kan worden verklaard door heffingen (en subsidies) op de energiedragers. De belasting op elektriciteit is fors hoger dan die op gas en op warmte zit geen energiebelasting.

Tabel 2 Kosten per gemiddelde woning met eindverbruik 38 GJ warmte/jaar [euro/jaar] prijspeil 2018

	Referentie aardgas	Groen gas	All-electric	Warmtelevering
Kosten	316	724	331	749
Saldo heffingen en subsidie	485	113	558	149
Eindverbruikerskosten	801	836	889	898

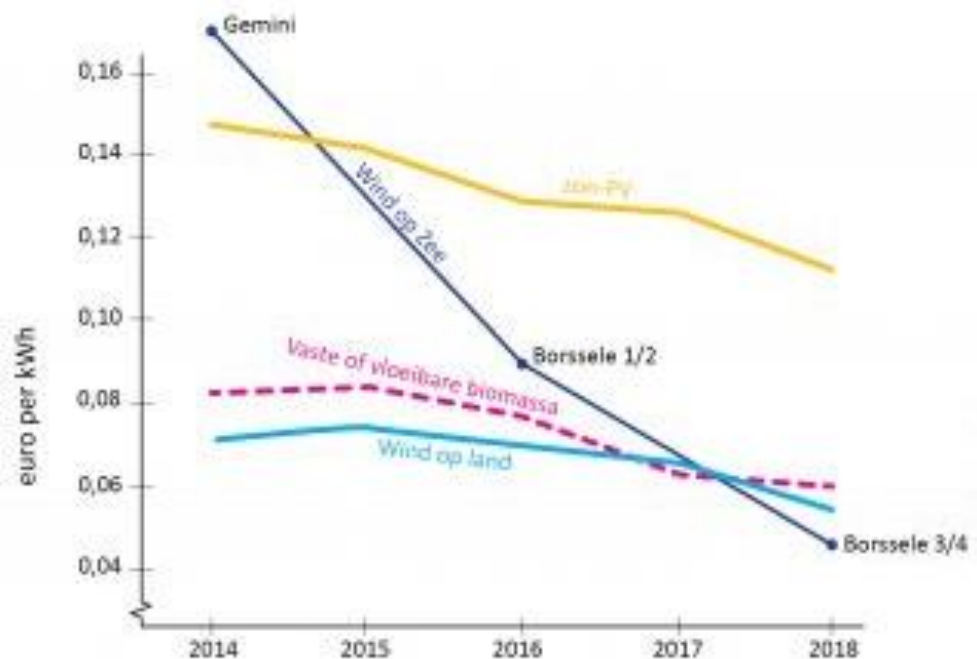
3.2.1.5 *Perspectief op kostendaling van duurzamen aanbod energie*

In de toekomst kunnen door technologische innovaties kostendalingen gerealiseerd worden. Wanneer de cumulatief geïnstalleerde capaciteit van een technologie verdubbeld, dan dalen in het algemeen de kosten met een constante factor, dit heet het technologisch leereffect en hierbij hoort een leercurve. Ook door opschaling (o.a. het vergroten van de capaciteit per productie-eenheid) kunnen de kosten van energieproductie worden gereduceerd. Dit effect wordt aangeduid met "economies of scale" (IRENA, 2018).

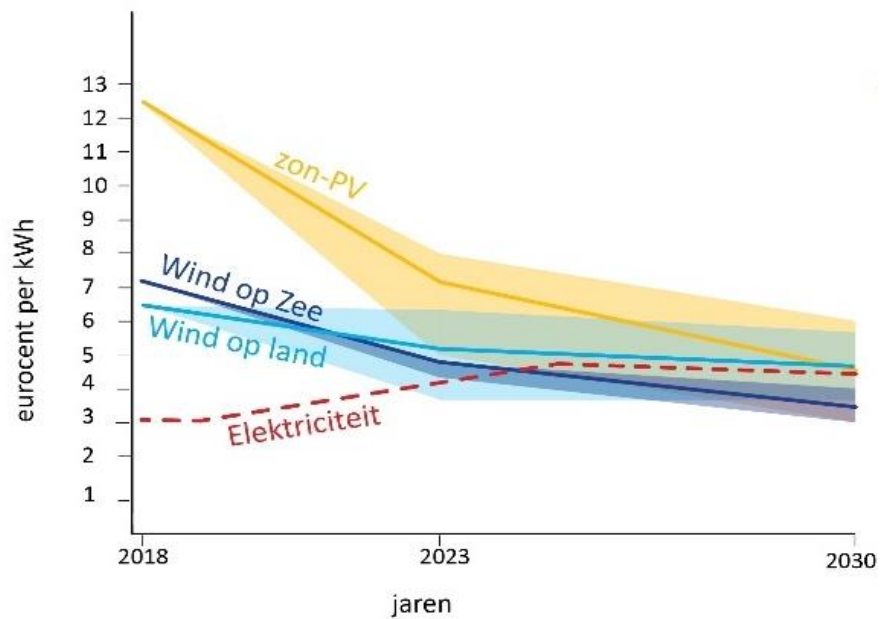
Voor groen gas is het potentieel voor binnenlandse productie beperkt. Het potentieel groen gas in 2030 is in de routekaart geraamd op 3,7 miljard m³ aardgasequivalent (Routekaart hernieuwbaar gas, 2014). Dit is 117 PJ. Groen gas heeft een significant potentieel, maar niet hoog genoeg om de gehele warmtevraag van de gebouwde omgeving af te dekken. Wanneer groen gas een hoofdrol gaat spelen dan is import nodig van groen gas of van de grondstoffen om groen gas te produceren. Als het aanbod beperkt blijft en de vraag toeneemt heeft dit een prijsopdrijvend effect. Door groen gas op grote schaal te produceren kunnen de kosten worden beperkt (Routekaart hernieuwbaar gas, 2014).

Waterstofproductie uit hernieuwbare elektriciteit alsmede de opslag ervan is momenteel kostbaar maar zal door technologische innovaties en opschaling goedkoper kunnen worden. De productiekosten van waterstof hangen af van de elektrolyse route en de elektriciteitsprijs (TKI Routekaart Waterstof, 2018). De opschaling van waterstofproductie voor inzet in de gebouwde omgeving zal onder meer afhangen van kostendalingen voor elektrolyse en de beschikbaarheid van (overschotten) hernieuwbare elektriciteit nodig voor elektrolyse. Ook is het vanuit energetisch perspectief niet voor de hand liggender om de hernieuwbare elektriciteit rechtstreeks te gebruiken in woningen, in plaats van het eerst om te zetten naar waterstof. Het ligt in lijn der verwachting dat de vraag naar hernieuwbare elektriciteit sterk zal stijgen in de toekomst, omdat elektriciteit ook nodig is om andere sectoren aardgasvrij te maken via elektrificatie van de warmtevraag. Dit kan een prijsopdrijvend effect sorteren bij beperkt aanbod.

De kosten van hernieuwbare elektriciteitsproductie zijn afgelopen jaren sterk gedaald, zie Figuur 9 (NVDE, 2018a). Dit blijkt uit de SDE+ advies basisbedragen. Wind op zee is volgens de projectie op den duur een stuk goedkoper dan wind op land, zie Figuur 10. Ook voor zon-PV is de projectie dat de kostendalingstrend zich verder zal doorzetten (NVDE, 2018b).



Figuur 9 Kostenontwikkeling hernieuwbare elektriciteit de afgelopen jaren (NVDE, 2018a)



Figuur 10 Kosten hernieuwbare elektriciteit projectie tot en met 2030 (NVDE, 2018b)

Bij geothermie kan door opschaling een verdere kostendaling bereikt worden. Deze opschaling kan worden bereikt door geothermiedoubletten groter te maken, veel projecten direct achter elkaar te laten plaatsvinden en meer putten te slaan per project. Deze kostenreducties worden enigszins gecompenseerd door de hogere kosten die samenhangen met extra veiligheidseisen. (IF technology, 2017).

Naast schaalvoordelen zijn er ook veel technische innovaties mogelijk die de kosten van geothermie kunnen drukken, onder andere innovaties die de boorsnelheid verhogen of het debiet kunnen verhogen.

3.2.2 Kosten bouwsteen 2: aanpassen infrastructuur

Het kan voorkomen dat de bestaande energie-infrastructuur moet worden aangepast. Dit betreft, afhankelijk van de variant, kosten voor:

- Het geschikt maken van gasnetten voor toevoeren van hernieuwbaar gas
- Het verhogen van de capaciteit van het elektriciteitsnet en/of inzet van flexibiliteitsopties op buurt- of wijkniveau
- Het uitbreiden van bestaande warmtenetten of aanleggen van nieuwe warmtenetten.

Om hernieuwbaar gas in het bestaande gasnet in te voeren zijn een aantal aanpassingen nodig tegen relatief beperkte kosten. Dit bedrag kan oplopen tot 700 miljoen euro in totaal voor Nederland volgens een scenario van CE-Delft (Kiwa, 2018). Bij waterstof moet de procedure voor verrekening van de gaskosten als gevolg van verschillen in gassamenstelling worden vernieuwd en zijn andere gasmeters nodig. Voor groen gas zijn er extra kosten die samenhangen met aanpassingen om te kunnen omgaan met verschillen in calorische waarde van het gas. Ook is verscherpt toezicht nodig op graafwerkzaamheden (Kiwa, 2018).

Vanwege een toename van de elektriciteitsvraag door warmtepompen kan het voorkomen dat de capaciteit van (transformatoren in) het laagspanningsnet wordt overschreden. Het kan dan nodig zijn om netten te verzwaren. Met behulp van lokale flexibiliteitsopties, bijvoorbeeld een buurtbatterij, is netverzwaring mogelijk te voorkomen of uit te stellen, maar mogelijk is dit niet kosteneffectief. Hier is ervan uitgegaan dat alleen in de all-electric variant netverzwaring nodig is. Of netverzwaring nodig is hangt samen met de piekwarmtevraag per buurt/wijk die weer bepaald wordt door het isolatieniveau van de woningen. Omdat in de all-electric variant het isolatieniveau hoger ligt, is de piekvraag lager. Dit maakt het vervolgens lastig om aan te geven in welke gevallen wel/geen netverzwaring nodig is.

In geval van warmtelevering zullen bestaande warmtenetten moeten worden uitgebreid of nieuwe warmtenetten worden aangelegd. De kosten voor nieuwe warmtenetten bestaan uit de kosten voor de hoofdleiding, onderstations, distributienetwerk, hulpketels (gestookt met hernieuwbaar gas) en aansluitingen naar de woningen.

Tabel 3 geeft zowel de kosten weer voor het in stand houden van de energie infrastructuur alsmede de aanpassingen aan de infrastructuur in de verschillende varianten. Voor een overzicht van verdere aannames over infrastructuurkosten zie Appendix A. In de tabel is een onderscheid gemaakt tussen nationale kosten en eindgebruikerstarieven.

De investering in infrastructuur voor warmte is hoog. In de warmtenetvariant zijn de kosten voor aanpassing aan de infrastructuur fors hoger dan voor de groen gas en all-electric variant vanwege de kosten voor het nieuwe warmtenet. De nationale kosten van de all-electric variant zijn hoger dan de groen gas variant, omdat is uitgegaan van netverzwaring.

Voor de eindgebruiker zijn de infrastructuur kosten bij all-electric het goedkoopst, omdat de woning van het gasnet afgehaald wordt en er enkel nog vastrecht voor elektriciteit overblijft. Groen gas en aardgas zijn even duur voor de eindgebruiker. Warmtelevering is het duurste voor de eindgebruiker vanwege vastrecht op warmte en elektriciteit.

Tabel 3 Kosten en eindverbruikerskosten voor (nieuwe) infrastructuur per woning [euro/jaar]

Type kosten	Onderverdeling kosten	Referentie aardgas	Groen gas (hybride)	All-electric	Warmtelevering	
Kosten netten	Kosten in stand houden bestaande netten + kosten aanpassingen infrastructuur	[euro/jaar]	283	287	306	842
	Onderhoudskosten	[euro/jaar]	164	164	90	463
	Totaal	[euro/jaar]	447	451	396	1.305
Eindgebruikers tarief	Netwerkstarieven (vastrecht)	[euro/jaar]	447	447	247	599
	Enmalige aansluit- en/of verwijderingsbijdrage (tarief)	[euro/jaar]		-	22	59
	Saldo overige kosten en subsidies	[euro/jaar]	-	-	-	-
	BTW	[euro/jaar]	94	94	56	138
	Eindverbruikersprijs	[euro/jaar]	541	541	325	796

Tabel 4 geeft een overzicht van de totale infrastructuurkosten per variant. Bij warmte zit er een groot verschil tussen de nationale kosten en de eindverbruikerskosten. Dat komt, omdat de kosten voor het warmtenet niet volledig zijn verrekend in het vastrecht dat de eindverbruiker betaald, maar gedeeltelijk worden verrekend in de warmtetarieven. De eindverbruikerskosten voor all-electric zijn lager dan de nationale kosten voor all-electric, omdat de kosten voor netverzwaring niet bij de eindgebruiker terecht komen, maar worden gesocialiseerd. Voor gas zit het verschil tussen nationale kosten en eindgebruikerskosten alleen in de BTW betaald over het vastrecht.

Tabel 4 Kosten infrastructuur per gemiddelde woning [euro/jaar]

	Referentie aardgas	Groen gas	All-electric	Warmtelevering
Kosten	447	451	396	1.305
Saldo heffingen en subsidie	94	90	-71	-509
Eindverbruikerskosten	541	541	325	796

3.2.3 Kosten bouwsteen 3: Aanpassen warmtevoorziening in woning (ruimteverwarming, warm tapwater en koken)

In de woningen zijn aanpassingen nodig aan energie-installaties voor ruimteverwarming, warm tapwater en koken. Zie Hoofdstuk 2.

Tabel 8 toont de afzonderlijke kosten

In het referentiescenario is alleen jaarlijks onderhoud aan de CV ketel nodig en wordt de CV ketel vervangen aan het einde van de levensduur.

In geval van de groen gas variant gaat het om het vervangen van de huidige CV-installatie door een hybride warmtepomp, het onderhoud en wordt de hybride warmtepomp vervangen aan het einde van de levensduur.

In geval van het all-electric concept wordt de CV-ketel vervangen door een warmtepomp. De warmtepomp kan ook warm tapwater leveren. Er is een boilervat voor warm water opslag. Voor warm tapwater kan ook een warmtepompboiler worden gebruikt die gebruik maakt van ventilatielucht (alleen in combinatie met mechanische ventilatie in de woning). Een elektrische boiler (vaak geïntegreerd) kan worden gebruikt als naverwarmer. Daarnaast zijn er onderhoudskosten en worden de energie-installaties vervangen aan het einde van de levensduur. Verder zijn er kosten voor vervanging van een gasfornuis door inductie kookplaat.

In geval van warmtelevering is een afleverset nodig in de woning. Deze bestaat uit een warmtewisselaar en een warmtemeter. Verder zijn er de kosten voor vervanging van een gasfornuis door inductie kookplaat. Uitgangspunt hier is dat de temperatuur van het water dat wordt afgeleverd bij de woning hoog genoeg is voor warm tapwatervoorziening (minimaal 55-60 graden Celsius). Er is dan geen collectieve of individuele warmtepomp nodig.

Tabel 5 Kosten verwarmingssysteem ruimteverwarming, warm tapwater en koken

	Kosten gemiddeld per woning	Subsidie	Economische Levensduur	Rente	Kosten per jaar	BTW	Totale kosten eindverbruiker
	[euro/woning]		[jaar]	[%]	[Euro/jaar]	[euro/jaar]	[euro/jaar]
Referentiekosten							
HR-combi ketel vervangen	1.700 ⁹	-	15	3%	142	30	172
Onderhoud CV-ketel		-		3%	55	12	67
Hernieuwbaar gas							
Installeren Hybride CV-ketel	5.600 ¹⁰	-1.600 ¹¹	15	3%	469	16	485
Onderhoud					74	16	90
Elektrisch met lucht WP							
Lucht WP + boiler ¹²	12.800 ¹³	-2.100 ¹⁴	15	3%	1.072	12	1.085
Onderhoud					69	14	83
Inductie koken	900	-	25	3%	52	11	63
Elektrisch met infrarood							
Infrarood panelen	7.000 ¹⁵	-	15	3%	586	123	710
Onderhoud					34	7	41
Hernieuwbare warmte							
Afleverset	1.950 ¹⁶	-	25	3%	112	24	136
Inductie koken	900 ¹⁷	-	25	3%	52	11	63

⁹ Bron: Startmotor (2018) (Inclusief arbeid- en installatiekosten)

¹⁰ Bron: Startmotor (2018) (Inclusief arbeid- en installatiekosten)

¹¹ Bron: Startmotor (2018) (ISDE subsidie)

¹² Inclusief warmtepomp boiler

¹³ Bron: Startmotor (2018) (Inclusief arbeid- en installatiekosten)

¹⁴ Bron: Startmotor (2018) (ISDE subsidie)

¹⁵ Thuisbaas (7 IR panelen)

¹⁶ Arcadis maatwerkadvies woningbouw (afleverset)

¹⁷ Bron: Startmotor (2018) (Inductie koken)

Optioneel: Infraroodpanelen (IR panelen)

Gebruik van infraroodstralingspanelen is een alternatieve manier van ruimteverwarming. De panelen verwarmen het gebruikte deel van de ruimte met directe warmtestraling. IR panelen kunnen ook gebruikt worden om alleen bepaalde (delen van) kamers in de woning te verwarmen. Infrarood panelen zijn niet doorgerekend als een afzonderlijke variant vanuit de gedachte dat de meeste woningen een warmtepomp zouden verkiezen, omdat dan de hele ruimte verwarmd wordt en dit een zeker comfortniveau oplevert. Infraroodpanelen zijn goedkoper dan een warmtepomp, maar de efficiency is lager. Echter, omdat niet de gehele ruimte verwarmd wordt, zou met slimme aansturing (alleen verwarmen op de momenten dat iemand thuis is) energiebesparing gerealiseerd kunnen worden.

Tabel 6 geeft de totale kosten weer. De all-electric variant gaat gepaard met de hoogste kosten voor de energie-installaties. Warmtelevering heeft de laagste kosten. De groen gas variant zit er tussenin. Voor warmtelevering zijn er alleen kosten voor de afleverset en inductie koken. Warmtelevering is voor de eindgebruiker zelfs goedkoper dan de referentiesituatie, omdat er geen periodieke CV ketelvervangingskosten en ketel meer nodig is.

Tabel 6 Kosten energie-installaties in de woning voor ruimteverwarming, warm tapwater en koken

[euro/woning/ jaar]	Referentie aardgas	Groen gas (hybride)	All-electric	Warmtelevering
Kosten	197	543	1.193	164
Saldo heffingen (en subsidie)	41	-48	38	34
Eindverbruikerskosten	239	495	1.230	198

3.2.4 Kosten bouwsteen 4: Beperken warmtevraag woning

Het isolatiepakket verschilt per variant. In de all-electric variant is vergaande isolatie van de buitenschil verondersteld. Het bereikte isolatieniveau komt overeen met energielabel A+ . In de groen gas en de warmtenet variant is een standaardisolatie verondersteld overeenkomend met label B. Voor woningen die overgaan op groen gas en hoge temperatuur warmtelevering is na-isolatie in principe niet nodig om aardgasvrij te worden.

All-electric en groen gas maken gebruik van lage temperatuur verwarming. In het geval van warmtelevering is uitgegaan van een hoge temperatuur warmtenet, en is dus geen lage temperatuur verwarmingssysteem in de woning nodig.

Alle drie de aardgasvrije varianten maken gebruik van balansventilatie met warmteterugwinning.

Onder demand side management wordt hier het gebruik van een slimme thermostaat verstaan, waarmee de binnentemperatuur kan worden geregeld en de verwarming in- en uitgeschakeld kan worden.

Een zonnecollector kan worden gebruikt voor warm tapwater en verlaagd de warmtevraag voor warm tapwater. De zonneboiler is niet meegenomen in de doorrekening van het maatregelpakket.

Tabel 7 geeft een overzicht van de kosten van de afzonderlijke maatregelen voor warmtevraagbeperking.

Tabel 7 Kosten beperken warmtevraag koopwoning

	Kosten gemiddeld per woning	Economische Levensduur	Rente	Kosten per jaar	BTW	Totale kosten
	[euro/woning]	[jaar]		[euro/jaar]	[euro/jaar]	[euro/jaar]
Isolatie schil (standaard) [66 kWh/m ²]	4576 ¹⁸	40	3%	198	42	240
Isolatie schil (hoog) [50kWh/m ²]	20768 ¹⁹	40	3%	898	189	1.087
Ventilatie met warmteterugwinning	3.325 ²⁰	40	3%	144	30	174
Lage temperatuur verwarmingssysteem	2136 ²¹	40	3%	92	19	112
Demand side management	275 ²²	15	3%	23	5	28
Zonnecollector (2,5 m ²) (warm water)	2500 ²³	25	3%	144	30	174

3.2.4.1 Kosten per woning beperken warmtevraag

Tabel 8 geeft aan welke maatregelen genomen worden per variant. Zie Appendix A voor meer details over de maatregelpakketten. Er is een hele grote spreiding in de investeringen en besparingen per woning. Voor de helderheid presenteren we hier één voorbeeld. In de referentie die verwarmd wordt met aardgas zijn geen aanvullende maatregelen verondersteld.

¹⁸ Bron: Startmotor (2018) (isolatieniveau label B)

¹⁹ Bron: Startmotor (2018) (isolatieniveau label A+)

²⁰ Bron: Startmotor (2018) (ventilatie met warmteterugwinning)

²¹ Bron: Kostenkengetallen woningbouw 2017 van Arcadis (lage temperatuur radiatoren)

²² Bron: Eneco (slimme thermostaat)

²³ Bron: Arcadis kostenkengetallen woningbouw 2017 (zonnecollector)

Tabel 8 Uitgangspunten maatregelpakket aardgasvrije woning per variant

	Referentie	Groen gas (hybride)	All-electric	Warmtelevering
Isolatie niveau schil verbetering?	Geen	Na-isoleren met 'standaard maatregelen'	Vergaand isoleren van buitenschil	Na-isoleren met 'standaard maatregelen'
Isolatie schil (standaard) [66 kWh/m ²]	Nee	Ja	Nee	Ja
Isolatie schil (hoog) [50kWh/m ²]	Nee	Nee	Ja	Nee
Ventilatie met warmteterugwinning	Nee	Ja	Ja	Ja
Lage temperatuur verwarmingssysteem	Nee	Ja	Ja	Nee
Demand side management	Nee	Ja	Ja	Ja
Zonnecollector (2,5 m ²) (warm water)	Nee	Nee	Nee	Nee

In Tabel 9 is het overzicht van de kosten en besparingen per variant weergegeven. Het belangrijkste verschil tussen de groen gas en all-electric varianten is dat all-electric gepaard gaat met relatief hoge kosten voor isolatiemaatregelen. De kosten van de all-electric variant zijn fors hoger dan die voor die van groen gas en warmtelevering. In de warmtelevering variant wordt geen lage temperatuursysteem aangebracht in de woning, omdat is uitgegaan van hoge temperatuur warmtelevering. De kosten en eindgebruikerskosten voor warmtelevering zouden hoger zijn in het geval van lage temperatuur warmtelevering, omdat dan een lage temperatuur verwarmingssysteem en hoger isolatieniveau nodig is. De energiebesparing in euro's per jaar verschilt per variant vanwege de verschillen in productiekosten en tarieven voor de energiedragers (Bouwsteen 1).

Tabel 9 Kosten en besparing beperken warmtevraag woning

[euro/woning/jaar]	Referentie aardgas	Groen gas (hybride)	All-electric	Warmtelevering
Investeringskosten	-	457	1.158	365
Besparing	-	-343	-371	-226
Saldo heffingen en subsidie	-	160	-382	32
Eindverbruikerskosten	-	274	405	170

3.2.4.2 *Perspectief op kostendaling van warmtevraagbeperking*

Opschaling van de wijkaanpak is een belangrijke strategie om de kosten voor warmtevraagbeperking per woning te verlagen. Door meerdere woningen tegelijk te verduurzamen met standaard concepten kunnen de kosten per woning aanzienlijk worden verlaagd.

3.2.5 *Kosten bouwsteen 5: Decentrale hernieuwbare opwekking*

Het aantal zonnepanelen hangt samen met de variant omdat de jaarlijkse elektriciteitsvraag anders is. In all-electric variant is gekozen voor een relatief hoger aantal zonnepanelen, namelijk 25. De hybride en warmtelevering variant hebben 10 zonnepanelen en de aardgas referentie variant geen.

De kosten en baten van zonnepanelen zijn weergegeven in tabellen 10 en 11. In de opbrengstberekening is uitgegaan van zonnepanelen met een piekvermogen van 250 W_{piek} en een opbrengstfactor van 0,85 kWh/kW_{piek}. Bij een elektriciteitsprijs van 0,21 euro/kWh ligt de terugverdientijd dan net boven de 10 jaar. Subsidies zijn in de berekening buiten beschouwing gelaten.

Uit de tabellen valt op te maken dat de netto opbrengst (kosten minus opbrengst) voor de eindverbruiker negatief is. Dat betekent dat de waarde van de elektriciteitsproductie in euro's per jaar hoger is dan de jaarlijkse kosten. Wanneer besparing op energiebelasting, BTW en ODE niet worden meegerekend, wordt duidelijk dat de balans de andere kant op valt. Zonder deze heffingen zouden PV-panelen niet economisch rendabel zijn. Op dit moment kan door de salderingsregeling de zelf opgewekte elektriciteit in mindering worden gebracht op het totale elektriciteitsverbruik van de woning waardoor huishoudens ook besparen op de genoemde heffingen.

Tabel 10 Investeringskosten zonnepanelen per woning bij verschillende systeemgroottes

Aantal zonnepanelen	Kosten gemiddeld per woning ²⁴	Subsidie	Economische Levensduur	Rente	Kosten per jaar	BTW	Totale kosten eindverbruiker
	[euro/woning]		[jaar]	[%]	[Euro/jaar]	[euro/jaar]	[euro/jaar]
5	2350		25	3	135	28	163
10	4700		25	3	270	57	327
15	6900		25	3	396	83	479
20	9100		25	3	523	110	632
25	11700		25	3	672	141	813

Tabel 11 Jaarlijkse opbrengsten en netto-opbrengsten zonnepanelen per woning [euro/woning/jaar]

Aantal zonnepanelen	Opbrengst zonder heffingen	Opbrengst eindgebruiker	Netto opbrengst zonder heffingen	Netto opbrengst voor eindverbruiker
	[euro/jaar]	[euro/jaar]	[euro/jaar]	[euro/jaar]
5	60	224	75	-60
10	120	448	150	-121
15	179	671	217	-192
20	239	895	283	-263
25	299	1.119	373	-306

²⁴ Kosten betreft de prijs van de zonnepanelen (incl. omvormer & installatie).
Bron: <https://www.zonnepanelen-weetjes.nl/prijzen-zonnepanelen/>
Bron: <https://www.zonnepanelenkennis.nl/zonnepanelen-prijzen/>

Tabel 12 Overzicht jaarlijkse kosten en opbrengsten zonnepanelen per woning [euro/woning/jaar]

	Referentie aardgas	Groen gas (hybride)	All-electric	Warmtelevering
Aantal zonnepanelen	Geen	10	25	10
Kosten	-	270	672	270
Besparing (excl. heffingen en BTW)	-	-120	-299	-120
Saldo heffingen	-	-271	-679	-271
Eindverbruikerskosten	-	-121	-306	-121

3.2.6 *Kosten bouwsteen 6: Niet energiegerelateerde woningverbetering*

Naast het aardgasvrij maken van de woning worden ook vaak gelijktijdig andere renovatiewerkzaamheden uitgevoerd die de woning verbeteren, maar geen invloed hebben de energetische kwaliteit van de woning.

In de kosten van een all-electric nul-op-de-meter (NOM) renovatie, een investering van zo'n 60 á 80 duizend euro, zijn ook niet-energie gerelateerde kosten voor woningverbetering opgenomen (EIB, 2013). Uit een analyse van de kostenopbouw van het maatregelpakket (zie ook Bouwsteen 3 en 4) blijkt dat de kosten voor isolatiemaatregelen, zon-PV en de warmtepomp samen tussen de 40 en 50 duizend euro bedragen. Dit houdt in dat de rest van de totale NOM renovatiekosten met iets anders samenhangen, bijvoorbeeld met het vernieuwen van bepaalde ruimten in de woning.

Tabel 13 Indicatieve onderverdeling totale investeringskosten NOM renovatie van een woning

Kosten NOM renovatie (inclusief BTW)	[euro/woning]
Totaal	70.000
Warmtepomp	12.800
zon-PV	11.700
Isolatie	20.768
Ventilatie	3.325
Totaal energie gerelateerd	48.593
Overig niet energiegerelateerd	21.407

Stel dat de niet-energie gerelateerde kosten samen 25.000 euro bedragen. Uitgangspunt is een rentepercentage van 3% en een levensduur van 40 jaar. De jaarlijkse kosten zijn weergegeven in Tabel 14.

Tabel 14 Overzicht niet energie-gerelateerde jaarlijkse kosten per woning

[euro/woning/jaar]	Referentie aardgas	Groen gas (hybride)	All-electric	Warmtelevering
Kosten	-	854	854	854
Saldo heffingen en subsidie	-	227	227	227
Eindverbruikerskosten	-	1.082	1.082	1.082

Betaalbaarheid

Om kosten en overlast van renovatiewerkzaamheden zoveel mogelijk te beperken is het aan te bevelen om de renovatiewerkzaamheden zoveel mogelijk binnen één renovatieproject uit te voeren. Dit bespaart ook op advies- en projectkosten.

3.2.7 *Overige kosten en comfort aspecten*

Hieronder volgen nog enkele niet hiervoor genoemde aspecten die te maken hebben met kosten of gebruikersgemak.

Comfortverbetering

Het verbeteren van de gebouwschil leidt gelijktijdig met energiebesparing ook tot verhoogd comfort in de woning. De woning met na-isolatie (inclusief weghalen warmtelekken) is eenvoudiger om warm te houden.

Onderhoudsbeperving

De energiebesparende maatregelen kunnen ervoor zorgen dat de daaropvolgende jaren minder aan onderhoud gedaan hoeft te worden. Bijvoorbeeld een nieuwe schil zorgt ervoor dat geen renovatie van de oude gevel meer nodig is.

Het uiteindelijke doel is om de woning vanaf het begin zo vorm te geven dat dit leidt tot levensloopbestendig wonen. Dit betekent dat de woning zo wordt ingericht dat er helemaal geen onderhoud meer nodig is gedurende de levensduur van de woning.

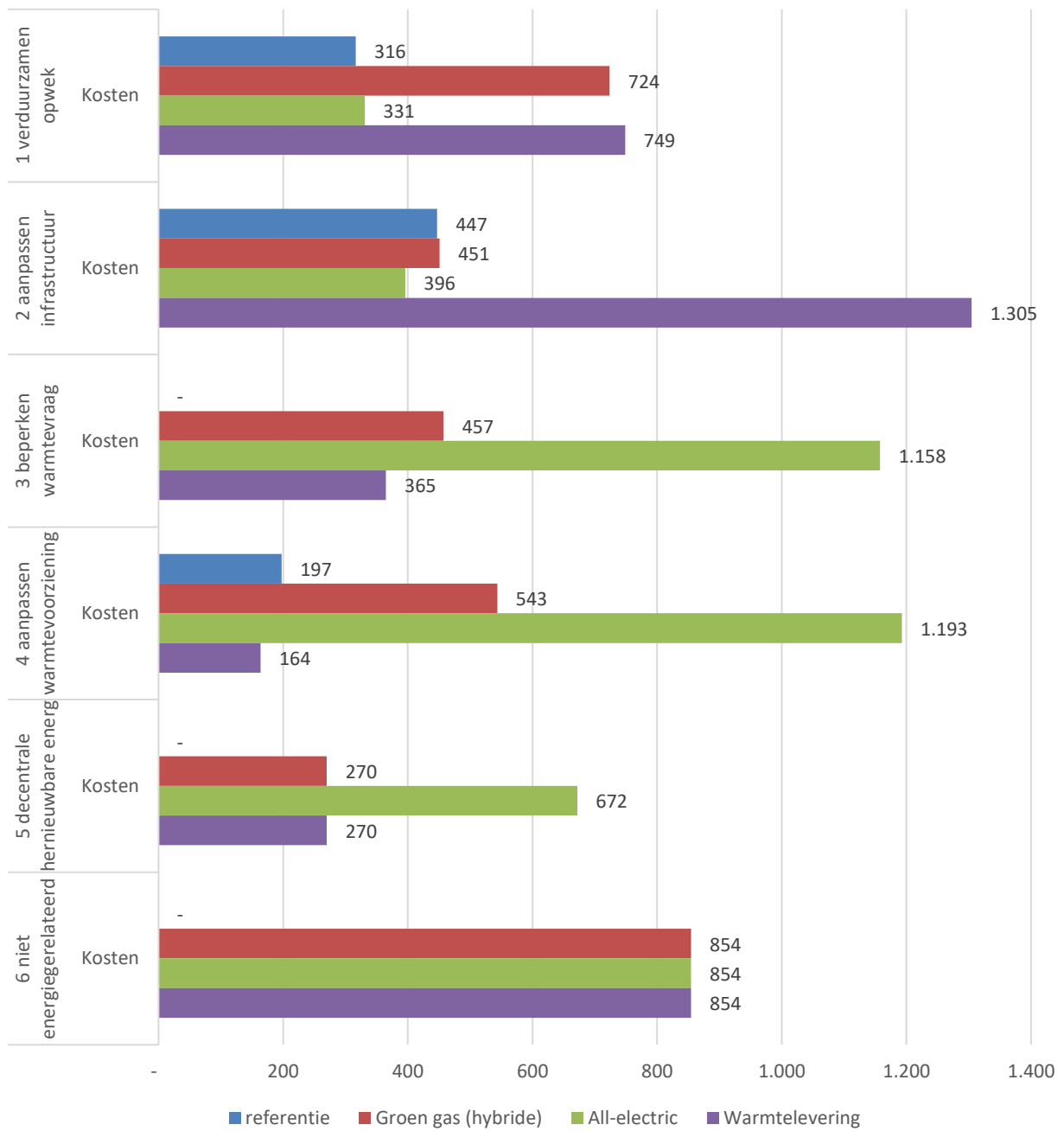
Levensduurverlening woning

Door te renoveren wordt de levensduur van de woning verlengd. In geval van huurwoningen is dit economisch omdat meer huuropbrengst kan worden gerealiseerd voor de woning.

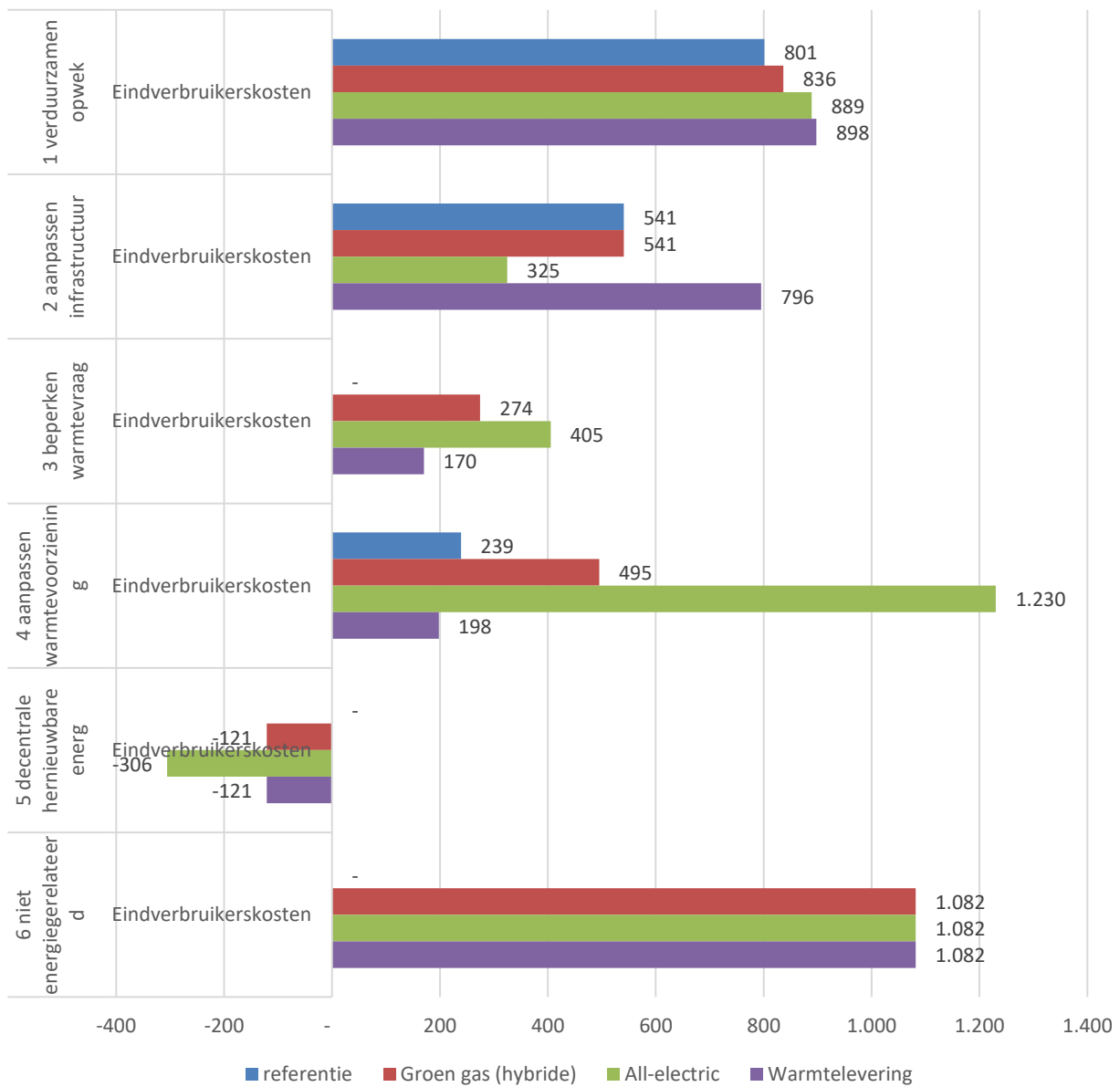
3.2.8 *Totaal overzicht kosten*

Figuur 11 geeft de nationale kosten van alle bouwstenen weer. Figuur 12 geeft de netto eindgebruikerskosten (eindgebruikerskosten – besparing) van alle bouwstenen weer.

Tabel 15 geeft het overzicht van alle kosten en baten per bouwsteen weer. Het saldo heffingen en subsidies is apart aangegeven in de tabel. Besparingen betreft de jaarlijkse besparing op de nationale kosten (i.e. de besparing exclusief heffingen). In de totale kosten (nr.7) zijn de niet energie-gerelateerde kosten (nr. 6) niet meegenomen. Bouwsteen 6 is niet meegenomen in het totaal, omdat dit niet vereist is om aardgasvrij te worden.



Figuur 11 Nationale kosten per bouwsteen voor een aardgasvrije woningrenovatie [euro/woning/jaar]



Figuur 12 Eindverbruikerskosten (na aftrek van heffingen, subsidies en besparingen) per bouwsteen voor een aardgasvrije woningrenovatie [euro/woning/jaar]

Tabel 15 Kosten en opbrengsten per bouwsteen [euro/jaar]

	[euro/woning/jaar]	Referentie aardgas	Groen gas (hybride)	All-electric	Warmtelevering
1 verduurzamen opwek	Financieringslasten	316	625	331	749
	Saldo heffingen en subsidie	485	211	558	149
	Eindverbruikerskosten	801	836	889	898
2 aanpassen infrastructuur	Financieringslasten	447	451	396	1.305
	Saldo heffingen en subsidie	94	90	-71	-509
	Eindverbruikerskosten	541	541	325	796
3 beperken warmtevraag	Financieringslasten	-	457	1.158	365
	Besparing	-	-308	-160	-211
	Saldo heffingen en subsidie	-	-8	-26	35
	Eindverbruikerskosten	-	142	972	189
4 aanpassen warmtevoorziening	Financieringslasten	197	543	1.193	164
	Saldo heffingen en subsidie	41	31	38	34
	Eindverbruikerskosten	239	575	1.230	198
5 decentrale hernieuwbare energie	Financieringslasten	-	223	555	223
	Besparing (nationaal)	-	-120	-299	-120
	Saldo heffingen en subsidie	-	-281	-703	-281
	Eindverbruikerskosten	-	-178	-447	-178
6 niet energiegerelateerd	Financieringslasten	-	854	854	854
	Saldo heffingen en subsidie	-	227	227	227
	Eindverbruikerskosten	-	1.082	1.082	1.082
7 totaal	Financieringslasten	961	2.300	3.633	2.805
	Saldo heffingen en subsidie	621	-384	-664	-902
	Eindverbruikerskosten	1.581	1.916	2.969	1.902

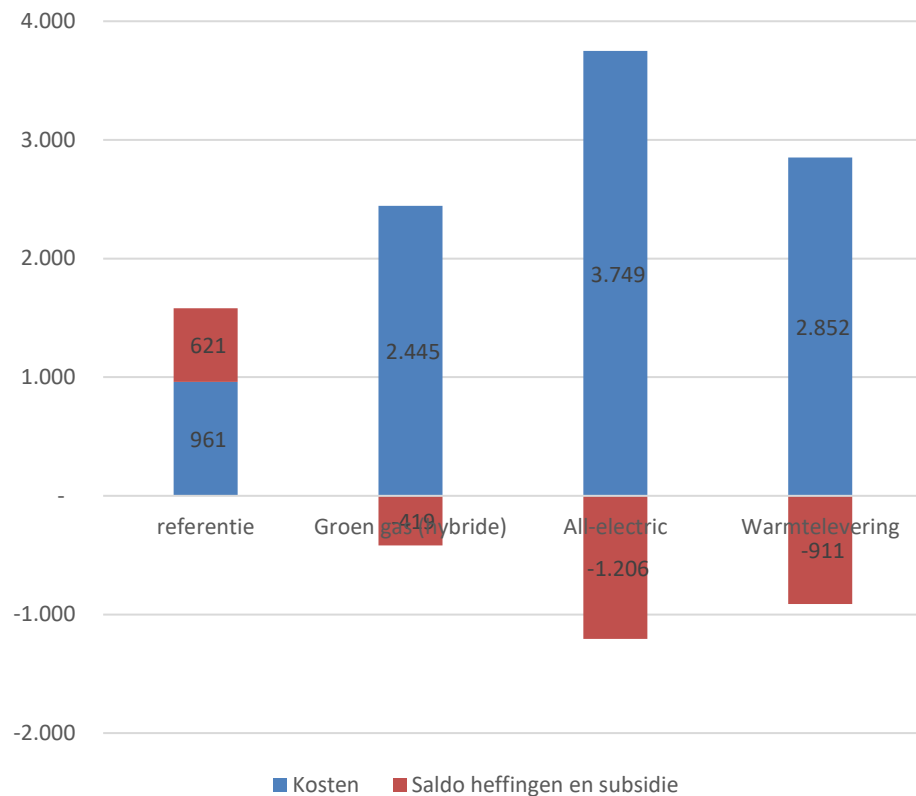
3.2.9 Vergelijking van de kosten per variant

In de warmtenet variant zijn de nationale kosten voor de duurzame energie opwekking en aanpassingen van de infrastructuur het hoogst (Bouwsteen 1 en 2). Voor de all-electric variant zijn de nationale kosten voor het beperken van de warmtevraag en het aanpassen van de warmtevoorziening in de woning het hoogst (Bouwsteen 3 en 4). De kosten van de groen gas bouwstenen zitten meestal tussen die van warmtelevering en all-electric in. De groen gas variant heeft hogere kosten voor verduurzaming van de energieproductie (Bouwsteen 1) dan all-electric. De nodige aanpassingen aan en in de woning voor isolatie en energie-installaties (Bouwsteen 3 en 4) zijn bij de groen gas variant echter minder kostbaar dan bij de

all-electric variant. De kosten voor de groen gas infrastructuur (Bouwsteen 2) zijn hoger dan bij all-electric, maar fors lager dan voor warmtelevering.

Figuur 13 toont de totale nationale kosten voor bouwstenen 1 t/m 5 (in het blauw) en het saldo van besparingen (inclusief heffingen), heffingen en subsidies (in het rood).

Uit de figuur blijkt dat de groen gas variant de goedkoopste keuze is, beschouwd vanuit de nationale kosten, gevolgd door de warmtelevering en all-electric varianten. De aardgas referentie is de goedkoopste variant. Wanneer besparingen (inclusief heffingen), heffingen en subsidies worden meegenomen zijn de warmtelevering en groen gas varianten ongeveer even duur en blijft de all-electric variant het duurst.



Figuur 13 Totale kosten en saldo's heffingen en subsidies van bouwstenen 1 t/m 5 voor een aardgasvrije woningrenovatie [euro/woning/jaar]

Economische rentabiliteit

Uit de kosten en baten analyse van Bouwsteen 3 en 4 kan worden geconcludeerd dat het maatregelpakket met na-isolatie financieel gezien niet uit kan voor de referentiewoning; de jaarlijkse kosten voor isolatie en energie-installaties zijn hoger dan de jaarlijkse besparing. In geval van all-electric wordt de business-case nog slechter, omdat de isolatiekosten hoger zijn dan bij hybride en warmtelevering en de extra besparing daar niet tegenop weegt. De kosten voor isolatie worden niet

terugverdiend over de levensduur. Een daling van de investeringskosten is dus nodig om de kosten binnen de levensduur terug te verdienen.

Ter illustratie: isolatie op nieuwbouwkwaliteit kost de eindgebruiker netto ca. 33.000 euro over de levensduur. Dit zijn kosten die niet worden terugverdiend. Als een standaardisolatie-niveau gekozen wordt dan wordt dit bedrag lager; ca. 16.000 euro. In de all-electric variant waarin niet na-geïsoleerd zou worden (hypothetische situatie) zou het bedrag ca. 14.000 euro zijn.

Uit de eindgebruikerskosten wordt duidelijk dat alleen zon-PV (Bouwsteen 5) op jaarbasis meer oplevert dan dat het kost. Dat komt door de hoge heffing (belasting) op elektriciteit. Wordt dit beschouwd vanuit nationale kosten en besparing, dan (Tabel 12) is zon-PV niet rendabel.

3.3 Wie betaalt wat?

3.3.1 *Wie betaalt de meerkosten voor productie van hernieuwbare energie?*

De energieproducenten investeren in nieuwe energiebronnen. Uit de SDE+ subsidie van de overheid wordt het verschil tussen de huidige productiekosten van energie en hernieuwbare energie vergoed. Deze kosten worden gesocialiseerd via de Opslag Duurzame Energie (ODE). De tarieven voor de ODE zijn zo bepaald dat per saldo 50% van de kosten voor hernieuwbare energie betaald worden door huishoudens en 50% door het bedrijfsleven.²⁵ De ODE wordt geheven op elektriciteit en gas. Warmteverbruikers betalen geen ODE.

Wanneer een woning aardgasvrij gemaakt wordt en hiervoor extra hernieuwbare energie wordt geproduceerd, worden de kosten dus niet door die woningeigenaar zelf gedragen, maar worden de kosten uitgesmeerd over alle gas- en elektriciteitsverbruikers in Nederland.

3.3.2 *Wie betaalt de netwerkkosten?*

De infrastructuurkosten worden in het geval van gas- en elektriciteitsnetten verdeeld over de aangesloten gebruikers. De kosten worden gesocialiseerd. Dit gebeurt via de gereguleerde nettarieven. De gebruiker betaalt (deels) mee aan de netten door middel van de eenmalige aansluitbijdrage. Daarnaast betaalt de gebruiker mee aan de netten via het vastrecht; een jaarlijks bedrag dat afhangt van de capaciteit van de aansluiting. Dit betekent dat als de infrastructuurkosten omhoog gaan door een nieuwe investering in een woning (bijvoorbeeld als netverzwaring nodig is), de woningeigenaar dit niet merkt in de nettarieven.²⁶ Dat komt omdat het maximum gereguleerde tarief voor vastrecht gelijk blijft. De Autoriteit Consument & Markt (ACM) stelt de maximum nettarieven vast. In de berekening van het vastrecht per aansluiting worden de infrastructuurkosten gelijkmatig verdeeld over de aangesloten verbruikers; iedereen met dezelfde aansluitgrootte betaalt dus evenveel vastrecht per jaar onafhankelijk van het verbruik.

²⁵ <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-35004-3.html>

²⁶ Bij toepassing van een warmtepomp volstaat soms een normale 1x40A of 3x25A (ca 250 euro/jaar) niet meer, maar is een zwaardere aansluiting nodig, bijvoorbeeld van 3x35A. Dan betaal je ca 975 euro. Dan gaat de woningeigenaar dus wel meer gaan betalen.

In het geval van warmtenetten is de situatie anders. De warmtenet infrastructuur is kostbaar en vergt hoge initiële investeringen. De totale investering zit bij de meeste warmtenetten echter slechts voor een deel in het vastrecht en in de aansluitbijdrage verrekend. Vanwege de hoge kapitaallasten voor een warmtenet betaalt de eindgebruiker ook via de GJ-prijs mee aan de warmte-infrastructuur (CE, 2017). Zo geredeneerd betalen warmte-consumenten in totaal gemiddeld € 730 per jaar aan netwerkkosten (vaste kosten + variabele kosten, huidige situatie) (CE, 2017). Voor gas liggen de netwerkkosten aanzienlijk lager met ongeveer € 200 per jaar. Deze bedragen zijn gebaseerd op het gemiddelde vastrecht voor kleinverbruikers.

3.3.3 Hoeveel moet een woningeigenaar gemiddeld investeren om zijn woning aardgasvrij te maken?

Een woningeigenaar moet zelf investeren in de energievoorziening in de woning, isolatiemaatregelen en eventueel ventilatiemaatregelen. Standaardisolatie kost gemiddeld 10.200,- euro per Nederlandse woning (Let op! We gaan nu niet uit van een voorbeeldwoning zoals in paragraaf 3.2, maar van een gewogen gemiddelde Nederlandse woning). De kosten van een verwarmingsinstallatie verschillen per concept. In Tabel 16 staan de gemiddelde investeringskosten per concept samengevat. Voor het aansluiten op een warmtenet hoeft de woningeigenaar zelf geen investering te doen. Daarvoor in de plaats moet een eenmalige aansluitbijdrage betaald worden aan het warmtebedrijf.

Tabel 16 gemiddelde investeringskosten installatie en isolatie per woning (Euro incl. BTW)

Installatiekosten:	Hybride (6.800,-)	All- electric (17.700,-)	LT- warmtenet (7.630,-) ²⁷	MT- warmtenet (1.640,-)	HT- warmtenet (1.640,-)
Isolatiekosten:					
Geen isolatie (0,-)	6.800,-				1.640,-
Standaard isolatie (10.200,-)	17.000,-	27.900,-		11.840,-	
Nieuwbouwkwaliteit (28.300,-)	35.100,-	47.000,-	35.930,-		

3.3.4 Wat voor invloed heeft de investering voor het aardgasvrij maken van een woning op de jaarlasten van de bewoner?

We kunnen de investeringskosten voor een aardgasvrij concept ook uitdrukken in jaarlijkse (financierings-)lasten. Voor een eigenaar-bewoners worden deze lasten bepaald door de rente en aflossing die betaald moet worden. Voor huurders worden de lasten bepaald door de huurverhoging die de verhuurder doorberekend.

3.3.4.1 Financieringslasten voor een eigenaar-bewoner

Eigenaar bewoners hebben verschillende mogelijkheden om investeringen te financieren. Dit kan met eigen spaargeld, waarbij de woningeigenaar spaarrente misloopt. Andere opties zijn een persoonlijke lening of financiering met een hypotheek. Het voordeel van die laatste optie is dat de looptijd vaak langer is en dat

²⁷ Aansluitbijdrage = 1040 euro + verwijderen aardgasnet 600,- = 1.640,- inclusief BTW
+ Lage temperatuur afgiftesysteem = 2.590 euro inclusief BTW
+ WTW = 3400 euro

de rente aftrekbaar is van de inkomstenbelasting. Er wordt ook gekeken naar de mogelijkheid om financiële producten niet aan de persoon, maar aan het gebouw te koppelen, zogenaamde gebouwgebonden financiering (GGF). Zo'n financiering zou een langere looptijd moeten krijgen, waardoor de maandlasten lager worden. Ook wordt daarmee een ander probleem opgelost. Nu is het zo dat eigenaren die relatief kort in een woning wonen, te kort profiteren van de gerealiseerde besparingen om investeringen in energiebesparing terug te verdienen. Met een GGF neemt de volgende eigenaar een deel van kosten voor zijn/ haar rekening, zodat kosten en baten beter verdeeld zijn over de verschillende eigenaren. Het ontwikkelen van de GGF blijkt in de praktijk lastig, omdat het moeilijk is in te passen in het bestaande beleid rondom leningen en hypotheekleningen.

Uiteindelijk is er dus een heel scala aan verschillende financieringsvarianten beschikbaar voor eigenaar-bewoners. Uiteindelijk zijn het looptijd en het rentepercentage die de financieringslasten bepalen. In tabel 17 is voor een investering van 30.000 euro weergegeven hoeveel de jaarlijkse financieringslasten zijn bij verschillende looptijden en rentepercentages.

Tabel 17 Jaarlijkse financieringslasten bij verschillende looptijden en rentepercentage voor een investering van 30.000 euro

Netto rente: looptijd:	2%	3%	4%	5%	6%	7%
5 jaar	6.365	6.551	6.739	6.929	7.122	7.317
10 jaar	3.340	3.517	3.699	3.885	4.076	4.271
15 jaar	2.335	2.513	2.698	2.890	3.089	3.294
20 jaar	1.835	2.016	2.207	2.407	2.616	2.832
25 jaar	1.537	1.723	1.920	2.129	2.347	2.574
30 jaar	1.339	1.531	1.735	1.952	2.179	2.418
35 jaar	1.200	1.396	1.607	1.832	2.069	2.317
40 jaar	1.097	1.298	1.516	1.748	1.994	2.250

3.3.4.2 Huurverhoging voor huurder

In huurwoningen geldt, dat de verhuurder de investering in de woning moet financieren. Dit kan dan onder voorwaarden doorberekend worden in de huur. Deze voorwaarden zijn vastgelegd door de huurcommissie in het "Beleidsboek huurverhoging na woningverbetering (Huurcommissie, 2018)". Verhuurders mogen alleen kosten doorvertalen in de huur als er sprake is van een woningverbetering. Energiebesparing geldt als zo'n geriefsverbetering.

De verhuurder berekent de huurverhoging door de specifieke kosten minus eventuele subsidie voor de geriefsverbetering te bepalen. De maximale huurverhoging wordt bepaald door uit te gaan van het rentepercentage van een vastgestelde hypothecaire lening²⁸. Globaal wordt voor installaties uitgegaan van een looptijd van 15 jaar, voor isolatie van een looptijd van 25 jaar. Met de genoemde methode kan de maximale huurverhoging worden bepaald, maar die kan

²⁸ De Huurcommissie hanteert daarbij de volgende hypotheekvorm: Obvion Basis Hypotheek, Annuitair, zonder NHG, Rentevaste periode van 10 jaar, Marktwaaarde ≤ 101%. Op 19-11-2018 was het rentepercentage voor zo'n hypotheek 2,53%

niet altijd in rekening worden gebracht. Bij sociale huurwoningen geldt er een absolute maximale huurprijs. Dit is de maximale huur waarbij de huurder nog huurtoeslag kan krijgen. Verhuurders mogen de huur niet zodanig verhogen dat de huur boven deze huurtoeslagrenskomt.

Tenslotte is er het huurpuntensysteem. Dit houdt in dat elke huurwoning punten krijgt op basis van de kwaliteit. De verhuurder mag niet meer huur vragen dan o.b.v. de huurpunten is bepaald. De energetische kwaliteit, uitgedrukt in een energie-index, telt ook mee voor deze punten. Dat betekent dat een verhuurder meer huur mag vragen als de energetische kwaliteit verbeterd is.

Huurders van sociale huurwoningen kunnen onder voorwaarden huurtoeslag krijgen. Daarmee wordt een deel van de huurprijs gesubsidieerd. Een huurverhoging als gevolg van energiebesparende maatregelen kan dus in die gevallen gedeeltelijk worden gecompenseerd met een hoger huurtoeslag.

3.3.4.3 Hoeveel van de investering verdient een woningeigenaar gemiddeld terug door (energie-)besparing over de levensduur?

Tegenover de investering zoals die besproken is de vorige paragrafen, staan ook besparingen op energiekosten, op vastrecht en op onderhoud.

Besparing op energiekosten

Wanneer een woning van het aardgas afgaat, verandert de energierekening. Isolatie zorgt er voor dat de totale energievraag voor verwarmen kleiner wordt. Door het gebruik van (hybride-)warmtepompen wordt een deel van deze energievraag ingevuld met omgevingswarmte. Daardoor hoeft er voor een warmtepomp minder energie gekocht te worden. Daar staat tegenover dat de elektriciteit die voor warmtepompen nodig is, wel duurder is. De gemiddelde besparing per woning is dus afhankelijk van de combinatie van de isolatiegraad en het gekozen verwarmingssysteem. In Tabel 18 is voor die combinaties de gemiddelde besparing weergegeven.

Tabel 18 Jaarlijkse gemiddelde besparing op energiekosten (prijspeil 2018)

Installatiekosten: Isolatiekosten:	Hybride	All- electric	LT- warmtenet	MT- warmtenet	HT- warmtenet
Geen isolatie	230				-30
Standaard isolatie	660	730		380	
Nieuwbouwkwaliteit	790	870	540		

Er is een grote variatie in de werkelijk besparing op energiekosten tussen huishoudens. Dit komt voor een belangrijk deel door het verschil in gedrag. In een woning van één werkende persoon, die overdag niet thuis is wordt minder gestookt dan in een woning met van een gepensioneerd stel en dat dus ook minder bespaard kan worden. Dit soort gedragsaspecten zorgen voor een grote variatie in te realiseren besparing.

Besparing vastrecht

Bij een woning met warmtepomp of aansluiting op het warmtenet, is de aardgasaansluiting overbodig. De bewoner hoeft dan geen vastrecht meer te betalen voor aardgas. Dit scheelt circa 200 euro per jaar. Als de elektriciteitsaansluiting verzaamd moet worden gaat het vastrecht omhoog. Voor aansluiting op het warmtenet moet ook vastrecht betaald worden. Dit kost circa 350 euro per jaar.

Besparing onderhoud

Een CV-ketel moet onderhouden worden. Een onderhoudsabonnement kost circa 120 euro per jaar. Deze kosten worden bespaard in een aardgasvrije woning. Daartegenover staan de onderhoudskosten van de warmtepomp van 150 euro per jaar. Bij een warmtenet zitten de onderhoudskosten in het jaarlijkse vastrecht.

3.4 Hoe kunnen aardgasvrije concepten beter betaalbaar worden gemaakt?

De betaalbaarheid van aardgasvrij concepten kan op verschillende manieren worden verbeterd:

- Kostendaling
- Verhogen van de prijs van aardgas bijvoorbeeld door de energiebelasting aan te passen en de prijs op elektriciteit te verlagen
- De financiering over langere periode uitsmeren
- Subsidie
- Een combinatie maken met andere rendabele investeringen.

Kostendaling

De eerste optie, kostendaling, is de meest robuuste en leidt als enige van de genoemde opties ook tot daling van de nationale kosten. Door middel van technische en systeeminnovatie en door schaalvergroting kunnen de noodzakelijke investeringen in installaties en isolatie verkleind worden. Het EIB heeft de belangrijkste vormen van innovatie en efficiency verbetering in kaart gebracht (EIB, 2018). Allereerst kan schaalvoordeel behaald worden door woningverbetering niet per woning maar in grotere projecten aan te besteden. Denk aan aanbesteden per straat of buurt of per woningtype. Een tweede efficiency winst is te behalen door industrieel bouwen. Door elementen te prefabriceren wordt het renoveren van woningen goedkoper, omdat dure arbeidslasten vervangen wordt door goedkopere kapitaallasten. Industrialisatie kan gepaard gaan met robotisering, waardoor bouwelementen precies gemaakt worden en er minder kosten optreden door materiaalverlies en fouten. Wanneer veel meer uitgegaan wordt van standaardconcepten kunnen de kosten door stroomlijning van het proces verder omlaag. Het EIB schat in dat door deze innovaties de kosten maximaal 15% omlaag kunnen. Het kan wel zijn dat deze kostendalingen gedeeltelijk tenietgedaan worden door schaarste op de arbeidsmarkt, waardoor de arbeidskosten in de bouwsector sneller stijgen dan de inflatie.

Verhogen van de prijs van aardgas bijvoorbeeld door de energiebelasting aan te passen

Een bewoner verdient investeringen in energiebesparing sneller terug als de prijs van aardgas hoger is. Het eenvoudigste kan de overheid dit bereiken door de energiebelasting op aardgas te verhogen. Als het vastrecht op aardgas hoger is dan is dit ook gunstiger voor de terugverdientijd van aardgasvrije concepten. Om huishoudens die niet in een aardgasvrije woning wonen niet op hoge kosten te jagen, kunnen de hogere tarieven op gas gecompenseerd worden met lagere tarieven voor elektriciteit of een hogere belastingvermindering op de energierekening.

Bij huurwoningen speelt een split-incentive probleem. De verhuurder doet de investering in de woning, maar de huurder profiteert van de besparing op de energierekening. Om dit op te lossen is voor sociale huurwoningen de maximale huurprijs volgens het Woningwaarderingstelsel afhankelijk gemaakt van de energie-index van de woning.²⁹ Hoe efficiënter de woning hoe hoger de huurprijs die een verhuurder mag vragen. Voor zeer energiezuinige woningen kan de verhuurder, onder strikte voorwaarden, een Energie Prestatie Vergoeding (EPV)³⁰ vragen aan de huurder.

De financiering over langere periode uitsmeren

Voor particuliere woningeigenaren en verhuurders geldt dat de jaarlijkse financieringslasten voor een investering afhangen van de looptijd en de rente op de financiering. Wanneer er meer mogelijkheden komen om investeringen over een langere periode af te lossen, dan kunnen de financieringslasten om laag. (zie ik ook **Error! Reference source not found.** in Paragraaf 3.3.4.2). De in Paragraaf 3.3.4.2 b beschreven gebouwgebonden financiering is één van de opties om de looptijd te verlengen.

Subsidie

Door subsidie worden de kosten van een woningeigenaar gedeeltelijk betaald door de overheid. Dat betekent dat investeringen worden gesocialiseerd en uiteindelijk via de belastingen moeten worden opgebracht. Omdat de andere manieren van kostendaling in de eerste jaren niet voldoende zijn om de onrendabele toppen tot nul terug te brengen, zal er in eerste instantie gesubsidieerd moeten worden om woningeigenaren mee te kunnen laten doen aan de aardgasvrije transitie.

Er zijn verschillende manieren om subsidie te geven; per maatregel, gekoppeld aan een eindbeeld of doormiddel van tenders door aanbiedende partijen. In de laatste variant kan subsidie ook leiden tot het stimuleren van kostendaling

Een combinatie maken met andere rendabele investeringen

Veel investeringen om een woning aardgasvrij te maken zijn nu nog niet kosteneffectief. Door de investeringen te koppelen aan andere investeringen kan de totale investering toch aantrekkelijker worden gemaakt voor een woningeigenaar.

²⁹ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/huurprijs-en-puntentelling/vraag-en-antwoord/energieprestatie-woning-en-huurprijs>

³⁰ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/huurwoning/vraag-en-antwoord/regels-energieprestatievergoeding-epv-huurwoning>

Bij bijvoorbeeld Nul-op-de-meter renovaties worden aardgasvrije investeringen gecombineerd met zonnepanelen.

Zonnepanelen zijn door kostendaling het afgelopen decennia veel aantrekkelijker geworden. Door de gunstige salderingsregeling waardoor geen belasting betaald hoeft te worden op zelf opgewekte stroom, ligt de terugverdientijd tussen de 7 en 10 jaar. Zonnepanelen leveren dus over de levensduur geld op voor de investeerder. Met deze baten kan een deel van de onrendabele investering worden gecompenseerd.

Door investeringen in aardgasvrije concepten te combineren met bijvoorbeeld groot onderhoud of verbouwingsmomenten kan synergie worden behaald. Zo kan bespaard worden op bijvoorbeeld stijgerkosten, of ander inrichting van de bouwplaats.

Naast energiebesparing kunnen renovaties ook leiden tot comfortverbetering, verlaging van onderhoudskosten of levensduurverlenging van de woning. Deze extra voordelen kunnen een investering toch aantrekkelijk maken.

4 De vraagkant: Randvoorwaarden 'klant'?

“Al met al vallen de ‘macroprioriteiten’ van de transitie naar aardgasloze wijken niet automatisch en niet overal samen met de ‘microprioriteiten’ van gebouweigenaren, bewoners en consumenten. Dat is op zich niets bijzonders, het zorgt er alleen voor dat dingen minder ‘vanzelf’ gebeuren.”

- Bert Stuij, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (Hier Verwarmt, 2016)

4.1 Inleiding

Uiteindelijk zijn het huiseigenaren die hun woning geschikt moeten maken voor alternatieven voor aardgas. Zij moeten immers producten en diensten gaan aanschaffen. Daarom noemen we dit Hoofdstuk “de vraagkant”. In dit hoofdstuk beschrijven we welke factoren een effect hebben op mensen en of zij wel of niet hun woning aardgasvrij gaan maken. We richten ons hierbij op huiseigenaren, zowel particuliere huiseigenaren als woningcorporaties, omdat zij zeggenschap hebben over de woning. Vervolgens beschrijven we welke verschillende doelgroepen hierin te onderscheiden zijn, welke ‘klantreis’ huiseigenaren doorlopen, en hoe de verschillende factoren een rol spelen in verschillende fasen van de klantreis.

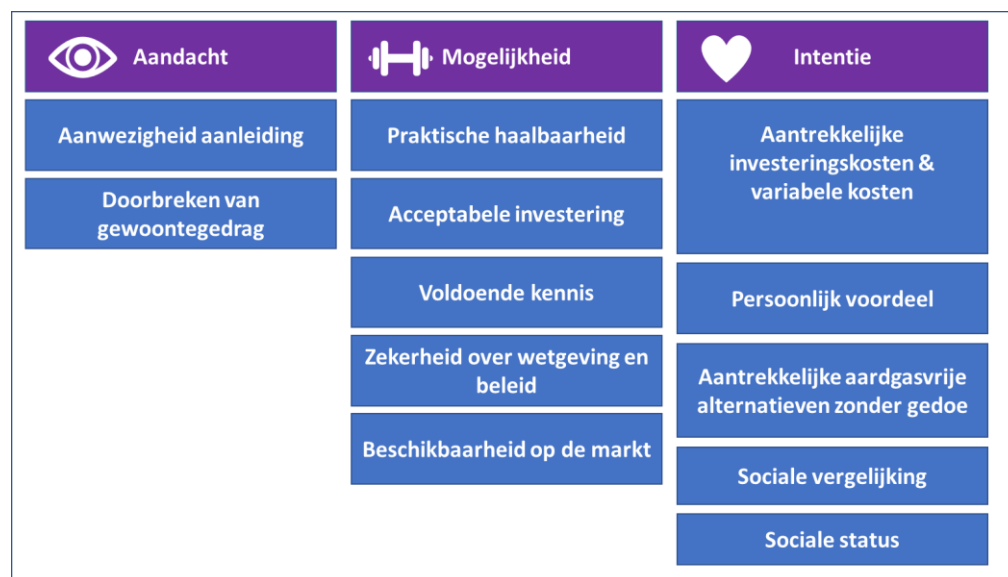
Vervolgens zal in Hoofdstuk 5 daarop worden voortgebouwd. In Hoofdstuk 5 wordt op basis van de vraagkant beschreven wat er nodig is aan de aanbodkant: de aanbieders van producten en diensten. Hoofdstuk 4 en 5 gaan uit van de belevingswereld van woningeigenaren.

4.2 Consumenten en bewonersgedrag begrijpen

Hoe woningeigenaren keuzes maken rond het aardgasvrij maken van hun woning hangt af van vele factoren. Om deze factoren inzichtelijk te maken, gebruiken we het Consumer DEcisions Comprehensive (CODEC) model als ‘kapstok’. Dit model is door ECN part of TNO ontwikkeld om keuzegedrag van consumenten te kunnen modelleren, kwantificeren en hierdoor een marktaandeel te kunnen doorrekenen voor een bepaalde innovatie. We gebruiken hier echter alleen het theoretisch raamwerk van dit model, dat is opgebouwd uit verschillende psychologische theorieën (Brunsting, et al., 2018). Het model bestaat uit drie onderdelen:

1. Aandacht: zijn mensen bezig met het overwegen van aanschaf, of is er geen aanleiding om hier aandacht aan te geven? Overwegen bewoners de aanschaf van aardgasvrije alternatieven?
2. Mogelijkheid: hebben mensen praktisch gezien de mogelijkheid tot aanschaf? Is het überhaupt mogelijk te renoveren naar aardgasvrij?
3. Intentie: vinden mensen de innovatie aantrekkelijk genoeg? Geeft deze voldoende voordelen, status, of hebben veel andere mensen de innovatie al? Bieden aardgasvrije alternatieven voldoende voordelen voor bewoners om over te gaan?

De drie onderdelen van het CODEC model worden hieronder uitgewerkt voor het aardgasvrij maken van een woning. In Figuur 14 zijn de elementen weergegeven die aan bod komen.



Figuur 14 De verschillende elementen (factoren) die van belang zijn voor de vraagkant (op basis van het CODEC model)

Voor ieder onderdeel wordt beschreven hoe dit er uit ziet voor de transitie naar aardgasvrij wonen, en worden aanbevelingen gedaan om huiseigenaren mee te nemen voor een breed gedragen energietransitie. Er worden geen uitspraken gedaan over de mogelijke kosten die hier mee gemoeid zijn.

4.2.1 *Aandacht: zorg voor urgentie en een concrete aanleiding*

Dit onderdeel draait om de vraag of bewoners überhaupt bezig zijn met het overwegen van aardgasvrije alternatieven. Er is een aanleiding nodig om een nieuwe aankoop te doen. Als dat moment aanbreekt, is het belangrijk dat mensen aardgasvrije alternatieven gaan overwegen, en niet hetzelfde kopen als ze gewend zijn (bijvoorbeeld een nieuwe, gasgestookte cv-ketel aanschaffen).

4.2.1.1 *De aanwezigheid van een aanleiding*

Op dit moment zijn er weinig natuurlijke momenten waarop mensen een aardgasvrij alternatief zullen overwegen, tenzij ze hiervoor of intrinsiek gemotiveerd zijn, of als er een bepaalde aanleiding is. Voorbeelden hiervan zijn: een kapotte cv-ketel, een verbouwing, of een vooruitstrevende buurman. Slechts een klein percentage mensen ervaart zo'n aanleiding. Een cv-ketel gaat bijvoorbeeld 15 jaar mee³¹, waardoor zo'n 7% van de mensen per jaar hierdoor een aanleiding heeft om over de verwarming van hun huis na te denken.

³¹ <https://www.consumentenbond.nl/cv-ketel/veelgestelde-vragen-over-cv-ketels#no4>

Aanbevelingen voor het creëren van een aanleiding

Aanbeveling 1: Kondig aan dat het aardgas gaat verdwijnen op een specifiek moment in de toekomst

Het landelijk aankondigen dat de gaskraan wordt dichtgedraaid op een bepaald moment creëert urgentie voor bewoners om over dit onderwerp na te denken en aardgasvrije alternatieven te overwegen. Ook kan dit gemeenten helpen de aardgasvrije transitie in gang te zetten. Het wordt voor gemeenten makkelijker om het onderwerp aardgasvrij op de kaart te zetten als lokale bestuurders kunnen verwijzen naar het landelijke besluit. Onderzoek van Motivaction wijst bovendien uit dat een ruime meerderheid van de burgers vindt dat de Rijksoverheid het voortouw zou moeten nemen (samen met de energieleveranciers) in de energietransitie (Motivaction, 2016), wat impliceert dat een duidelijke koers van de overheid draagvlak onder bewoners heeft.

- *Eenduidige, heldere boodschap*
De beslissing om van het aardgas af te gaan, moet ondersteund worden door een eenduidige, nationale boodschap vanuit de Rijksoverheid met een goede onderbouwing: waarom gaan we van het gas af. Hier hoort een heldere doelstelling en deadline bij, zodat alle betrokken partijen gericht aan de slag kunnen. De deadline dient als een stip aan de horizon die richting geeft aan de communicatie door alle betrokken partijen. Het is belangrijk dat (varianten op) deze kernboodschap ook door alle betrokken partijen (bijvoorbeeld netbeheerders) wordt ondersteund, zodat mensen vanuit verschillende bronnen dezelfde boodschap te horen krijgen³².
- *Landelijke publiekscampagne*
De eenduidige, heldere boodschap zou via een publiekscampagne kunnen worden verspreid. Hierdoor worden bewoners zich bewust van de aanstaande verandering en kunnen zij zich hier op voorbereiden. Een landelijke publiekscampagne kan ook een positieve impuls geven aan het (draagvlak om te) investeren in aardgasvrije renovatie bij marktpartijen. Een landelijke campagne kan ook gemeentes helpen sneller draagvlak te creëren bij bewoners. Het helpt als lokale bestuurders 'gesteund' worden door een eenduidige, landelijke boodschap waar ze naar kunnen verwijzen.³³
- *Informatie toegespitst op lokale situatie*
Naast een landelijke campagne, is het ook belangrijk de burger te betrekken via lokale kanalen, omdat de alternatieven voor aardgas zullen verschillen per wijk. Dit hangt onder andere af van de beschikbaarheid van geothermische bronnen, bestaande stadsverwarming en de karakteristieken van de woonwijk, zoals woningdichtheid. Naast een algemeen communicatieplan op landelijk niveau, is het dus ook noodzakelijk dat gemeenten een op maat gemaakt communicatieplan per wijk ontwikkelen, waarbij rekening wordt gehouden met verschillende typen bewoners (Ridder & Gorter, 2017) (zie ook paragraaf 4.3).

³² <https://starthubs.co/Content/battle/50/Rapport%20uitfaseren%20van%20aardgas%-20in%20de%20gebouwde%20omgeving.pdf>

³³ <https://starthubs.co/Content/battle/50/Rapport%20uitfaseren%20van%20aardgas%-20in%20de%20gebouwde%20omgeving.pdf>

Aanbeveling 2: Creëer behoefte aan producten en diensten voor aardgasvrij

Behalve mensen te confronteren met een beslissing om de gaskraan dicht te draaien, kan ook worden geprobeerd mensen te verleiden voor aardgasvrije opties te kiezen. Het doel is om mensen enthousiast te maken voor alternatieven, of anderzijds ontevreden te maken met hun huidige product (cv-ketel).

- *Maak het concreet*

Wonen zonder aardgas kan concreet gemaakt worden door een toekomstperspectief te schetsen van het wonen zonder aardgas dat zo concreet mogelijk aansluit op de belevingswereld van de burger: 'Zo ziet mijn dagelijks leven eruit tijdens en na de aardgastransitie; zo verwarm ik, zo kook ik, zo ga ik van a naar b, enzovoorts.' (Ridder & Gorter, 2017)

- *Benadruk het positieve*

Nu wordt de energietransitie vaak nog aangevlogen vanuit vermindering van CO₂ en 'noodzakelijke' veranderingen. Hier gaat geen inspirerende werking van uit. Het benadrukt de negatieve aspecten en werd in het verleden veelal verbonden met het inleveren van comfort.

Een toonaangevende en inspirerende visie voor een duurzaam Nederland, en daarmee een visie voor een Nederland zonder aardgas³⁴, ontbreekt op dit moment nog. Het creëren van een optimistisch toekomstbeeld waar de burger naar uitkijkt en naar toe kan leven is cruciaal voor de communicatie. Aangezien het aannemelijk is dat dit toekomstbeeld niet altijd top-of-mind is bij de burger, kan een heldere, aantrekkelijke visie de burger op strategische momenten aan de transitie herinneren. De transitie naar aardgasvrij kan mede hierdoor ook iets zijn om naar uit te kijken, in plaats van er tegenop te zien (Ridder & Gorter, 2017).

- *Maak duidelijk dat aardgas niet duurzaam is*

Aardgas wordt door de burger nog te vaak onterecht gezien als een fossiele brandstof 'light', die schoner zou zijn dan olie of kolen. Dit kan komen doordat aardgas niet aan dezelfde mate van kritiek is blootgesteld in de nationale en internationale media als andere fossiele brandstoffen (Ridder & Gorter, 2017).

- *Put uit de campagne voor aardgas*

Schoon, makkelijk, altijd beschikbaar en goedkoop. Dat waren de vier verkoopargumenten voor aardgas in de jaren 60. Probeer deze vier uitgangspunten ook in te zetten voor duurzame warmte of all electric³⁵.

4.2.1.2 *Doorbreken van gewoontegedrag*

Als bewoners een keuze moeten maken, is de kans groot dat er gewoontegedrag optreedt als bewoners deze keuze al eerder hebben gemaakt. Als bijvoorbeeld de hr-ketel stuk gaat (keuzemoment) en de bewoner eerder een nieuwe hr-ketel naar tevredenheid heeft gekocht, zal hij waarschijnlijk opnieuw een hr-ketel kopen. Of hij vraagt bijvoorbeeld aan de onderhoudsmonteur van de hr-ketel wat een goede optie is voor vervanging. Op dit moment zal hij waarschijnlijk nog het antwoord krijgen dat een nieuwe hr-ketel de beste keuze is.

Aanbevelingen voor het doorbreken van gewoontegedrag

Om dit gewoontegedrag te doorbreken en te zorgen dat bewoners aardgasvrije alternatieven gaan overwegen zijn de volgende zaken van belang.

³⁴ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2018/12/03/communicatie-onderzoek-energietransitie>

³⁵ <https://www.nrc.nl/nieuws/2018/01/09/aardgasvrij-moet-het-goedkoopste-alternatief-zijn-a1587653>

- Zorg dat mensen niet meer uit gewoonte kunnen handelen in theorie kan dit door het van de markt halen van gas-producten, zoals de gasgestookte hr-ketel. Op dat moment moet een bewoner zich wel gaan oriënteren op alternatieven. Een belangrijke randvoorwaarde is de beschikbaarheid van betaalbare en aantrekkelijke aardgasvrije alternatieven. Zie paragraaf 4.2.2 voor meer informatie over betaalbaarheid.
- Zorg dat aardgasvrije alternatieven top-of-mind zijn wanneer mensen een keuzemoment bereiken, en dat ze op de hoogte zijn van de voordelen ten opzichte van hun hr-ketel. Dit kan versterkt worden door het gebruik van zogenaamde *implementation intentions* (o.a. *Golwitzer & Sheeran, 2006*), waarbij een bepaald moment gekoppeld wordt aan bepaalde handeling. Zoals: “vier uur, cup-a-soup”. Hierdoor kan het keuzemoment (hr-ketel stuk, verhuizing, verbouwing, of deadline voor het dichtdraaien van de gaskraan in zicht) gekoppeld worden aan bijvoorbeeld oriëntergedrag via een bepaalde website met aardgasvrije alternatieven.

4.2.2 *Mogelijkheid: zorg dat huiseigenaren in staat zijn om aardgasvrije maatregelen te treffen*

Ook als mensen openstaan voor aardgasvrije alternatieven, moeten ze wel praktisch in staat zijn om deze maatregelen te treffen. In deze paragraaf wordt daarom ingegaan op wat mensen in de basis nodig hebben om een aardgasvrije woning te kunnen realiseren. Dit staat los van de voorkeuren van mensen, deze komen later aan bod.

4.2.2.1 *Praktische haalbaarheid*

Om een woning aardgasvrij te maken, zijn er drie mogelijkheden: een gasnet met groen gas, een all-electric oplossing of aansluiting op een warmtenet (zie Hoofdstuk 2 en 3).

Aanbevelingen praktische haalbaarheid

- *Stel realistische isolatienormen*
Zowel voor een duurzaam lage temperatuur warmtenet als de all-electric variant moeten de betreffende woning goed geïsoleerd zijn^{36,37}. Voor huizen die zeer slecht geïsoleerd zijn, kan het praktisch onhaalbaar zijn om de isolatiegraad op te krikken tot het gewenste niveau van een warmtepomp³⁸. Omdat warmtepompen warmte met een relatief lage temperatuur leveren, moet de woning beter geïsoleerd zijn. Ook zijn er ‘moeilijke gevallen’ zoals monumentale panden met lastig te isoleren objecten zoals glas in lood ramen. Ook gelden voor dergelijke panden vaak strenge regels over wat er veranderd mag worden aan een woning. Dit bemoeilijkt bijvoorbeeld het ‘inpakken’ van een woning, wat nodig kan zijn om het gewenste isolatieniveau te bereiken.
- *Kijk per wijk of buurt welke aardgasvrije opties het meest geschikt zijn.*
In gemeenten waar al warmtenetten liggen, kan uitbreiding naar andere buurten aantrekkelijk zijn. Dit hangt af van de dichtheid van woningen en de beschikbaarheid van hernieuwbare warmtebronnen. Op andere plekken kan een

³⁶ <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/wonen-zonder-aardgas/warmtenet-verwarmen-zonder-aardgas/>

³⁷ <https://www.nudge.nl/blog/2018/01/15/een-aardgasvrije-woning-5-stappen/>

³⁸ <https://kennis.greenhome.nl/warmtepomp/is-jouw-huis-geschikt-voor-een-warmtepomp/>

all-electric optie geschikter zijn. Er moet een integrale technische en kosten baten afweging gemaakt worden welke optie het meest geschikt is.

4.2.2.2 *Acceptabele investering*

Een aardgasvrije renovatie moet voor mensen betaalbaar zijn. Wat voor mensen betaalbaar is, kan verschillen per bewoner, het soort huis wat hij bewoont en is ook afhankelijk van het soort aardgasvrij alternatief dat wordt geïmplementeerd.

Bewoners hebben vaak niet genoeg geld om te investeren in een aardgasvrij huis, hebben weerstand tegen lenen of zijn niet kredietwaardig³⁹. Velen vinden lenen geen optie. Ze hebben een aversie tegen lenen voor energiebesparing.

Aanbevelingen voor acceptabele investering

- *Bied duidelijkheid over huidige en toekomstige financieringsmogelijkheden*
Op dit moment bestaat er nog veel onzekerheid over de verschillende financieringsmogelijkheden voor een aardgasvrije woning. Opties als gebouw gebonden financiering en leaseconstructies zijn nog onzeker. Het is belangrijk dat er op landelijk niveau een besluit wordt genomen over wat de mogelijkheden voor financiering zullen zijn, met in achtname van (onder meer) verschillende opties voor aardgasvrij.
- *Bied maatwerk in beleid*
Bij de regelgeving over kosten moet worden rekening gehouden met verschillende inkomensgroepen en soorten woningen. Mensen moeten evenredig belast worden naar bijvoorbeeld inkomen en woonsituatie.

4.2.2.3 *Voldoende kennis*

Uit een ledenonderzoek⁴⁰ van Vereniging Eigen Huis blijkt dat veel mensen openstaan voor aardgasvrije alternatieven. Huiseigenaren vinden dat er echter nog te veel onduidelijkheid bestaat over de transitie naar aardgasvrij. Wat zijn de alternatieven, wanneer wordt het huis van het gas afgekoppeld (is dit binnen 5 jaar of gaat dit nog 25 jaar duren?), wat betekent dit voor de energierekening en het comfort? Zo lang hierover geen duidelijk is, is het handelingsperspectief voor consumenten beperkt om te anticiperen op de aardgasloze ambitie. Ook hebben bewoners vaak weinig kennis over hun eigen huis. Ze weten bijvoorbeeld niet welke isolatie er al aanwezig is, of wat de mogelijkheden voor verbetering zijn⁴¹.

Er is behoefte bij huiseigenaren om zo snel mogelijk duidelijkheid te krijgen over de gevolgen van aardgasvrij wonen. Ook is er behoefte aan een optimale ontzorging om de gewenste stappen te kunnen nemen⁴².

³⁹

<https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Urban%20energy/Rapport%20Overkennende%20studie%20tool%20aardgasvrije%20woningen.pdf>

⁴⁰

<https://www.eigenhuis.nl/docs/default-source/downloads/actueel/veh-brief-kamp-van-gas-los-mei-2017.pdf?status=Temp&sfvrsn=0.7953575170939158>

⁴¹

<https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Urban%20energy/Rapport%20Overkennende%20studie%20tool%20aardgasvrije%20woningen.pdf>

⁴²

<https://www.eigenhuis.nl/docs/default-source/downloads/actueel/veh-brief-kamp-van-gas-los-mei-2017.pdf?status=Temp&sfvrsn=0.7953575170939158>

Aanbevelingen voor voldoende kennis

Het is belangrijk kennis aan te bieden die past bij de situatie van de woningeigenaar.

- *Maak kennis toegankelijk*

Mensen willen geholpen worden bij het verkrijgen van inzicht in wat er mogelijk is in hun woning, de financiering en de verschillende stappen die zij moeten ondernemen. Het is belangrijk dat iedere bewoner - of hij nou over móet stappen of zelf initiatief neemt - makkelijk toegang heeft tot onafhankelijke informatie, die aansluit bij de specifieke woningsituaties van verschillende soorten bewoners. Een duidelijke site of platform kan meer generieke informatie verstrekken. Voor specifieke bewonersbehoeften kan ook gedacht worden aan een onafhankelijk adviseur. Afhankelijk van de wensen van bewoner kunnen bepaalde aardgasvrije pakketten worden bedacht. Zie paragraaf 5.4 voor een aantal voorbeelden hiervan.

- *Bied duidelijke en betrouwbare informatie*

Er moet gezorgd worden voor betrouwbare en onafhankelijke informatie voor bewoners. Uit het ledenonderzoek van Vereniging Eigen Huis blijkt dat qua informatievoorziening consumentenorganisaties en de landelijke overheid het meest vertrouwd worden. Commerciële partijen zoals aannemers en installateurs scoren laag op dit terrein⁴³. Een onderzoek van Motivaction over aardgasvrij wonen onderschrijft de behoefte aan onafhankelijke informatie. Er zijn echter verschillende meningen over de bron die deze informatie moet verstrekken. Dertig procent van de ondervraagden verwacht informatie van de eigen gemeente omtrent aardgasloos wonen, direct gevolgd door de energieleveranciers (29%). Veertien procent ziet hier ook rol voor de netbeheerders⁴⁴.

- *Bied duidelijke informatie over kosten*

Gemeenten moeten duidelijkheid kunnen geven over de kosten van aardgasvrije aanpassingen en wie deze moet gaan betalen. Wethouder Lot van Hooijdonk (Utrecht, GroenLinks) zegt niet te weten wie de aanpassingen moet betalen in de aardgasvrije proeftuin Overvecht. 'Het moet hoe dan ook goedkoper worden. Als het ons niet lukt om dit haalbaar en betaalbaar te maken, komt deze omschakeling niet van de grond⁴⁵'. Om bewoners goed te kunnen informeren, moeten gemeentes eerst zelf duidelijkheid hebben over de kosten.

- *Bied duidelijkheid over rollen*

Volgens de leden van Vereniging Eigen Huis zijn met name de landelijke overheid en bewoners verantwoordelijk voor het realiseren van aardgasvrije woningen. Voor de gemeente zien zij slechts een beperkte rol. Het is van belang dat duidelijk wordt wie wat waar wanneer moet doen⁴⁶.

- *Laat bewoners die al over zijn gestapt hun ervaringen delen*

Voor veel bewoners is het lastig te bevatten wat het nu precies betekent om in een aardgasvrij huis te wonen. Er zijn ook (voor)oordelen in omloop over aardgasvrije woningen. Het is belangrijk om mensen te laten ervaren wat

⁴³ <https://www.eigenhuis.nl/docs/default-source/downloads/actueel/veh-brief-kamp-van-gas-los-mei-2017.pdf?status=Temp&sfvrsn=0.7953575170939158>

⁴⁴ <https://www.motivaction.nl/kennisplatform/nieuws-en-persberichten/nederlanders-willen-gasloos-wonen-maar-zonder-extra-kosten>

⁴⁵ <https://www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/nederland-van-het-gas-af-maar-wie-betaalt-de-transitie-~b5b194cf/>

⁴⁶ <https://www.eigenhuis.nl/docs/default-source/downloads/actueel/veh-brief-kamp-van-gas-los-mei-2017.pdf?status=Temp&sfvrsn=0.7953575170939158>

aardgasvrij leven betekent. Dit kan bijvoorbeeld door een kijkje te nemen bij bewoners die al een aardgasvrij huis hebben.

4.2.2.4 *Zekerheid over wetgeving en beleid*

Er is behoefte bij de consumenten om zo snel mogelijk duidelijkheid te krijgen over de gevolgen van het aardgasvrij maken van de hele woningvoorraad en aan een optimale ontzorging om de gewenste stappen te kunnen nemen⁴⁷.

Onduidelijkheden over bijvoorbeeld de mogelijkheden en regels rondom warmtepompen kunnen een rem zetten op de implementatie. Warmtepompexperts spreken elkaar vaak tegen, met onduidelijkheid voor de consumenten als gevolg⁴⁸. Er is een onafhankelijke eenduidige richtlijn nodig op basis waarvan adviezen over alternatieven gegeven worden.

Aanbevelingen voor zekerheid over wetgeving en beleid

- **Zorg voor consistent beleid**
Bewoners moeten er van op aan kunnen dat het beleid wat betreft aardgasvrije woningen consistent is. Een aardgasvrije woning is een lange termijn investering met een relatief lange terugverdientijd. Bewoners moeten niet voor verrassingen komen te staan en zeker kunnen zijn van hun besluit.

4.2.2.5 *Beschikbaarheid op de markt*

Er moeten in de periode tot 2050 ruim 1000 woningen per werkdag worden aangepakt als we in 2050 alle woningen gasvrij willen hebben. Daarvoor zijn niet alleen betaalbare en goed werkende alternatieven voor nodig, maar ook voldoende geschoold personeel voor het installeren van deze maatregelen.

Aanbevelingen voor meer beschikbaarheid op de markt

- **Ontwikkel lesprogramma's voor technische opleidingen**
Aardgasvrije alternatieven vereisen andere vaardigheden en kennis dan bestaande gasgestookte installaties. Het is daarom belangrijk dat curricula van technische vakopleidingen meebewegen met maatschappelijke ontwikkelingen. Ook moet er gezorgd worden voor meer techniekdocenten voor deze opleidingen⁴⁹.
- **Maak technische beroepen aantrekkelijker**
Voor het isoleren van huizen, installeren van warmtepompen, zonneboilers, lage temperatuursystemen en andere aardgasvrije innovaties is ook voldoende mankracht nodig. Onder andere brancheorganisaties UNETO-VNI en Bouwend Nederland waarschuwen dat een tekort aan goed geschoold personeel de transitie in gevaar kan brengen⁵⁰. Het is dus belangrijk dat genoeg jongeren enthousiast worden gemaakt voor technische beroepen.
- **Ontwikkel en optimaliseer mogelijkheden voor vraagbundeling**
Maak het voor mensen makkelijker om aanbieders te vinden en met verschillende vragen bij één loket terecht te kunnen. Een voorbeeld hiervan is de one-stop-shop.

⁴⁷ <https://www.eigenhuis.nl/docs/default-source/downloads/actueel/veh-brief-kamp-van-gas-los-mei-2017.pdf?status=Temp&sfvrsn=0.7953575170939158>

⁴⁸ <https://www.fluxenergie.nl/onduidelijkheid-mogelijke-rem-op-groei-warmtepompen/>

⁴⁹ <https://domotica.nl/2018/06/18/jaarcongres-techniekpact-noodklok-om-tekort-vakmensen/>

⁵⁰ <https://www.bouwendnederland.nl/nieuws/9312412/tekort-aan-technici-is-een-acute-bedreiging-voor-de-groei>

4.2.3 *Intentie: zorg dat huiseigenaren aardgasvrij als een aantrekkelijk alternatief zien*

In de vorige fasen ging het om of mensen een keuze gaan maken (Aandacht) en of ze het kunnen (Mogelijkheid). In de intentie-fase gaat het er om dat huiseigenaren aardgasvrij wonen gaan zien als een aantrekkelijk alternatief, dat zij producten en diensten willen aanschaffen. Het gaat hierbij om: aantrekkelijke investeringskosten, variabele kosten, en aardgasvrije alternatieven zonder gedoe. Daarnaast speelt mee wat andere huiseigenaren doen (sociale vergelijking) en de mogelijkheid om te winnen aan sociale status.

4.2.3.1 *Aantrekkelijke investeringskosten*

Uit een onderzoek van Motivaction over aardgasvrij wonen blijkt dat Nederlanders over het algemeen best aardgasvrij willen wonen, maar dat de meerderheid daar niet extra voor wil betalen⁵¹. Uit het onderzoek blijkt dat de helft (51%) van de Nederlanders alleen de overstap naar aardgasvrij wonen maakt als ze een tegemoetkoming ontvangen in de kosten. Wat die tegemoetkomingen zijn en hoe men daar aanspraak op kan maken, is voor veel mensen echter onduidelijk. Verder vinden bewoners de investering vaak niet aantrekkelijk of te onzeker. Consumenten ervaren een terugverdientijd (TVT) langer dan 5 tot 9 jaar als lang en boven de 10 jaar als te lang. Redenen zijn onder andere: ik ga misschien verhuizen, ik ben al oud en heb misschien de tijd niet meer om het terug te verdienen.

De eigenaar-bewoner krijgt voorsnog te maken met relatief hoge investeringskosten voor het realiseren van een aardgasvrij huis. Hoewel de energierekening na de installatie van de benodigde maatregelen in veel gevallen naar beneden zal gaan, zijn de grote, initiële investeringskosten voor veel eigenaar-bewoners een belangrijk obstakel. Er zijn verschillende kosten waar rekening mee dient te worden gehouden: het afsluiten van de gasaansluiting, de woning isoleren en het installeren van een aardgasvrij alternatief voor verwarming en koken.

Afsluiten gasaansluiting

De kosten om je gasaansluiting af te sluiten verschillen per netbeheerder en liggen tussen de € 300,- en € 700,-. Als je de gasaansluiting niet afsluit, maar niet meer gebruikt, betaal je ieder jaar nog netbeheerkosten. De bewoner kan er ook voor kiezen om de meter te verzegelen. Hij betaalt dan geen afsluitkosten, maar blijft wel gewoon de netbeheerkosten betalen. Vervolgens moet er na een jaar besloten worden of men de meter weer aansluit of alsnog laat afsluiten en de afsluitkosten betaalt⁵².

Woning isoleren en het installeren van een aardgasvrij alternatief

Een aardgasvrije woning moet goed geïsoleerd zijn. Nieuwbouwwoningen en nieuwere bestaande bouw zijn vaak al goed geïsoleerd, maar dit geldt niet voor een groot deel van de bestaande bouw. De overstap naar een warmtepomp is voor de woningeigenaar nu nog de duurste oplossing. Dit komt omdat de warmtepomp zelf een duur apparaat is (tussen de 2.500 en 15.000 euro) en deze bijna altijd gecombineerd moet worden met vergaande isolatiemaatregelen en het installeren van wand- of vloerverwarming. Nieuwe apparatuur en besparingsmaatregelen

⁵¹ <https://www.motivaction.nl/kennisplatform/nieuws-en-persberichten/nederlanders-willen-gasloos-wonen-maar-zonder-extra-kosten>

⁵² <https://weblog.independer.nl/in-het-nieuws/woning-aardgasvrij-maken-werking-en-kosten/>

kunnen opgeteld al snel tienduizenden euro's kosten, afhankelijk van het soort woning (zie voor een overzicht van de kosten paragraaf 2.3).

Aanbevelingen voor aantrekkelijke investeringskosten

- Maak aardgasvrij het goedkoopste alternatief
Als mensen tegen hun (korte termijn) eigenbelang in moeten handelen in de zin dat zij er financieel op achteruit gaan, komt er waarschijnlijk weinig terecht van de aardgasvrije transitie⁵³. (zie ook paragraaf 3.4 voor mogelijkheden om aardgasvrij beter betaalbaar te maken).
- Maak het afsluiten van gas gratis
Geef mensen het eerste zetje richting aardgasvrij door de afsluitkosten kwijt te schelden. Sommige bewoners zeggen: als je geen auto rijdt, hoef je toch ook niet voor de weg te betalen? Waarom zou ik moeten betalen voor iets wat ik niet gebruik?
- Bied duidelijke informatie over en hulp bij het verkrijgen van subsidies
Maak de initiële investering aantrekkelijker door goed inzicht te geven in de beschikbare subsidies en hulp te bieden bij het aanvragen van subsidies. Er zijn vaak overzichten van subsidies per gemeente en Milieu Centraal heeft een overzicht gemaakt van de subsidies die op landelijk niveau beschikbaar zijn. Het is belangrijk dat mensen deze informatie makkelijk kunnen vinden en dat ook het aanvragen van een subsidie eenvoudig is. Verder moet duidelijk zijn wanneer een subsidie kan worden aangevraagd en op welke termijn.
- Zorg voor de juiste framing
De transitie naar aardgasvrij wordt nog vaak benaderd vanuit een technisch perspectief. Veel mensen associëren aardgasvrij daarom met technische oplossingen en de plaatsing daarvan. In plaats van de focus te leggen op de verschillen tussen een gasketel en bijvoorbeeld een warmtepomp, kan de transitie ook geframed worden vanuit de basisbehoefte van mensen: namelijk een comfortabel, goed verwarmd huis. Wanneer de framing wordt gericht op bijvoorbeeld het verbeteren van de woning, waardoor deze mooier wordt (zie ook 4.2.3.6 over sociale status), dan willen mensen mogelijk wel meer geld uitgeven.
- Verdeel investeringskosten in variabele (maand) kosten
Door er voor te zorgen dat mensen de investeringskosten niet in één keer hoeven te betalen kunnen de investeringskosten meer aantrekkelijk (want lager) worden. De kosten kunnen bijvoorbeeld worden opgenomen in de hypotheek, in een persoonlijke lening, of betaald worden middels de energierekening.

4.2.3.2 *Aantrekkelijke variabele kosten*

Een mechanisme dat een rol speelt bij het bepalen of kosten acceptabel zijn is mental accounting (Thaler, 2008): de manier waarop mensen nadenken over hun financiële uitgaven in verschillende 'potjes'. Mensen hebben hun uitgaven in hun hoofd vaak verdeeld in verschillende 'potjes' die los van elkaar staan. Bijvoorbeeld: een potje voor kleding en een potje voor een nieuwe auto. Investeren in alternatieven voor aardgas komen bijvoorbeeld uit het potje "nieuwe CV-ketel", terwijl de kosten voor "energieverbruik" uit het maandelijkse potje voor de energierekening komen. De lagere energierekening compenseert gedeeltelijk de extra kosten van de investering. Bovendien zullen op termijn de investeringskosten zijn terugverdiend en zal de bewoner in totaal structureel minder hoeven te betalen.

⁵³ <https://www.nrc.nl/nieuws/2018/01/09/aardgasvrij-moet-het-goedkoopste-alternatief-zijn-a1587653>

Wanneer het totaal van de eenmalige investering voor bijvoorbeeld een warmtepomp plus de maandelijkse kosten voor een bepaalde periode wél goedkoper zijn dan het totaal voor een aardgasoptie, bijvoorbeeld een gas hr-ketel, is dat hierdoor niet persé aantrekkelijk. De investeringskosten zijn immers veel hoger voor een warmtepomp waardoor het “potje” niet groot genoeg is. Dat je dit zou kunnen verrekenen met het maandelijkse “potje” is niet de manier waarop veel mensen denken. Bovendien, een verlies (of hogere kosten) weegt bij veel mensen zwaarder dan winst. Hierdoor worden de extra kosten voor de investering als veel zwaarder ervaren dan de “opbrengsten” via de lagere energierekening.

Daarnaast, leiden investeringen in een aardgasvrije woning, vaak tot (tijdelijk) hogere maandlasten in het ene potje, bijvoorbeeld de hypotheek of een extra persoonlijke lening. Vaak leidt een aardgasvrije woning tot minder kosten in een ander potje, de energierekening. Het zou dus het meest ideaal zijn als de variabele kosten direct uit de energierekening komen.

Aanbevelingen voor aantrekkelijke variabele kosten

- Zorg ervoor dat de kosten voor de verbouwing lager of gelijk zijn dan de kosten na de verbouwing.
Het is belangrijk dat bewoners uiteindelijk evenveel of, nog liever, minder geld kwijt zijn aan hun aardgasvrije woning dan in de situatie voor de verbouwing. Hiervoor kunnen bijvoorbeeld de aantrekkelijke financieringsconstructies en lage rentes worden ingezet (zie ook paragraaf 3.4). Ook is het belangrijk dat warmtepompen en warmtenetten technisch goed werken zodat deze zo efficiënt mogelijk warmte gebruiken en daardoor de energierekening omlaag brengen.
- Breng kosten onder in een mentaal potje dat mensen gewend zijn.
Zorg er voor dat de variabele kosten direct verrekend kunnen worden met de energierekening. Op deze manier komen de kosten uit het mentale potje dat mensen gewend zijn en zullen de kosten eerder aantrekkelijk/acceptabel zijn.
- Stimuleer een holistische blik op kosten (investeringen en variabele kosten).
Een aardgasvrije woning kan aantrekkelijker worden, als bewoners op een ander manier gaan kijken naar de kosten en baten. Een meer holistische blik op de totale kosten en opbrengsten kan voorkomen dat mensen zich blindstaren op hogere kosten in een bepaald potje, terwijl er elders juist geld wordt bespaard. Dit vereist echter duidelijk inzicht in deze kosten en baten. Bewoners moeten hierbij worden ondersteund door middel van bijvoorbeeld duidelijke informatie en hulp van professionals en/of slimme thermostaten met persoonlijke behulpzame feedback.

4.2.3.3 Persoonlijk voordeel

Bij bewoners heeft verduurzaming zelden prioriteit. Zij zijn bezig met thema's als familie, werk en gezondheid. Slechts 1,5% van de ondervraagden noemt spontaan “duurzaam, groene energie, of klimaat” wanneer zij gevraagd worden naar de belangrijkste problemen in ons land (Sociaal en Cultureel Planbureau. Continu Onderzoek Burgerperspectieven 2016 | 4. 2016. p. 38.).

Mensen komen wél in actie voor initiatieven die bijdragen aan hetgeen ze bezig houdt in hun dagelijks leven (intrinsieke motivatie), hun waarden. Waarden zijn diepere psychologische behoeften die variëren in de mate waarop ze van belang zijn voor een persoon, gegeven tijd (bijvoorbeeld de levensfase) en de situatie (welke waarden zijn vervuld en welke niet). Ze dienen als leidende principes in het

leven van een persoon. Waarden met een hoge prioriteit, gegeven tijd en situatie, kunnen vertaald worden naar drijfveren; zij beïnvloeden het gedrag van mensen. Voorbeelden van waarden zijn: autonomie, competentie, verbondenheid, zelf-actualisatie, fysieke gezondheid/fitheid, genot, geld/luxe, veiligheid en zekerheid, zelfvertrouwen en respect, populariteit en invloed (Sheldon, 2001). Daarnaast vinden mensen zaken belangrijk als comfort en esthetiek.

Wanneer mensen wel interesse hebben in duurzame energie spreken niet alle oplossingen evenveel aan. Eerder onderzoek liet zien dat de volgorde van het aanbieden van (deel)oplossingen uit maakt (Lidth de Jeude van, Noach & Handgraaf, 2014). Uit onderzoek van Ecofys en de Wageningen Universiteit (2014) blijkt dat mensen geïnteresseerder zijn in energiebesparen als ze eerst zelf hebben uitgevonden hoeveel zij verbruiken, bijvoorbeeld na het installeren van zonnepanelen. Na zonnepanelen, is het namelijk leuker om verder te kijken naar welk deel nog moet worden gereduceerd om helemaal zelfvoorzienend te zijn. Een ander voorbeeld is dat als mensen eenmaal zonnepanelen hebben, de stap naar een (hybride) warmtepomp kleiner lijkt. Met de elektriciteit die je opwekt wordt dan de warmtepomp gevoed. Het laagst hangende fruit om te komen tot verder verduurzaming lijkt dus (deels) te liggen bij de mensen die al een stap hebben genomen, met name de mensen die reeds zonnepanelen hebben aangeschaft.

Aanbeveling voor meer persoonlijke voordeel

- Benadruk welke niet-energetische voordelen aardgasvrij wonen heeft.
Aardgasvrij wonen kan gestimuleerd worden door te wijzen op de voordelen die voor een huishouden urgenter zijn of meer waarde hebben. Hierbij kan gedacht worden aan wooncomfort, waardebehoud van de woning, of het langer thuis kunnen blijven wonen voor ouderen. Aardgasvrije maatregelen kunnen ook worden gecombineerd met niet-energie gerelateerde voordelen zoals comfort of esthetiek om deze voor bewoners aantrekkelijker te maken. Een aardgasvrije renovatie kan bijvoorbeeld gecombineerd met een nieuwe (all-electric) keuken, of het stuken van de woning.
- Appelleren op gevoel iets goeds te doen.
Aardgasvrije woningen zijn beter voor het milieu. Dit is een waarde die zeker bij een bepaalde, bewuste groep bewoners een drijvende kracht kan zijn. Het kan ook gebruikt als de laatste 'nudge' die bewoners doet besluiten voor aardgasvrije opties te kiezen.
- Focus op een "gate-way product" waardoor mensen meer willen.
Promoot bijvoorbeeld eerst zonnepanelen, en zorg voor een goede opvolging om andere producten en diensten aan bewoners te leveren.

4.2.3.4 Aantrekkelijke aardgasvrije alternatieven zonder 'gedoe'

Veel mensen zien op tegen uitzoekwerk en keuzestress. Aanpassingen verschillen per woning (maatwerk). Maatregelen zijn daarom niet altijd even makkelijk of snel uitgezocht. Al het uitzoekwerk en geregel kan een drempel opwerpen en ervoor zorgen dat mensen afhaken. Ook is er vanwege gebrek aan ervaring (eenmalige beslissingen) de stress van het vinden van een goed bedrijf dat tegen een redelijke prijs het werk gaat doen. Daarnaast kan de veelheid aan informatiebronnen ervoor zorgen dat mensen niet tot actie overgaan. Een grote hoeveelheid opties voor maatregelen verlaagt de motivatie: wat moet je kiezen?⁵⁴

⁵⁴

<https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Urban%20energy/Rapport%20Overkennende%20studie%20tool%20aardgasvrije%20woningen.pdf>

Veel mensen zien ook op tegen het gedoe rondom een verbouwing. De meeste energetische maatregelen die bewoners treffen zijn niet “plug and play”, behalve PV-panelen. Bewoners overzien vaak niet welke werkzaamheden nodig zijn en overschatten soms de rommel en het gedoe die ermee gepaard gaan⁵⁵.

Aanbevelingen voor minder gedoe

- Bied totaaloplossingen aan.
Bewoners hebben behoefte aan betaalbare en begrijpelijke totaaloplossingen waarbij alles in één keer wordt aangepast. Deze zogeheten integrale concepten zijn als het ware all-inclusive aanbiedingen die het hele proces omvatten, vanaf het eerste plan tot en met het gebruik. Alles zit erin: veranderingen aan de woning, de aanschaf en plaatsing van installaties, inclusief aanpassingen aan de meterkast en een nieuwe thermostaat; de garantietermijnen en de verwachte energiekosten. Zo zien consumenten in één keer waar ze aan toe zijn⁵⁶. Het kan hierbij gaan om oplossingen waarbij in korte tijd alles wordt aangepast, maar ook om oplossingen die een langere tijd bestrijken.
- Bied duidelijkheid over de duur van de verbouwing.
Bewoners kunnen afhaken wanneer de planning van de verbouwing onduidelijk is. Een aardgasvrije verbouwing vraagt veel werk ‘achter de voordeur’, waardoor het een impact kan hebben op het woongenot van de bewoners. Wanneer een verbouwing langer duurt of meer om handen heeft dan gepland, kan dit leiden tot negatieve reacties, wat andere, potentieel geïnteresseerden kan afschrikken.

4.2.3.5 *Sociale vergelijking: wat doen anderen?*

De overweging om aardgasvrije maatregelen te treffen, kan ook worden beïnvloed door de (directe) omgeving van de bewoner. Hoe meer mensen producten en diensten rondom aardgasvrij wonen aanschaffen, hoe groter de kans dat anderen het ook gaan doen. Vooral als het gaat om mensen die op je lijken. Hierbij is het belangrijk dat het aankoopgedrag zichtbaar is. Dit is bijvoorbeeld het geval bij zonnepanelen, maar niet bij spouwmuurisolatie.

Aanbevelingen voor meer beïnvloeding door wat anderen doen

- Zorg voor zichtbare rolmodellen.
Bewoners die al ervaring hebben met een aardgasvrije woning kunnen dienen als ambassadeur. Het is belangrijk om ambassadeurs van verschillende wijken en achtergronden te hebben. Bewoners zijn vooral gevoelig voor ervaringen van bewoners waar zij zich mee kunnen identificeren. Maak de mensen die al aardgasvrij wonen zichtbaar via verschillende communicatiekanalen (tv, tijdschriften, kranten, etc.).
- Ontkracht mythes rondom aardgasvrij wonen.
Tegelijkertijd is het ook van belang verspreiders van aardgasvrije mythes te identificeren en ontmaskeren. Hierbij kunnen mogelijke geanticiperde tegenargumenten al van te voren weerlegd worden, zogenaamde inoculatie (Banas & Rains, 2011). Als er al misverstanden of mythes zijn ontstaan kunnen die “debunked” worden (zie Cook & Lewandowsky, 2011).

⁵⁵

<https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Urban%20energy/Rapport%20Overkennende%20studie%20tool%20aardgasvrije%20woningen.pdf>

⁵⁶

<https://www.tno.nl/nl/tno-insights/artikelen/hoe-maken-we-nederland-aardgasvrij/>

4.2.3.6 *Sociale status*

Bepaalde bewoners zullen gemotiveerd worden om aardgasvrije producten aan te schaffen wanneer dit hun sociale status vergroot. Volgens de innovatietheorie van Rogers (2003) zijn dit vooral de zogenaamde early adopters: de mensen die de innovatie (aardgasvrij wonen) eerder adopteren (aanschaffen). Deze mensen zijn vaak hoger opgeleid en hebben vaak meer te besteden dan latere adopteerdere. Dure en innovatieve producten verlenen status en kunnen hierdoor aantrekkelijk zijn.

Aanbevelingen voor de inzet van sociale status

- Maak aardgasvrije renovaties esthetisch aantrekkelijk en zichtbaar. Sommige bewoners vinden het belangrijk dat duurzame investeringen zichtbaar zijn, zodat anderen kunnen zien dat zij 'goed bezig' zijn. Het is daarom belangrijk om na te denken over de uiterlijke kenmerken van aardgasvrije maatregelen. Verder kunnen zichtbare maatregelen andere buurtbewoners stimuleren om aardgasvrije maatregelen te nemen, omdat 'anderen het ook doen' (zie sociale vergelijking).
- Appelleer op het gevoel innovatief te zijn. Sommige mensen vinden het belangrijk om innovatief gevonden te worden. Door in communicatieuitingen hier op in te spelen kunnen producten en diensten aantrekkelijker worden voor een bepaalde doelgroep.

4.3 Welke doelgroepen zijn er te onderscheiden en wat zijn de kenmerken van deze doelgroepen?

Huiseigenaren worden niet allemaal gedreven door precies dezelfde factoren. Zo zullen sommige mensen meer zelf willen beslissen of uitvoeren, terwijl anderen meer willen uitbesteden. Ook worden niet alle huiseigenaren in beweging gezet door dezelfde boodschap. Voor sommige mensen zal het beter werken als de focus ligt op financiële besparing, terwijl anderen meer gevoelig zijn voor het verhogen van hun wooncomfort. Daarnaast zijn niet alle huiseigenaren te bereiken via hetzelfde kanaal. Sommige mensen zijn goed te bereiken via breed ingestoken reclames op bijvoorbeeld tv en radio, terwijl anderen alleen via hun netwerk zoals burens en vrienden te bereiken zijn. Het is daarom van belang hier rekening mee te houden bij het bepalen van beleid en strategieën om het beleid uit te voeren. Het is de kunst om doelgroepen te vormen op basis van factoren die echt relevant zijn. Dat wil zeggen: factoren die echt invloed hebben op strategie die je moet inzetten. Hierbij kan gedacht worden aan leefstijl, waarden, behoefte om zelf aan de slag te gaan of juist alles uit handen te geven, en budget.

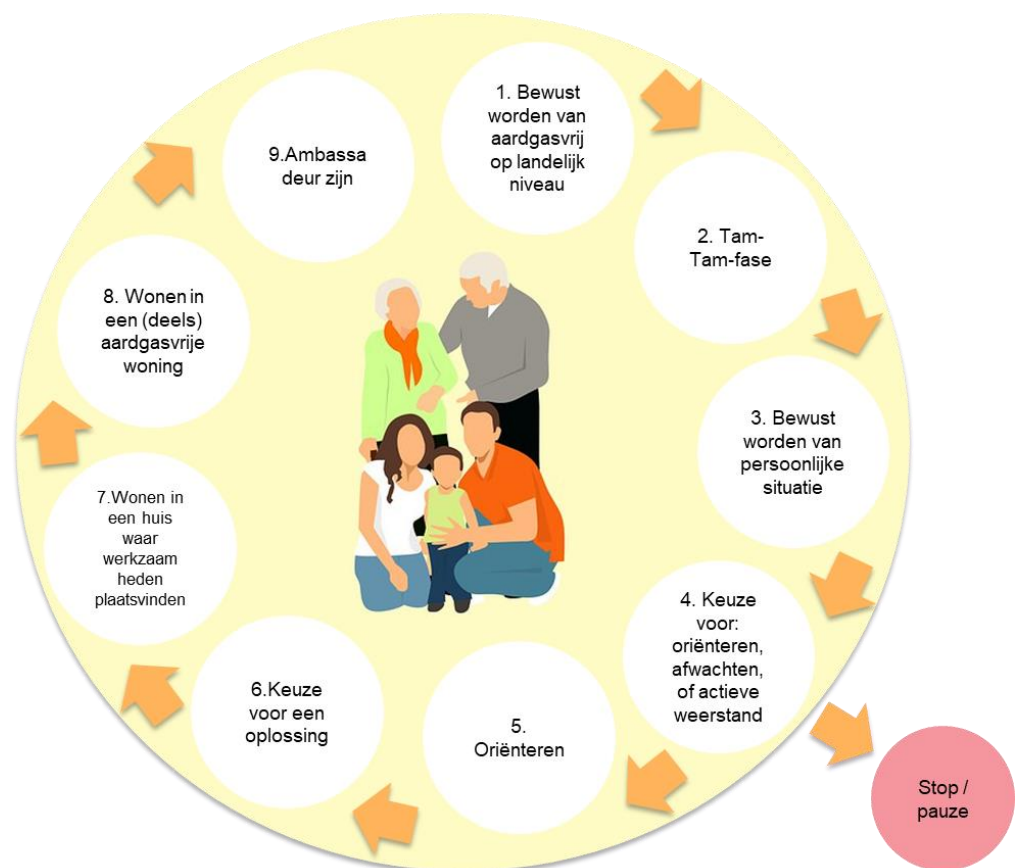
Drie voorbeelden van indelingen in doelgroepen zijn: doelgroepen op basis van attitude profiel op basis van de innovatie diffusie theorie van Rogers (Rogers, 2003; Waai, 2017); het Brand Strategy Research-model van SAMR op basis van leefstijl (AM, 2018); en, de doelgroepindeling "vijf tinten groen" op basis van demografie, leefstijl en waarden en de houding van mensen ten opzichte van duurzaamheid (Motivaction, 2016).

4.4 De klantenreis naar een aardgasvrije woning

Op weg naar aardgasvrij wonen doorlopen mensen verschillende stappen. Dit noemen we de klantenreis. De klantenreis kan richting geven aan een communicatiestrategie door inzichtelijk te maken welke stappen bewoners doorlopen richting een aardgasvrije woningen en welke factoren (elementen uit paragraaf 4.2) tijdens elke stap van belang zijn. Met factoren wordt bedoeld wat invloed heeft op een beslissing. Er worden negen stappen onderscheiden, te zien in Figuur 15. De klantenreis zal er voor verschillende klanten anders uitzien. Deze klantenreis beschrijft de algemene stappen waar iedere bewoner mee te maken krijgt.

De stappen van de klantenreis worden hieronder uitgewerkt. Per stap wordt beschreven hoe deze stap er uitziet, en een inschatting gemaakt van welke factoren van belang zijn (zie Figuur 16), en welke vragen spelen bij de klant.

Mensen kunnen bij iedere stap blijven steken als er niet voldoende aanleiding is om naar een volgende stap over te gaan. De kans hier op is het grootst vanaf stap 4, wanneer mensen echt in actie moeten komen. De klantenreis biedt aanknopingspunten om bewoners naar de volgende fase te verleiden.



Figuur 15 De klantenreis. Een bewoner kan in iedere fase een pauze nemen.



Figuur 16 De klantreis en de verschillende factoren die in een bepaalde fase het meest relevant zijn.

4.4.1 *Bewust worden van aardgasvrij op landelijk niveau*

Voordat mensen overgaan tot daadwerkelijke actie zal er een periode zijn waarin zij kennis nemen van het concept aardgasvrij wonen. Door middel van verschillende media worden mensen zich bewust van wat “aardgasvrij wonen” (of een alternatief begrip, afhankelijk van de framing) inhoudt. Mensen zullen in de volgende stap terecht komen als zij inderdaad kennismaken van “aardgasvrij wonen” en het zien als iets wat relevant is voor henzelf.

Factoren die in deze fase belangrijk zijn om uiteindelijk te komen tot grootschalige implementatie van aardgasvrije woningen, zijn:

- *Aanleiding creëren* om over alternatief na denken (4.2.1.1):
 - Urgentie verhogen: overtuigd worden dat we in Nederland écht van het aardgas af gaan op een bepaalde datum. Een landelijke campagne kan bewoners zich bewust van de aanstaande verandering.
 - Behoeftte creëren aan aardgasvrij: de (persoonlijke) voordelen van aardgasvrij wonen moeten bekend raken.

In deze fase is o.a. behoefte aan informatie betreft:

- Waarom is deze verandering nodig?
- Hoe verloopt het proces?
- Verloopt het proces eerlijk?

4.4.2 *Tam-Tam-fase*

Tussen het moment dat mensen zich bewust zijn van het concept aardgasvrij wonen en het moment dat er informatie is over ieders persoonlijke situatie (zie volgende fase) zal een kortere of langere periode zitten. In deze periode vormen mensen hun mening op basis op de voor hen beschikbare informatie. Het wordt de “tam-tam”-fase genoemd omdat het kan zijn dat deze meningen gebaseerd zijn op onjuiste of onvolledige informatie die mensen hebben gehoord via de “tam-tam”: hun sociale netwerk, social media, en/of de reguliere media. Mensen zullen naar de volgende stap gaan wanneer zij voldoende geïnformeerd en overtuigd raken van de noodzaak voor henzelf en dit als rechtvaardig beschouwen.

In deze fase gaat het vooral om het zorgen voor goede informatie:

- Het is belangrijk om actief *informatie te verstrekken* om mogelijke misverstanden te voorkomen en mythes te ontcrachten die in sociale netwerken rondgaan (onderdeel van 4.2.3.5).

In deze fase is o.a. behoefte aan informatie betreft:

- Hoeveel gaat dit mij kosten?
- Verloopt het proces eerlijk?
- Kan het echt niet anders? Is het wel echt nodig?

4.4.3 *Bewust worden van persoonlijke situatie*

Op een gegeven moment zal er per gemeente en wijk bekend zijn welke opties voor aardgasvrij wonen kunnen worden geboden. Is er bijvoorbeeld een warmtenet beschikbaar in de wijk? Op dat moment wordt het voor mensen duidelijker wat aardgasvrij wonen zal betekenen voor hun persoonlijke situatie. Bewoners moeten in deze fase op hoofdlijnen een idee krijgen van hoe aardgasvrij er voor hen uit zal komen te zien. Het zoeken naar meer gedetailleerde informatie komt pas in de volgende fase. Mensen zullen naar de volgende fase gaan wanneer zij het gevoel hebben dat zij een inschatting kunnen maken of de alternatieven op hoofdlijnen voor hen urgent, haalbaar en aantrekkelijk genoeg zijn of niet.

Factoren die in deze fase belangrijk zijn om uiteindelijk te komen tot grootschalige implementatie van aardgasvrije woningen, zijn:

- Beschikbaarheid op de markt (4.2.2.5)
- Praktische haalbaarheid - op hoofdlijnen (4.2.2.1)
- Financieel haalbaar - op hoofdlijnen (4.2.2.2), en ook aantrekkelijk investeringskosten & variabele kosten (4.2.3.1 en 4.2.3.2)
- Voldoende kennis - op hoofdlijnen (4.2.2.3)
- Zekerheid wetgeving en beleid (4.2.2.4)
- Aantrekkelijke alternatieven zonder “gedoe” - op hoofdlijnen (4.2.3.4)

In deze fase is o.a. behoefte aan informatie betreft:

- Wanneer kan ik geen aardgas meer krijgen, en wat komt er voor in de plaats?

- Wat moet ik daarvoor aanpassen in mijn woning? Hoe zit het met koken en met verwarming?
- Hoeveel moet ik gaan betalen?

4.4.4 *Keuze voor: oriënteren, afwachten, of actieve weerstand*

Wanneer de persoonlijke situatie bekend is, zullen mensen bewust of onbewust de keuze maken om zich te gaan oriënteren op oplossingen voor hun woning, af te wachten (niets doen), of zich actief te weren tegen aardgasvrij. In het laatste geval zullen mensen bijvoorbeeld een actiegroep oprichten. Het meest wenselijke is dat mensen zich gaan oriënteren en uitzoeken welke optie voor hen geschikt zou zijn. Mensen zullen naar de volgende fase gaan wanneer zij het gevoel hebben dat de alternatieven op hoofdlijnen voor hen urgent, haalbaar en aantrekkelijk genoeg zijn om in actie te komen.

Factoren die in deze fase belangrijk zijn om uiteindelijk te komen tot grootschalige implementatie van aardgasvrije woningen, zijn:

- *Urgentie creëren* (4.2.1): mensen zijn druk en zullen geen prioriteit geven aan het aardgasvrij maken van hun woning wanneer zij geen urgentie ervaren.
- *Gewoontegedrag doorbreken* (4.2.1.2):
 - Aardgas-opties uitfaseren zodat huiseigenaren ze niet meer kunnen aanschaffen.
 - Aardgasvrije alternatieven top-of-mind maken
 - Om echt aan de slag te gaan zal, naast urgentie, een concrete aanleiding gecreëerd moeten worden. Dit kan bijvoorbeeld een brief met informatie over de wijkplannen zijn, een e-mail, of iemand die persoonlijk huis aan huis informatie komt geven.

In de ze fase is o.a. behoefte aan informatie betreft:

- Waar vind ik betrouwbare informatie?
- Wat gebeurt er als ik niks doe?

4.4.5 *Oriënteren*

Mensen die gekozen hebben om zich te gaan oriënteren zullen via voor hen logische kanalen informatie inwinnen. Ze zullen overgaan naar de volgende fase als ze het gevoel hebben dat zij voldoende geïnformeerd zijn of dat er een geschikte beslisthulp (zie hieronder) is om hun keuze op te baseren.

Factoren die in deze fase belangrijk zijn om uiteindelijk te komen tot grootschalige implementatie van aardgasvrije woningen, zijn:

- Beschikbaarheid op de markt (4.2.2.5)
- Praktische haalbaarheid (4.2.2.1)
- Financieel haalbaar (4.2.2.2), en ook aantrekkelijk investeringskosten & variabele kosten (4.2.3.1 en 4.2.3.2)
- Voldoende kennis (4.2.2.3):
 - Eenvoudige vindbaarheid van informatie: mensen zijn druk en kunnen uit het veld geslagen raken wanneer zij niet de juiste informatie vinden. Oplossingen zijn bijvoorbeeld een website waar alle informatie verzameld is en waarbij verschillende producten en diensten vergeleken kunnen worden. Ook een (digitale) keuzehulp kan hier onderdeel van uitmaken.

- Beslissing: bij besluitvorming laten mensen zich leiden door bepaalde heuristieken, bijvoorbeeld: welke keuze hebben anderen gemaakt? Of wat wordt geadviseerd door experts? Hierbij kan wat anderen doen ook een beslissing zijn (sociale vergelijking 4.2.3.5).
- Aantrekkelijke alternatieven zonder “gedoe” (4.2.3.4) die in sommige gevallen ook inspelen op sociale status (4.2.3.6).

In deze fase is behoefte aan informatie betreft:

- Wat kosten de verschillende opties precies voor mijn huishouden?
- Welke werkzaamheden zijn ermee gemoeid?
- Hoe kan ik alles regelen?
- Welke mogelijkheden zijn er voor mij wat betreft financiering?
- Bij welke leveranciers kan ik terecht? Hoe betrouwbaar zijn die?
- Hoeveel rompslomp geeft de verbouwing?

4.4.6 *Keuze voor een oplossing*

Mensen kiezen een oplossing die zij het meest aantrekkelijk vinden. Om in deze fase te belanden moeten mensen het idee hebben dat zij óf voldoende zijn geïnformeerd, of dat zij een goede heuristiek (wat doet de buurman, wat raadt de gemeente me aan?) gevonden hebben. Daarnaast is er een aanleiding nodig waardoor mensen daadwerkelijk tot aanschaf overgaan. Een aanleiding kan bijvoorbeeld zijn dat ze gebeld worden door een aanbieder of adviseur.

Factoren die in deze fase belangrijk zijn om uiteindelijk te komen tot grootschalige implementatie van aardgasvrije woningen, zijn:

- Gewoontegedrag doorbreken (4.2.1.2)
- Voldoende kennis (4.2.2.3):
 - Inzicht in betrouwbaarheid aanbieders

In deze fase is er o.a. behoefte aan informatie wat betreft:

- Wanneer start de verbouwing?
- Hoe zal de verbouwing verlopen?

4.4.7 *Wonen in een huis waar werkzaamheden plaatsvinden*

Mensen wonen in een huis waar werkzaamheden plaatsvinden. Dit kan zorgen voor overlast.

Factoren die in deze fase belangrijk zijn om uiteindelijk te komen tot grootschalige implementatie van aardgasvrije woningen, zijn:

- Aantrekkelijke aardgasvrije alternatieven zonder gedoe (4.2.3.4):
 - Ondersteuning bij problemen, van professionals en/of bureaus

In deze fase is er o.a. behoefte aan informatie betreft:

- Bij wie kan ik terecht met mijn vragen/klachten?

4.4.8 *Wonen in een (deels) aardgasvrije woning*

In deze fase zijn de werkzaamheden (voorlopig) afgerond en wonen mensen in een aardgasvrije woning. Wanneer gekozen is voor een oplossing waarbij de woning niet in één keer is verbouwd tot volledig aardgasvrij, zal dit een deels-aardgasvrije woning zijn. In deze fase ervaren mensen aardgasvrij wonen.

Factoren die in deze fase belangrijk zijn om uiteindelijk te komen tot grootschalige implementatie van aardgasvrije woningen, zijn:

- Aantrekkelijke aardgasvrije alternatieven zonder gedoe (4.2.3.4):
 - Ondersteuning bij problemen, van professionals en/of burens

In deze fase is er behoefte aan informatie betreft:

- Bij wie kan ik terecht met mijn vragen/klachten?

4.4.9 *Ambassadeur zijn*

In deze fase zullen mensen zich uitspreken over hoe het proces is verlopen en vooral hele positieve of hele negatieve ervaringen delen. Dit is belangrijke informatie voor het sociale netwerk van deze mensen, die nog niet de hele klantreis doorlopen hebben.

5 De aanbodkant: Welke verandering is nodig aan de aanbodkant?

5.1 Inleiding

In hoofdstuk 4 is de klantreis geschetst. De klantreis maakt inzichtelijk welke stappen bewoners doorlopen richting een aardgasvrije woning en welke factoren (elementen uit paragraaf 4.2) tijdens elke stap van belang zijn. Partijen die betrokken zijn bij de klantreis (zoals gemeenten, adviseurs en installateurs) kunnen bewoners faciliteren tijdens elke stap door gericht op deze factoren in te spelen. In dit hoofdstuk wordt beschreven wat er aan de aanbodkant nodig is om mensen mee te krijgen in aardgasvrij wonen.

De eerste stap in de klantreis is het bewust worden van de plannen voor een aardgasvrij Nederland. Een bewoner die zich bewust is van de transitie zal zich vervolgens afvragen wat dit betekent voor zijn/haar eigen situatie (stap 2 “tam tam fase” en stap 3 van de klantreis “bewust worden van persoonlijke situatie”). Bewoners zullen zich afvragen wanneer het aardgas uit hun straat verdwijnt zodat ze kunnen kiezen voor het oriënteren op alternatieve oplossingen, afwachten of actieve weerstand (stap 4). In paragraaf 5.2 wordt beschreven wie welke activiteiten kan ontplooiën om bewoners te ondersteunen in stappen 1 tot en met 4.

Vervolgens zullen bewoners zich oriënteren (stap 5 van de klantreis), een keuze maken voor een bepaalde oplossing (stap 6) en wonen in een (deels) aardgasvrije woning (stap 7). Paragraaf 5.3 beschrijft wie welke activiteiten kan ontplooiën om bewoners te faciliteren in stappen 5, 6 en 7.

5.2 Wanneer verdwijnt aardgas uit straat? Wat komt ervoor terug?

5.2.1 *Helderheid over de wijkaanpak en de gevolgen voor de woningen*

De Rijksoverheid moet werken aan het creëren van landelijk bewustzijn voor de transitie naar aardgasvrije wijken. In het ontwerp klimaatakkoord⁵⁷ is aangegeven dat gemeenten een cruciale rol spelen bij de wijkgerichte aanpak. Bewoners moeten geïnformeerd worden wat aardgasvrije wijken betekenen voor hun persoonlijke situatie. Onduidelijkheid hierover leidt tot onzekerheid en mogelijk ook weerstand (zie 4.4.1). Gemeenten moeten, ondersteund door netwerkbeheerders, helderheid geven over de aanpassingen van de infrastructuur van de wijk. Hiervoor moeten zij wijkplannen opstellen. In deze wijkplannen moeten zijn aangegeven:

- per wanneer de infrastructuur gewijzigd wordt en het aardgas uit de wijk verdwijnt;
- Welke alternatieve energieinfrastructuur er komt in plaats van de aardgasleiding.

Bewoners hebben behoefte aan onafhankelijke informatie (zie Paragraaf 4.2.2). Wanneer niet de gemeente maar andere partijen bewoners informeren dan zullen

⁵⁷

<https://www.klimaatakkoord.nl/klimaatakkoord/documenten/publicaties/2018/12/21/ontwerp-klimaatakkoord>

gemeenten moeten aangeven bij welke partijen bewoners betrouwbare informatie kunnen vinden. Gemeenten kunnen hiertoe samenwerken met lokale initiatieven of wijkverenigingen.

Zodra bewoners duidelijkheid hebben, kunnen ze zich gaan oriënteren op alternatieven. Bewoners die in een wijk wonen waar voorlopig nog aardgas is, kunnen bijvoorbeeld al isolatiemaatregelen nemen als zij hun huis gaan verbouwen.

Gemeenten zullen bewoners van elke wijk dus een concreet plan moeten bieden met een tijdsplanning en duidelijkheid over de infrastructuur die voor de wijk is gekozen. Uitgangspunt daarbij is dat consumenten keuzevrijheid moeten hebben. Door bewoners keuzevrijheid te bieden, ontstaat competitie tussen aanbieders van warmteoplossingen. Competitie bevordert lage prijzen, goede service en innovatie. (Huygen, 2018).

5.2.2 *Bevoegdheden om woningen en wijken aardgasvrij te maken*

Gemeenten missen op dit moment een aantal wettelijke bevoegdheden. In het onderzoek "Het handelingsperspectief van gemeenten in de energietransitie naar een duurzame warmte- en elektriciteitsvoorziening" (PBL, 2017)⁵⁸ is onderzocht in hoeverre gemeenten er in de praktijk in slagen om hun ambities voor een energieneutrale gebouwde omgeving en hernieuwbare-energieopwekking te verwezenlijken. Dit is gedaan aan de hand van twee voor de energietransitie belangrijke onderwerpen: de warmtevoorziening van de gebouwde omgeving met grootschalige collectieve warmte (stadsverwarming) en de opwekking van hernieuwbare elektriciteit met windturbines (windenergie). Zo bestaan alleen voor nieuwbouw wettelijke instrumenten om te sturen op aansluiting op stadsverwarming.⁵⁹ Die instrumenten worden niet altijd ingezet.⁶⁰

Gemeenten (en netbeheerders) hebben niet de bevoegdheid om bestaande woningen van het aardgasnet af te halen. Wel zijn netbeheerders sinds 1 juli niet meer verplicht nieuwe huizen en gebouwen aan te sluiten op het gasnet.⁶¹ Om de klimaatdoelstellingen van 2030 te halen is het volgens de Vereniging van Nederlandse Gemeenten nodig de Gaswet aan te passen, zodat gemeenten een einddatum kunnen stellen voor het gebruik van gas en een warmtealternatief af kunnen dwingen⁶².

5.2.3 *Afwegingskader voor het bepalen van de technologie*

Gemeenten zullen per wijk de meest geschikte technologische oplossing moeten bepalen. Hiertoe hebben zij inzicht nodig in hoe zij verschillende technologische

⁵⁸ <http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-het-handelingsperspectief-van-gemeenten-in-de-energietransitie-1955.pdf>

⁵⁹ Voor nieuwbouwlocaties die gemeenten vóór april 2012 op basis van de gemeentelijke bouwverordening hebben aangewezen, kunnen ze een absolute aansluitplicht op het warmtenet afdwingen. Na de inwerkingtreding van het Bouwbesluit 2012 in april 2012, kunnen gemeenten in een zogeheten warmteplan voor nieuwbouwlocaties nog wel vastleggen dat woningen en gebouwen in principe op een warmtenet moeten worden aangesloten, maar mogen projectontwikkelaars ook voor een andere oplossing kiezen (Bron PBL, 2017)

⁶⁰ Leiden gaf als reden dat een warmteplan wellicht projectontwikkelaars zou kunnen afschrikken, Ede dat ze daarmee het warmtebedrijf ten opzichte van andere bedrijven een marktvoorsprong zou geven. En volgens de gemeente Breda, tot slot, was er in de stad te weinig draagvlak voor stadswarmte (PBL, 2017)

⁶¹ <https://www.rvo.nl/actueel/nieuws/aansluitplicht-gas-voor-netbeheerders-vervallen>

⁶² Gemeenten willen meer bevoegdheid om bestaande wijken gasloos te maken, Energieia, 29 oktober.

oplossingen voor de wijk ten opzichte van elkaar moeten afwegen. Een afwegingskader hiervoor ontbreekt echter. Het risico ontstaat zo dat er keuzes worden gemaakt die (op de lange termijn) niet optimaal zijn. De keuzes kunnen ook worden beïnvloed door de partijen (en hun belangen) die aan tafel worden gevraagd door de gemeente om tot een keuze te komen. Dit kan leiden tot partijdige besluiten die niet in voordeel van de bewoners zijn.

De Rijksoverheid zal daarom een afwegingskader (of leidraad) moeten bieden. In dit kader moeten criteria worden gegeven om te kiezen tussen meerdere warmte oplossingen. Wat is de prioritering van warmte-oplossingen indien er meerdere oplossingen technisch mogelijk zijn. Wat zijn technische, financiële en sociale criteria om een keuze te maken?

- Bij technische criteria kan er worden gedacht aan de efficiency van bepaalde oplossingen of de mate waarin een lokale technische oplossing kunnen worden ingepast in een optimale regionale oplossing. Aardwarmte is niet onbeperkt beschikbaar. Een van de vraagstukken is dus ook hoe de bodem efficiënt kan worden gebruikt.
- Bij financiële criteria gaat het om de investeringskosten en onderhoudskosten waarbij deze ook dienen te worden uitgesplitst naar de verschillende gebruikers (zie hoofdstuk 3). Een aandachtspunt daarbij is een eerlijke verdeling van de kosten waarbij de lusten en de lasten van de energietransitie eerlijk worden verdeeld⁶³. Ook speelt de vraag welke financiële risico's voor warmte-oplossingen nog te dragen zijn door gemeenten en wanneer deze te groot worden.
- Daarnaast dient er gekeken te worden naar sociale criteria. Consumenten dienen keuzevrijheid te hebben en te kunnen kiezen uit verschillende warmte oplossingen. Een warmteoplossing waarvoor veel draagvlak bestaat in een wijk kan daarom voorkeur hebben boven een oplossing waarvoor weinig draagvlak is.

Om een goede afweging te kunnen maken, moet er ook voldoende data beschikbaar zijn over kenmerken van de wijk, over de woningen in die wijk en over de huishoudens die er wonen. Gemeenten moeten nu veel tijd en energie besteden om alle data te verzamelen.

5.2.4 *Volgorde van aanpak van wijken*

Gemeenten zullen moeten bepalen met welke wijk(en) ze starten en in welke volgorde vervolgens de overige wijken aan bod komen. Verschillende zaken spelen hierbij een rol. Vanuit technisch perspectief is het bijvoorbeeld aantrekkelijk om te starten in een wijk waar de gasleidingen moeten worden vervangen. Vanuit sociaal perspectief kan het interessant zijn om te starten in een wijk waar al relatief veel draagvlak is voor de transitie naar aardgasvrij wonen. Ook kan het interessant zijn om te starten in een wijk waar ook andere maatschappelijke vraagstukken spelen (zoals leefbaarheid of veiligheid) zodat deze vraagstukken in één keer kunnen worden aangepakt. In deze wijken hebben bewoners echter veel zorgen die hun tijd en aandacht vragen. Het kan dan teveel worden om ook nog aandacht voor aardgasvrij wonen van hen te vragen. Omgekeerd kan worden beargumenteerd dat er juist in wijken met weinig sociale problematiek moet worden begonnen.

⁶³ Verdeel de lusten en de lasten van de groene revolutie eerlijk, De Volkskrant, Michiel Hulshof & Koen Straver 8 juni 2018.

Er is kennis nodig, opgebouwd in de praktijk, om de juiste afwegingen te kunnen maken. Het kan ook interessant zijn om te starten in een wijk waar veel woningen eigendom zijn van woningcorporaties om zo in één keer relatief veel woningen te kunnen verduurzamen. Ook hier geldt dat er dan wel draagvlak bij huurders moet zijn zodat zij instemmen met de verduurzaming van hun woning.

5.2.5 *Stimuleren van aanbod dat aansluit bij de wijkplannen*

Naast duidelijkheid over de gekozen warmteoplossing voor de wijk en over de eerste wijk waar wordt gestart, is er een aanbod nodig van aanbieders dat aansluit bij de wijkplannen. Er zijn verschillende manieren om dit te regelen.

Gemeenten kunnen zelf een aanbesteding doen en een partij selecteren die voor de wijk de oplossing mag aanbieden. De gemeente (en inwoners die hierbij betrokken worden) heeft dan de controle. Een nadeel hiervan is dat het innovatie door partijen in de weg kan staan. Zodra een partij immers de zekerheid heeft om de verduurzaming van een groot aantal woningen in een wijk te verzorgen is er vanaf dat moment weinig noodzaak om nog te innoveren. Een alternatieve aanpak is het werken met een keurmerk dat aangeeft of een oplossing voldoet aan de wijkplannen. De gemeente zorgt dat de voorwaarden helder zijn zodat aanbieders weten aan welke criteria hun aanbod moet voldoen om voor het keurmerk in aanmerking te komen. Bewoners hebben vervolgens de keuze uit meerdere oplossingen van meerdere aanbieders die op deze manier tot innovatie en kostenvermindering worden gestimuleerd.

5.2.6 *Kennis- en leerprogramma en monitor*

In veel wijken gaan gemeenten aan de slag. Niet alles zal in één keer goed gaan. Het is van groot belang om geleerde lessen vast te leggen en te delen om te zorgen dat van deze fouten geleerd wordt, zodat in andere wijken en woningen niet dezelfde fout opnieuw gemaakt wordt. Deze lessen zullen op allerlei domeinen plaatsvinden; sociaal, financieel en techniek. Er moet daarom een structuur worden opgezet waarin lessen in de praktijk kunnen worden vastgelegd en gericht overgedragen kunnen worden aan “vergelijkbare” anderen; gemeenten die te maken hebben met een vergelijkbare context en vraagstukken.

Naast dit kennis- en leerprogramma is er ook een monitor nodig om de voortgang van de transitie naar aardgasvrije wijken te bewaken. De monitor biedt ook interessante informatie voor aanbieders en bewoners. Zij kunnen zien in welke wijken al stappen zijn gezet en welke wijken vervolgens aan de beurt zijn. Bewoners kunnen uitgebreidere informatie krijgen voor hun persoonlijke situatie in de Mijn huis portal (zie paragraaf 5.3.6).

Gemeenten en wijken verschillen

De “early adopter gemeenten”, die open staan voor verandering in één of meerdere van hun wijken zijn begonnen met het aardgasvrij maken, maar we willen uiteindelijk toe naar heel Nederland aardgas vrij. Dan gaat het om andere gemeenten en/of andere wijken, die wellicht anders in elkaar zitten. Om hiertoe te komen zullen we gebruik moeten maken van kennis en ervaring uit de innovatieadoptie literatuur (zoals Rogers, 2003).

Hieronder volgen aanbevelingen om te monitoren en te leren:

A. *Richt pilots zo in dat de mogelijkheden om te leren maximaal benut worden*

- Bedenk welke mensen meewerken in de pilots, wat is hun expertise? Zorg dat zij voldoende zijn toegerust met expertise, tijd en ondersteuning om de pilots te monitoren.
 - Bedenk hoe snel kan worden bijgestuurd wanneer uit de monitoring blijkt dat er niet voldoende voortgang wordt gemaakt. Richt het proces hier op in. Zorg bijvoorbeeld voor tussentijdse reflectiemomenten.
 - Maak een overzicht van alle actoren die betrokken zijn bij de aardgasvrije wijk, en die dus betrokken zullen zijn bij de monitoring. Dit zijn de bewoners van de wijk, maar ook alle andere actoren zoals leveranciers. Leveranciers zullen bijvoorbeeld moeten gaan leren zodat zij hun producten steeds goedkoper kunnen aanbieden.
- B. *Bepaal van te voren welke factoren gemeten moeten worden bij de monitoring.*
- De eerdere hoofdstukken van dit rapport bieden gezamenlijk een verzameling van variabelen die gemeten moeten worden. Zowel factoren die effect hebben op de vraagkant, waaronder ook informatie over specifieke doelgroepen, als factoren die effect hebben op de aanbodkant.
 - Het moet duidelijk zijn naar welke onderdelen van de gekozen aanpak in deze wijk generaliseerbaar zijn naar andere wijken. Daarom zullen er ook relevante kenmerken van de wijk en haar inwoners gedocumenteerd moeten worden.

5.2.7 *Inspraak en participatie*

Bij het opstellen van de wijkplannen is het belangrijk dat er onafhankelijke partijen deelnemen die als uitgangspunt hebben dat de gekozen oplossing de beste oplossing dient te zijn voor de wijk. Een risico is immers dat partijen denken vanuit hun eigen belangen en daardoor ook de voorkeur geven aan een oplossing die het beste aansluit bij hun belangen. Een aandachtspunt is ook dat er vertegenwoordigers zijn van alle betrokkenen zodat alle belangen worden meegenomen.

5.3 **Wat moet er in mijn woning gebeuren?**

Een deel van de mensen zal zelf aan de slag gaan op een voor hen natuurlijk moment, bijvoorbeeld als een cv-ketel kapot gaat (7% per jaar), of als er een flinke verbouwing op de agenda staat. Veel mensen zullen echter ongunstig lang wachten. Milieugerelateerde kosten en opbrengsten die in de toekomst liggen worden structureel onderschat (Hardisty & Weber, 2009). Dit is het discounting-effect. De onderschatting van kosten gaat waarschijnlijk een budgettaire verrassing opleveren voor de woningeigenaar zodra de kosten naderen. Eigenaren zijn erbij gebaat geholpen te worden om op een voor de eigenaar zo voordelig mogelijk moment met de aanpassing van de woning te beginnen. Dit kan door positief gebruik te maken van de neiging van mensen om gevolgen in de toekomst minder waarde toe te kennen. Als we bijvoorbeeld eigenaren laten intekenen voor een afspraak over mogelijke aanpassingen van de woning in de toekomst, maken we gebruik van dit effect: Het is makkelijker om in te stemmen met een afspraak die pas over een aantal maanden plaats vindt, dan een afspraak op korte termijn. Dan moet er wel commitment worden gevraagd en gegeven zodat de afspraak ook gaat plaatsvinden (Shome et al, 2009).

5.3.1 *Draagvlak onder uitvoerders: ambassadeurs nodig*

Uit eerder aangehaald onderzoek van Motivaction (*Hoe kies je je eerste wijk? Presentatie ten behoeve van de training Wonen zonder aardgas*, april 2018) blijkt dat meer dan een derde (39%) van de ondervraagden de behoefte heeft aan onafhankelijk advies over aardgasvrij wonen. 30 procent verwacht informatie van de eigen gemeente omtrent aardgasvrij wonen (Het wordt echter niet duidelijk waarover mensen precies informatie verwachten; over wanneer het gas wordt afgesloten en/of bijvoorbeeld ook welke aanbieders kunnen helpen met een alternatief?), direct gevolgd door de energieleveranciers (29%). 14 procent ziet ook een rol voor de netbeheerders. In alle gevallen is het van belang dat eenduidige of niet-tegenstrijdige informatie wordt gegeven over alternatieven voor aardgas. Wie dit onafhankelijke advies moet aanbieden en hoe dit moet worden aangeboden, behoeft verder onderzoek. Het lijkt ideaal om hiervoor een nationaal databestand te ontwikkelen. Bewoners kunnen dan toegang krijgen tot deze informatie via een persoonlijke portal (zie paragraaf 5.3.6). Deze portal kan tevens verbonden worden met een monitor voor de gemeente (zie paragraaf 5.2.5)

Of bewoners voldoende hebben aan een online onafhankelijk advies, is de vraag. Uit onderzoek van Zaunbrecher et al (2018) blijkt dat mensen op zoek gaan naar adviseurs en dat zij deze selecteren op technische competentie en vertrouwen. Dit is de reden dat bewoners graag samenwerken met mensen die zij al (via via) kennen zoals hun loodgieter/installateur, aannemer, architect. Deze groep heeft een grote invloed op welke maatregelen bewoners kiezen.

Er zal dus aandacht moeten worden besteed aan hoe de huidige vakmensen denken over alternatieven voor aardgas. Bewoners worden geholpen als de informatie in het een nationaal databestand/kader overeen komt met de perspectieven van de vakmensen die zij raadplegen. Deze vakmensen moeten overtuigd zijn dat de alternatieven beter zijn dan de huidige oplossing. Wat hierbij gaat helpen is als alternatieven een aantrekkelijke business case opleveren, en als de alternatieven geen klachten maar tevreden klanten opleveren. De partij die de alternatieven installeert, wordt immers gevraagd oplossingen aan te dragen als er klachten ontstaan.

Nu blijkt dat installateurs nauwelijks adviseren over duurzame alternatieven voor de cv-ketel⁶⁴. Hoe komt dit? Hoe gaan we dit veranderen? Eén van de ideeën voor oplossingsrichtingen die de moeite waard lijkt om verder te onderzoeken, is het installateurs zelf laten ervaren wat het is om je woning te elektrificeren, via een warmtepomp te verwarmen, en/of aan te sluiten op een warmtenet of andere warmtebron. Hoe zou het zijn als uitvoerders in Nederland worden gestimuleerd hun woning als eerste aardgasvrij te maken? Zij kunnen zo niet alleen als ambassadeur gaan optreden, maar kunnen bovendien ook worden betrokken bij het verder (door)ontwikkelen van de producten tot volwassen goed functionerende aantrekkelijke alternatieven. Hiermee komen we bij het volgende belangrijke onderwerp: de ontwikkeling van goede aantrekkelijke producten die (naast dat ze andere voordelen bieden) een alternatief zijn voor onze aardgasaansluiting.

⁶⁴ <https://www.eigenhuis.nl/actueel/2018/07/02/06/50/veh-cv-installateurs-schieten-tekort-met-energieadviezen/>

5.3.2 *Alternatieve concepten met niet-energetische voordelen: aansluiten bij wat er leeft in de wijk en de woning*

Zoals beschreven in paragraaf 4.2.3.3 over persoonlijk voordeel, moet er gezocht worden naar voordelen die door bewoners als meer urgent beschouwd worden dan duurzaamheid en duurzame energie. Aanbieders kunnen hun aanbod aantrekkelijker maken door dit aanbod breder te maken dan alleen energie. Ze kunnen hierbij inspelen op zaken die huiseigenaren belangrijk vinden voor hun wijk en hun woning.

Het is belangrijk om inzicht te hebben in wat er leeft bij verschillende doelgroepen. Dé burger of dé bewoner bestaat immers niet (zie paragraaf 4.3 over doelgroepen). Burgers/bewoners hebben verschillende drijfveren, behoeften, belangen en ervaren verschillende barrières. Een belangrijk onderdeel van een wijkaanpak is daarom het ophalen van wat er in een wijk leeft. Aanbiedende partijen kunnen daarbij slim inspelen op burgers die snel aan de slag willen en er hun tijd in willen steken. Een dergelijke aanpak heeft consequenties voor de aanbiedende partijen. Wanneer verduurzaming wordt gecombineerd met andere thema's in een wijk (zoals leefbaarheid en veiligheid) betekent dit ook dat er samenwerking nodig is tussen de verschillende partijen (zoals gemeente, netbeheerder, woningcorporaties en wijkteams, maar ook winkeliers, sportverenigingen en andere spelers in de wijk). In Oldehove is een voorbeeld van een dergelijke samenwerking⁶⁵. (zie kader)

Samenwerking tussen partijen in Oldenhove

Hierin werken een adviseur van het Energieloket Groningen, een financieel adviseur en een supermarktondernemer samen om vijftien mensen uit Oldehove bewust te maken van de mogelijkheden die zij hebben om hun woning te verduurzamen. In dit initiatief wordt een energieadvies gecombineerd met een financieel advies om mensen zo te ontzorgen en het overzichtelijk te maken. Om dit initiatief onder de aandacht te brengen bij de doelgroep – de mensen die dit het hardste nodig hebben –, werd de samenwerking gezocht met een supermarkt. Daarbij werd er een actie bedacht. Er werd vanuit gegaan dat de maandelijkse besparing op de energierekening na verduurzaming al snel gelijk staat aan een week boodschappen (t.w.v. 75 euro). De supermarkt stelde een boodschappenpakket samen voor dat bedrag voor de 15 deelnemers.

Deze samenwerking moet al in een vroege fase tot stand komen bij het maken van de eerste plannen voor de wijk om tijdig aantrekkelijke oplossingen te ontwikkelen. Een aanknopingspunt daarvoor wordt geleverd door Anke van Hal, via 'de fusie van belangen' (Hal van, A. 2014). Hier wordt uitgegaan van een volgorde van perspectieven die effectief is in het bereiken van duurzaamheidsambities. De volgorde is: belangen van mensen worden eerst verzameld (People), dan wordt gekeken hoe dit samen gaat met toekomstige generaties (Planet). Als laatste wordt gekeken naar hoe dit gefinancierd kan worden (Profit). Door deze volgorde te hanteren, en te beginnen met wat verschillende partijen belangrijk vinden, ontstaat eigenaarschap over de gewenste oplossing van waaruit met meer creativiteit naar financieringsmogelijkheden gezocht kan worden.⁶⁶

⁶⁵ <http://destreekrant.nu/oldehove-attent-op-verduurzaming/>

⁶⁶ Zie pagina 50 en 51 van: https://www.nyenrode.nl/docs/default-source/pdf%27s/ah-de-fusie-van-belangen-2-0.pdf?sfvrsn=cc82c514_0

Ook op het niveau van woningen is verduurzaming meestal niet de meest geschikte manier om verduurzaming onder de aandacht te brengen. Ook hier is het de kunst in te spelen op thema's die huiseigenaren belangrijk vinden. Dit vereist inzicht in de verschillende behoeften en barrières van huiseigenaren. Voorbeelden daarvan zijn het verkrijgen van meer comfort in de woning, een gezonder binnenklimaat of een levensloopbestendige woning en besparing op de energierekening. Ook hier is de behoefte van de bewoner leidend. Op [Homemates.nl](http://www.homemates.nl) staan een aantal voorbeelden van combinaties van duurzaamheidsmaatregelen. In het kader hieronder wordt een voorbeeld weergegeven.

Bron: <http://www.homemates.nl/blog/de-kastenkwestie/>

Mooie combinaties van duurzaamheidsmaatregelen en dat wat mensen graag willen

Prof. Anke van Hal: *“De schoenenkast onder de verwarmingsketel in het portiek, bijvoorbeeld. Ik noem hem vaak omdat hij zo leuk is. Net als de vloerverwarming waardoor je geen radiatoren meer nodig hebt en dus meer ruimte in huis overhoudt, of de wandverwarming die je in de zomer ook voor koeling kunt gebruiken. De gezellige brede vensterbank als gevolg van buitengevelisolatie is er ook een. Maar ook het gebruik van leemstuc als wandafwerking om vocht en geurtjes op te vangen, de milieuvriendelijke muurverf met die heerlijke sinaasappelgeur... Iemand opperde ook de energiemodule van een Nul-op-de-Meter-woning te combineren met een afleverplek voor pakjes.”*

5.3.3 Kosten verlagen

Het is lastig om nu bewoners te verleiden als de investering niet rendabel is voor bewoners. Daarom wordt er door vooruitstrevende ontwikkelaars aandacht besteed aan hoe we de kostprijzen omlaag krijgen. Er wordt toegewerkt naar standaardoplossingen voor bepaalde type woningen waardoor de kosten voor de ontwerpfase en offertetraject met 10-15% verlaagd kunnen worden (TNO, webinar Huub Keizers 10-12-18). Een andere aanpak is 'component renovatie'. Een gebouw/woning wordt opgedeeld in componenten. Componenten maken het mogelijk om op overzichtelijke schaal met de industrie tot innovatie van het aanbod te komen⁶⁷. Een andere aanpak is pre-fabricage – het voorbereiden van gekoppelde producten in de fabriek – zodat montage op locatie snel, en eenvoudiger kan (met minder faalkosten) (zie ook paragraaf 3.4).

5.3.4 No regret: aansluiten op (toekomstige) wijkplannen

Er is een spanningsveld tussen de individuele aanpak en de wijkaanpak: eigenaar-bewoners willen graag op een eigen moment in actie komen, maar ook van schaalvoordelen profiteren van een een collectief (zie ook paragraaf 5.3.6). Collectief aan iets meedoen, zoals in een wijkaanpak, geeft ook een gevoel van zekerheid. Er zijn immers meerdere mensen die meedoen, hetgeen wordt ervaren als 'sociaal bewijs' voor de actie (Cialdini, 1993). Een deel van deze behoefte aan zekerheid heeft te maken met de wens om geen spijt te krijgen van genomen acties. Als veel mensen in de wijk meedoen, zal de oplossing wel aansluiten bij het alternatief voor aardgas dat in de wijk wordt aangeboden. Om dit soort sociale

⁶⁷

<https://www.bouwkennisblog.nl/de-toekomst-bestaat-uit-componenten/>

processen te ondersteunen, en 'groupthink' te voorkomen (de bias dat iedereen denkt dat een ander erover nagedacht heeft, waardoor fouten met grote gevolgen tot stand kunt komen), zou er een soort garantie-proces gemaakt kunnen worden leidend tot een "keurmerk" dat dit aanbod "voldoet aan plannen in uw wijk". Je zou partijen die aanbiedingen doen hiervoor verantwoordelijk kunnen maken. Dat is een vorm van ontzorgen. Eigenaar-bewoners hoeven dan alleen aanbieders te selecteren die een dergelijke garantie aanbieden.

5.3.5 Ontzorgen

De ambitie om wijk voor wijk naar aardgasvrij te gaan laat zien dat er duidelijk een focus is op collectieve trajecten. Maar iedere bewoner zal uiteindelijk zelf een eigen contract tekenen, zelf zijn financiering samenstellen en de periode van uitvoering thuis de benodigde aanwezigheid organiseren. Er ontstaan verschillende serviceverleners die zich richten op de begeleiding van deze individuele trajecten. We zien vooral intermediairs die deze rol ontwikkelen, naast enkele uitvoerders (installateurs) die deze rol pakken.

Onder de intermediairs zijn de vele energieloketten die in samenwerking met gemeenten zijn begonnen, of gaan beginnen, aan een doorontwikkeling naar wijkplannen voor aardgasvrij(-ready) wonen. Daarnaast zijn er intermediairs die initiatieven (door)ontwikkelen, zoals bijvoorbeeld de Reimarkt (winkelconcept waar je kant-en-klare combinaties van producten koopt), Energiepaleis en De Woonpas (intermediair die naast uitvoering ook financiering organiseert). Velen zijn nog in ontwikkeling en aan het testen welke varianten er mogelijk zijn en gewaardeerd worden door eigenaar-bewoners. Ook zie je een enkele installateur die een showroom ontwikkelt en zijn er isolatiespecialisten die proposities ontwikkelen met naast isolatie ook andere maatregelen. Al deze intermediairs zijn bezig met hoe zij bewoners kunnen ontzorgen. Er zijn verschillende varianten die zij ontwikkelen. Je hebt de zogeheten One-Stop-Shops: partiele versus volledige one-stop shop, en ESCo (Energy Service Company) varianten. Een ESCo variant is het meest verregaand wat betreft ontzorging. Door meerdere dezelfde type woningen onder te brengen in een energiedienstenbedrijf of ESCo (energy service company) worden eigenaren ontzorgd, kwaliteit gegarandeerd (via een prestatiecontract) en investeringen gefinancierd uit energiebesparing in de woning. De verbouwing, exploitatie en beheer worden geheel in handen gegeven aan de ESCo. Momenteel wordt geëxperimenteerd met ESCo constructies voor individuele woningeigenaren⁶⁸.

Voor het op gang brengen van gewilde ontzorgende concepten hebben aanbieders goede business-cases nodig. Goede business-cases sluiten aan bij wensen van de klant voor een totaaloplossing waarin de woningeigenaar ontzorgd wordt.

Voorbeelden van contractsoorten die genoemd worden zijn: 'pay per service', onderhoudscontracten, prestatiecontracten, leasecontracten (Jan van der Doelen, senior sectormanager Bouw en Vastgoed bij ING, en Maurice van Sante, senior econoom van ING Economisch bureau).⁶⁹

Veel (traditionele) aanbieders zijn nu nog niet mee bezig met het maken van (nieuwe) dergelijke business cases. Het lijkt toch meer iets te zijn voor een enkele

⁶⁸ <https://www.hieropgewekt.nl/kennisdossiers/escos-als-verdienmodel-voor-gehele-samenleving>

⁶⁹ <https://trendfiles.otib.nl/artikelen/ondernemerschap/kansen-en-innovatiekracht/>

koploper en intermediaire organisaties die deze markt betreden. Er zijn wel aanbieders bewust gemaakt van deze noodzaak, bijvoorbeeld via de musical 'nieuwe vrienden' die vele installateurs hebben gezien. Voor vervolgstappen is lef en handelingsperspectief nodig⁷⁰. Het helpen bij het maken van nieuwe business-cases kan zomaar een positief effect hebben op het ervaren van handelingsperspectief door aanbieders.

5.3.6 *Mijn huis portal: alles overzichtelijk bij elkaar*

Zodra helder is wat de exacte datum is dat het gas uit de wijk verdwijnt en wat de alternatieven zijn, willen bewoners weten wat er in hun woning moet gebeuren (zie ook paragraaf 4.4).

Het aardgasvrij maken van een woning vergt een aantal stappen (zie hoofdstuk 4). Tijdens deze stappen worden bewoners ondersteund met een "Mijn huis portal". Deze portal biedt bewoners inzicht en overzicht tijdens alle stappen. Bewoners vinden hierin de datum waarop het aardgas uit hun wijk verdwijnt. Ook kunnen ze lezen wat het alternatief is in hun wijk. Daarnaast vinden bewoners informatie specifiek voor hun woning. Welke oplossingen van welke aanbieders zijn er beschikbaar voor hun woning. Uitgangspunt daarbij is dat de aangegeven oplossingen voldoen aan de oplossing die de gemeente voor de wijk heeft gekozen. Deze oplossingen kunnen zijn voorzien van een keurmerk om bewoners duidelijkheid te geven.

Verschillende partijen kunnen deze portal bieden. Belangrijk daarbij is dat bewoners vertrouwen hebben in de partij die de portal aanbiedt en dat de portal objectieve en betrouwbare informatie biedt die aansluit bij context van de bewoner. De portal kan een bewoner inzicht geven welke andere woningen, dan wel welke andere woningeigenaren in dezelfde stap van de bewonersreis zitten en contact met hen faciliteren. Zo kunnen bewoners gezamenlijk acties laten uitvoeren en zo gebruik maken van schaalvoordelen. Een aantal voorbeelden hiervan zijn:

- Gezamenlijk inkopen van isolatie en alternatieve warmtevoorzieningen, alsmede een seriematige (op elkaar aansluitende) collectieve uitvoering;
- Gezamenlijke ondersteuning aanvragen bij een offertetraject.

Dit biedt marktpartijen tevens de kans om te innoveren en kostprijsverlagingen door te voeren.

5.3.7 *Cultuuromslag; focus op de bewoner en samenwerking met andere partijen*

De in voorgaande paragrafen geschetste veranderingen vereisen een voortdurende focus op de bewoner en de bereidheid om nieuwe samenwerkingen aan te gaan. Onderzoek (OTIB, 2017) laat zien dat de noodzakelijke ontwikkelingen door de installatiebranche inderdaad liggen op het gebied van samenwerken (Connect 2025, 2018). Door toenemende complexiteit en digitalisering is samenwerking nodig omdat het onder meer onmogelijk is om alle kennis (gezien de snelle ontwikkelingen) zelf in huis te hebben. Als producten ook niet-energetische voordelen bezitten, is in het uitvoeringsproces samenwerking met andere

⁷⁰

<http://www.plezant.nl/wp-content/uploads/2015/04/Lees-meer-over-Nieuwe-Vrienden-in-dit-artikel.pdf>

expertises nodig. De grenzen tussen branches en sectoren moeten worden doorbroken en men wil meer gaan samenwerken over 'silo's' heen.⁷¹

De installatiebranche noemt zelf ook een nodige focus op innovatie, investeren in medewerkers, eigenaarschap en digitalisering⁷². "Komende jaren kenmerken zich door (grote) tekorten aan personeel. 'Hoger opgeleid', 'meer technische kennis', 'meer gevoel voor de klant', 'meer sociale vaardigheden', 'differentiatie van functies', 'verbinden van specialismen'... . Om als branche aantrekkelijker te zijn voor (nieuwe) medewerkers, is op weg naar 2025 een omwenteling in personeelsbeleid nodig. Niet alleen hogere salarisniveaus, maar ook secundaire arbeidsvoorwaarden (deeltijd, eigen werkzaamheden zelf plannen) en het imago van de branche spelen een steeds grotere rol."

Een van de innovaties die nu gaande is, is de ontwikkeling van een productaanpak. In de productaanpak zit de kans om een forse stap te zetten in de effectiviteit en efficiëntie van renovatie-uitvoeringen. Door de administratie te beperken en te werken met geïntegreerde productteams kan bovendien het werk voor medewerkers interessanter en uitdagender worden. Dit draagt positief bij aan een markt die zich kenmerkt door personeelsschaarste.

5.4 Pakketten op maat

Om te illustreren hoe een aanbod er op basis van de inzichten van hoofdstuk 4 en 5 uit zou kunnen zien, wordt een interventie geschetst: "pakketten op maat".

Gemeenten moeten helderheid geven over de toekomstige infrastructuur in de wijk en in welk jaar die de huidige gasinfrastructuur vervangt. De pakketten richten zich op de besluitvorming door bewoners op woningniveau. Ze bieden informatie en bevatten concepten om de bewoner te ontzorgen. De informatie en concepten waar behoefte aan is, zijn afhankelijk van de voorkeuren en mogelijkheden van bewoners. Deze paragraaf beschrijft verschillende 'pakketten' voor verschillende bewoners:

- Basispakket 'Aardgasvrije woning'
- Pakket 'Aardgasvrij, help me daarbij'
- Pakket 'Aardgasvrij, niets voor mij'
- Pakket 'Aardgasvrij alles op een rij' (alternatieve naam: pakket 'aardgasvrij maakt me blij').

Om deze pakketten te realiseren dienen er adviseurs geworven en opgeleid te worden die bewoners van een wijk kunnen ondersteunen. Deze adviseurs vormen een netwerk zodat ze eenvoudig kennis met elkaar kunnen delen en ervaringen kunnen uitwisselen. Ook dient bijgehouden te worden welke bewoners al een aardgasvrij huis hebben en dit ook willen openstellen voor andere bewoners. Ook moet er heldere informatie zijn over beschikbare financieringsconstructies voor bewoners.

Basispakket 'aardgasvrije woning'

Een 'basispakket' aardgasvrije kan de volgende onderdelen bevatten:

- Informatie over waarom deze woningen(en) zijn geselecteerd

⁷¹ <https://www.connect2025.nl/actielijnen/samenwerken-binnen-buiten>

- Een kaart met de toekomstige aardgasvrije woningen in de buurt
- Boekje "Aardgasvrij wonen"; dit boekje bevat toegankelijke informatie over wat aardgasvrij wonen inhoudt (aardgasvrij koken, douchen en verwarmen) en waarom aardgas niet meer voldoet.
- Uitnodiging voor een buurtbijeenkomst voor toekomstige aardgasvrije bewoners. Bij de buurtbijeenkomst zijn vertegenwoordigers van onder meer de gemeente, netbeheerder en bouwer. Zij kunnen vragen van bewoners beantwoorden en hen geruststellen. Ook worden tijdens deze bijeenkomst een aantal adviseurs geïntroduceerd. De adviseurs zijn het eerste aanspreekpunt voor bewoners. Zij kunnen bewoners gericht verwijzen naar onder meer installateurs. Ook komt een bewoner aan het woord die al ervaring heeft met aardgasvrij wonen.
- Kortingsbonnen voor de aanschaf van inductiepannen
- Een brief met een afspraak voor een eerste gesprek met een adviseur. Deze adviseur begeleidt de bewoner naar een aardgasvrije woning. Afhankelijk van het gesprek zijn er meerdere vervolgstappen mogelijk. De bewoner kan veel laten regelen door partijen, of juist zelf betrokken blijven.

Pakket 'Aardgasvrij, help me daarbij'

Dit pakket richt zich op bewoners die veel uit handen willen geven zodat de overgang naar aardgasvrij hen zo weinig mogelijk gedoe oplevert. Dit pakket kan de volgende onderdelen bevatten:

- Informatiekaart: de bewoner levert informatie aan zijn adviseur over onder meer het inkomen, gezinssamenstelling en de gegevens van de woning.
- Scan van het huis: de adviseur of een expert inventariseert wat er dient te gebeuren in de woning. De adviseur of expert maakt hierbij gebruik van de door de bewoner aangeleverde informatie.
- Overzicht van oplossingen: de adviseur of expert geeft aan welke oplossingen er mogelijk zijn, met bijbehorende kostenindicaties en tijdslijnen. Deze oplossingen beschikken over het keurmerk dat ze voldoen aan het door de gemeente gemaakte wijkplan. Afhankelijk van de situatie kan de bewoner daarbij kiezen uit een 'light' variant waarin alleen het meest noodzakelijk wordt aangepast, een zeer duurzaam scenario en een tussenvariant.
- Adviesgesprek: de adviseur voert een gesprek met de bewoner over de mogelijkheden.
- Actieplan: de bewoner maakt een keuze uit de mogelijke oplossingen. De adviseur werkt dit uit in een actieplan. Dit plan wordt ter goedkeuring voorgelegd aan de bewoner. Vervolgens start de renovatie op basis van het actieplan. In overleg met de bewoner kunnen aanvullende terugkoppelingsmomenten worden vastgesteld.

Pakket 'Aardgasvrij, niets voor mij'

Dit is een pakket voor bewoners die een aardgasvrije woning niet zien zitten. De zorgen, klachten en vragen van bewoners die geen aardgasvrije woning willen worden geïnterviewd. Een pakket gericht op deze bewoners kan de volgende onderdelen bevatten:

- Informatie over wijkgenoten: er wordt benadrukt dat de bewoner niet de enige is, meer wijkgenoten gaan over op aardgasvrij wonen.
- Op bezoek in een aardgasvrije woning: er wordt een ontmoeting geregeld met bewoners die al in een aardgasvrij huis wonen, bij voorkeur is dit een vergelijkbare woning, in de buurt.

- Ervaart het zelf: bewoners krijgen de mogelijkheid aangeboden om zelf te ervaren wat aardgasvrij koken, verwarmen en douchen is.
- Gesprek: de adviseur voert een gesprek met de bewoner om helder te maken welke keuzes (oplossing, financieringsconstructie en tijdspad) de bewoner heeft. De adviseur geeft duidelijke uitleg (bijvoorbeeld met behulp van een filmpje) over de stappen die genomen worden tot aan de start van de renovatie en hoe de renovatie eruit zal gaan zien.

Pakket 'Aardgasvrij alles op een rij'

Een alternatieve naam voor dit pakket is 'Aardgasvrij maakt me blij'. Dit pakket is gericht op bewoners die enthousiast zijn over aardgasvrij en/of veel inspraak en informatie willen hebben. Een pakket gericht op deze bewoners kan de volgende onderdelen bevatten:

- Boekje "Aardgasvrij wonen - achtergrond en uitgebreide informatie": dit boekje bevat diepgaande informatie over aardgasvrij wonen. Onderwerpen zijn bijvoorbeeld: Wat zijn de mogelijk oplossingen voor aardgasvrij? Wat zijn de verschillen? Hoe werken deze opties technisch? Welke ervaring is hiermee al opgedaan? Wat zijn de terugverdientijden van deze verschillende opties? Welke financieringsvormen zijn mogelijk?
- Adviesgesprek met adviseur: de bewoner kan specifieke vragen stellen aan de adviseur. Dit kunnen onder meer vragen zijn over ervaringen in de buurt. Bijvoorbeeld: welke bewoners in de buurt hebben al een aardgasvrij huis en wat zijn de ervaringen? Hoe lang heeft de verbouwing geduurd? Wat waren de kosten? En wat zijn de ervaringen van de bewoners? Welke werkzaamheden hebben ze zelf gedaan? De adviseur beantwoordt zoveel mogelijk vragen direct en inventariseert de vragen waar hij op terug zal komen.
- Aanvullende informatie op maat: de adviseur koppelt de antwoorden terug op de vragen die hij niet tijdens het adviesgesprek kon beantwoorden.

6 Conclusies en aanbevelingen: Wie, moet wat, wanneer en hoe doen om aardgasvrij te worden in 2050?

6.1 Conclusies

In dit rapport hebben wij een overzicht gegeven van wat nodig is voor een aardgasvrije woningvoorraad in 2050. Op basis van literatuuronderzoek, interviews met belanghebbenden en eigen analyses komen wij tot de volgende conclusies:

1. **Er is te veel onduidelijkheid bij alle betrokkenen over wie wat moet doen om alle woningen aardgasvrij te maken voor 2050.**

Zowel voor de particuliere woningeigenaren als professionele verhuurders, gemeenten, netbeheerders en andere betrokkenen geldt dat ze niet goed weten wat het aardgasvrij maken van de woningvoorraad voor hen betekent. Er is onduidelijkheid over de technische invulling van aardgasvrij, over de kosten, maar ook over wie welke rol heeft.

Deze onduidelijkheid is gedeeltelijk het gevolg van de vele verschillende manieren waarop de gebouwde omgeving aardgasvrij gemaakt kan worden. Er zijn partijen die pleiten voor gebruik van hernieuwbare gassen in het bestaande gasnet, anderen pleiten voor all-electric opties of voor grootschalige toepassing van warmtenetten. Ook is er discussie over de mate van isolatie die nodig is. Daarnaast is het de vraag wie wat moet betalen en in hoeverre er sprake is van keuzevrijheid. Het ontbreekt aan heldere kaders en randvoorwaarden en wet- en regelgeving waarbinnen gemeenten en marktpartijen kunnen werken aan een goed en aantrekkelijk aanbod voor woningeigenaren. Het ontbreken van dit aanbod zorgt er vervolgens voor dat het ook voor woningeigenaren onduidelijk is wat de transitie naar aardgasvrij voor hen betekent. In paragraaf 6.2 geven we duidelijkheid over wie, wat wanneer en hoe moet doen om in 2050 een aardgasvrije woningvoorraad te hebben.

2. **Een aardgasvrij concept kan alleen goed beoordeeld worden als integraal gekeken wordt naar zowel het aanbod van hernieuwbare energie als de noodzakelijke aanpassingen aan de infrastructuur, de aanpassingen van installaties in de woning als naar warmtevraagbeperking.**

Er circuleren veel concepten voor aardgasvrij. Vaak zijn deze concepten moeilijk onderling te vergelijken, omdat niet alle elementen voor aardgasvrij worden meegenomen. Zo wordt bij groen gas opties vaak alleen gekeken naar het aanbod van hernieuwbare energie en het aanpassen van de verwarmingsinstallatie en niet naar isolatie en infrastructuur. Bij warmtenetten is er vooral aandacht voor de infrastructuur en minder voor het aanbod van energie en isolatie. Bij all-electric opties wordt met name gekeken naar isolatie en installaties in de woning en minder naar het aanbod van hernieuwbare elektriciteit en infrastructuur. Doordat vaak niet alle aspecten van aardgasvrij worden meegewogen, bestaat het risico dat belangrijke onkosten of andere neveneffecten buiten beeld blijven en niet meegenomen worden in de afweging tussen concepten. Zo kan het bijvoorbeeld nodig zijn om te investeren in isolatie om de aanspraak op hernieuwbare energie in de Nederlandse woningvoorraad zoveel mogelijk te beperken, waardoor meer beschikbaar blijft

voor andere sectoren. Wanneer de kosten en het beschikbaar maken van hernieuwbare energie niet wordt meegewogen, worden er suboptimale keuzes gemaakt.

3. Er is bij aanbieders behoefte aan onafhankelijke kennis om onderbouwde beslissingen te kunnen nemen.

Betrokkenen geven aan dat er veel verschillende en “gekleurde” informatie is. Dit maakt het lastig om goede onderbouwde afwegingen te maken. Er is behoefte aan objectieve cijfers en kennis om gemeenten en andere partijen te ondersteunen bij bijvoorbeeld afwegingen rond de wijkaanpak.

4. Het is nationaal gezien nu nog niet kosteneffectief om woningen aardgasvrij te maken.

Uit onze analyse van de kosten kan worden geconcludeerd dat de jaarlijkse nationale kosten voor isolatie en energie-installaties hoger zijn dan de jaarlijkse besparingen op energie. Afhankelijk van de gekozen optie liggen de netto nationale kosten tussen de 2400 en 3900 euro per jaar per woning. Een daling van de investeringskosten is nodig om de kosten binnen de levensduur terug te verdienen. De nationale kosten van het aardgasvrij maken van woningen kunnen verlaagd worden door innovatie.

5. De betaalbaarheid van aardgasvrije renovaties voor woningeigenaren wordt voor een groot deel bepaald door de tariefregulering van de overheid.

Wie de kosten draagt en of die kosten betaalbaar zijn voor woningeigenaren is voor een groot deel afhankelijk van de tarieven die in rekening gebracht worden voor energie, maar ook de huurprijzen, zijn gereguleerd door de overheid. Deze tarieven zijn bepalend bij wie wat moet betalen. De overheid kan dus voor een belangrijk deel bepalen welke doelgroepen welk deel van de kosten moeten betalen. Bij de huidige tariefstelling is het voor de gemiddelde woningeigenaar nog niet kosteneffectief om een woning aardgasvrij te maken. Naast kostendaling door innovatie, financieringsconstructies en subsidie, kunnen en aanpassingen in de tariefregulering de betaalbaarheid verbeteren.

6. Gedrag van bewoners en woningeigenaren moet meer centraal staan bij de aanpak om te komen tot een aardgasvrije woningvoorraad.

Hoewel een aardgasvrije woningvoorraad ook vraagt om acties buiten de woning, spelen woningeigenaren een centrale rol bij deze transitie. Het is belangrijk om bij de ontwikkeling van beleid rekening te houden met de woningeigenaren en hun gedrag. Beleid en beleidsinstrumenten moeten zich richten op drie hoofdelementen van gedrag:

- **Aandacht:**

Op dit moment voelen sommige woningeigenaren enige urgentie, maar geen concrete aanleiding om aardgasvrij te worden. Waar mogelijk moet aansluiting gezocht worden bij momenten waarop mensen bezig zijn met overwegen van aardgasvrije alternatieven (zoals bij de aanschaf van een nieuwe cv-ketel). Daarnaast moet er een aanleiding gecreëerd worden, door aandacht te vragen voor aardgasvrij en een behoefte te creëren aan producten en diensten voor aardgasvrij, zodat woningeigenaren de aanschaf van aardgasvrije alternatieven overwegen.

- **Mogelijkheid:**
De alternatieven voor aardgas moeten praktisch haalbaar en betaalbaar zijn. Ook moeten woningeigenaren voldoende kennis hebben om met vertrouwen hun woningen te kunnen verbeteren. Door one-stop-shop concepten kunnen aanbieders woningeigenaren ontzorgen.
- **Intentie:**
Aardgasvrije alternatieven moeten aantrekkelijker worden gemaakt dan alternatieven met aardgas. Dit heeft deels te maken met kosten en baten maar ook status, sociale vergelijking en niet financiële voordelen zoals comfort kunnen hierbij een rol spelen.

7. Het is van belang om aardgasvrije aanpakken af te stemmen op kenmerken van specifieke doelgroepen.

Niet alleen huishoudkarakteristieken zoals inkomen en woningtypen zijn van belang, maar ook verschillen in attitude richting aardgasvrij vragen om diversificatie van de aanpak.

8. Bewoners hebben behoefte aan informatie op maat voor hun situatie.

Bewoners hebben behoefte aan duidelijkheid. Zij willen voor hun eigen situatie bijvoorbeeld weten:

- Wanneer kan ik geen aardgas meer krijgen, en wat komt er voor in de plaats?
- Wat moet ik daarvoor aanpassen in mijn woning?
- Hoe zit het met koken en met verwarming?
- Hoeveel moet ik gaan betalen?

9. Er moeten aantrekkelijke aardgasvrije concepten worden ontwikkeld.

Veel bewoners hebben behoefte aan betaalbare en begrijpelijke totaaloplossingen waarbij alles in één keer wordt aangepast of waarbij een meerjarenplanning wordt gemaakt. Deze zogeheten integrale concepten zijn als het ware all-inclusive aanbiedingen die het hele proces omvatten, vanaf het eerste plan tot en met het gebruik. Alles zit erin: veranderingen aan de woning, de aanschaf en plaatsing van installaties, inclusief aanpassingen aan de meterkast en een nieuwe thermostaat, de garantietermijnen en de verwachte energiekosten. Zo zien consumenten in één keer waar ze aan toe zijn.

10. De transitie naar aardgasvrij moet aansluiting vinden bij andere onderwerpen die spelen in wijken en bij bewoners.

Aanbieders kunnen hun aanbod aantrekkelijker maken door dit aanbod breder te maken dan alleen energie. Ze kunnen hierbij inspelen op zaken die huiseigenaren belangrijk vinden voor hun wijk en hun woning.

11. Er is een cultuuromslag nodig bij aanbieders met meer focus op de bewoner en op samenwerking met andere partijen.

De noodzakelijke veranderingen om aardgasvrij te worden, vereisen een voortdurende focus op de bewoner en de bereidheid om nieuwe samenwerkingen aan te gaan. Door toenemende complexiteit en digitalisering is samenwerking nodig omdat het onmogelijk is – gezien de snelle ontwikkelingen – om alle kennis zelf in huis te hebben. Als producten ook niet-energetische voordelen bezitten, is in het uitvoeringsproces samenwerking met andere expertises nodig. De grenzen tussen branches en sectoren moeten worden doorbroken.

12. De komende paar jaar moeten vooral gericht zijn op het leren.

In veel wijken gaan gemeenten aan de slag. Niet alles zal in één keer goed gaan. Het is van groot belang om geleerde lessen vast te leggen en te delen om te zorgen dat van deze fouten geleerd wordt, zodat in andere wijken en woningen niet dezelfde fout opnieuw gemaakt wordt. Deze lessen zullen op allerlei domeinen plaatsvinden: sociaal, financieel en techniek.

Er moet daarom zo snel mogelijk een structuur worden opgezet waarin lessen in de praktijk kunnen worden geleerd en waarin deze lessen gericht overgedragen kunnen worden aan “vergelijkbare” anderen; gemeenten die te maken hebben met een vergelijkbare context en vraagstukken. Naast dit kennis- en leerprogramma is er ook een monitor nodig om de voortgang van de energietransitie te kunnen bewaken; wat is de status van de transitie naar aardgasvrij voor de Nederlandse wijken. De monitor biedt ook interessante informatie voor aanbieders en aanbesteders. Zij kunnen zien in welke wijken al stappen zijn gezet en welke wijken vervolgens aan de beurt zijn.

6.2 Wie, moet wat, wanneer doen om aardgasvrij te worden in 2050?

De Nederlandse woningvoorraad moet in 2050 aardgasvrij zijn. De complexiteit van deze uitdaging is uiteraard niet in één rapport te vatten. Wel hebben wij in dit rapport getracht een globaal overzicht te geven van de verschillende aspecten die een rol moeten spelen bij deze transitie. In deze paragraaf geven we een overzicht van de eerste belangrijke acties die uitgevoerd moeten worden. Om dit concreet te maken, geven we voor elk van die acties antwoord op de vraag: “Wie moet wat, wanneer doen om in 2050 in Nederland een aardgasvrije woningvoorraad te hebben?” In Tabel 19 zijn de acties samengevat. Onder de tabel worden de acties in detail beschreven

Tabel 19 Wie, moet wat, wanneer en hoe doen om in 2050 een aardgasvrije woningvoorraad te hebben

Wie	Wat	Wanneer
Rijksoverheid samen met kennisinstellingen en alle aanbieders	Opzetten leer- en samenwerkingsprogramma	2019
Rijksoverheid	Helderheid geven over het ambitieniveau en de randvoorwaarden waarbinnen Nederland aardgasvrij moet worden.	voor 2021
Rijksoverheid	Kaders stellen over de mate van keuzevrijheid voor woningeigenaren	voor 2021
Rijksoverheid	Kaders stellen over de verdeling van kosten	voor 2021
Rijksoverheid	Regelgeving aanpassen, zodat gemeenten, netwerkbedrijven en anderen de juiste bevoegdheden hebben om wijken en woningen aardgasvrij te maken.	voor 2021
Gemeenten met hulp van netbeheerders	Helderheid verschaffen aan woningeigenaren over hun wijkaanpak	voor 2022
	<ul style="list-style-type: none"> Dataverzameling over wijkenmerken 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Zoeken naar synergie met niet energetische wijkontwikkelingen 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Helderheid verschaffen aan woningeigenaar over volgorde van wijken 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Helderheid verschaffen aan woningeigenaren over toekomstige infrastructuur in wijk 	
De Rijksoverheid en gemeenten	Helderheid verschaffen aan woningeigenaren over de gevolgen die de wijkaanpak heeft voor hun woningen.	bij het bekendmaken van de wijkaanpak
	<ul style="list-style-type: none"> • Norm/ randvoorwaarden voor isolatiegraad woningen bepalen 	
Marktpartijen in samenwerking met kennisinstellingen en de rijksoverheid	Zorgen voor een betere betaalbaarheid van aardgasvrije concepten	in de komende vijf jaar
	<ul style="list-style-type: none"> • Kostendaling 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Aanpassen van de tarieven van aardgas bijvoorbeeld door de energiebelasting aan te passen 	
	<ul style="list-style-type: none"> • De financiering over langere periode uitsmeren 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Subsidie 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Een combinatie maken met andere rendabele investeringen 	
Kennisinstellingen/ Marktpartijen	aardgasvrije totaalconcepten ontwikkelen	in de komende vijf jaar
	<ul style="list-style-type: none"> • Financieringsconstructies 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Technische innovatie 	
	<ul style="list-style-type: none"> • One-stop-shop concepten 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Innovatie 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Aanpassen tarifiering 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Lang lopende leningen 	
Betrouwbare partij	Mijn huis portal creëren	voor 2021
Marktpartijen	Aardgasvrij concepten opschalen	in de komende vijf jaar
	<ul style="list-style-type: none"> • Capaciteit renovatiemarkt vergroten 	

6.2.1 *De Rijksoverheid moet samen met gemeenten, kennisinstellingen, adviseurs en marktpartijen in 2019 starten met een leer- en samenwerkingsprogramma.* Het aardgasvrij maken van meer dan 7 miljoen woningen is een grote uitdaging. In de beginfase zullen zaken fout gaan; in de techniek, maar ook in de wijze waarop woningeigenaren worden meegenomen in het proces en in de samenwerking tussen aanbiedende partijen. Dergelijke fouten zijn onvermijdelijk en moeten worden ingecalculeerd. Wel is het van groot belang dat van deze fouten geleerd wordt, zodat in andere wijken en woningen niet dezelfde fout opnieuw gemaakt wordt. Er moet zo snel mogelijk een structuur worden opgezet waarin lessen in de praktijk kunnen worden geleerd en waarin deze lessen gericht overgedragen kunnen worden aan “vergelijkbare” anderen; gemeenten die te maken hebben met

een vergelijkbare context en vraagstukken. Dit is niet eenvoudig, omdat elke gemeente werkt met andere ambtenaren en adviseurs. Het is niet gebruikelijk dat zij hun kennis delen met andere gemeenten of met andere adviseurs, vaak concurrenten. Dat maakt dat een landelijk coördinatie nodig is voor deze overdracht van kennis. De rijksoverheid, gemeenten en kennisinstellingen moeten op korte termijn deze structuur uitwerken en opzetten. Om de voortgang van de energietransitie te kunnen bewaken en geleerde lessen te borgen moet een goede monitoringsystematiek onderdeel zijn van deze structuur.

6.2.2 *De Rijksoverheid moet in deze kabinetsperiode helderheid geven over het ambitieniveau en de randvoorwaarden waarbinnen Nederland aardgasvrij moet worden.*

Helderheid over het ambitieniveau en de randvoorwaarden waarbinnen Nederland aardgasvrij moet worden is noodzakelijk, omdat onduidelijkheid voor woningeigenaren leidt tot onzekerheid en weerstand. Ook gemeenten, woningcorporaties, netbeheerders en marktpartijen durven geen vergaande stappen te zetten voordat helder is hoe het lange termijn beleid van de Rijksoverheid er uit ziet. Als het lange termijn doel helder is, kunnen deze partijen gaan werken aan het uitwerken van concrete plannen en aan de noodzakelijke innovaties en productontwikkeling.

Om deze helderheid te geven moet de Rijksoverheid twee strategische keuzes maken om op die manier randvoorwaarden te kunnen stellen aan wijk- en woningaanpak:

1. *Hoeveel vraagreductie is nodig bij de verduurzaming van haar woningvoorraad?*

De acties en inspanningen van alle betrokken partijen hangen af van een aantal strategische keuzes. Is het voldoende wanneer alleen de energiedrager aardgas wordt vervangen door alternatieve gassoorten (groen gas of waterstof) en er geen aanpassingen zoals isolatie aan woningen wordt uitgevoerd? Voor dit ambitieniveau is veel hernieuwbaar gas nodig, wat vooral grote investeringen en inspanning aan de energieproductiekant vraagt, maar veel minder vraagt van woningeigenaren. Of is het nodig dat de hele woningvoorraad vergaand gerenoveerd wordt. In dat geval wordt de energievraag sterk beperkt en kan de gebouwde omgeving zelfs een netto leverancier worden van hernieuwbare energie. Bij zo'n keuze komen de investeringen vooral bij woning- en gebouweigenaren terecht en juist minder bij bijvoorbeeld producenten van groen gas. Deze uitersten laten zien dat er strategische keuzes zijn die bepalen welke activiteiten moeten plaatsvinden.

2. *Hoeveel en welke hernieuwbare energie is in de toekomst beschikbaar voor Nederlandse woningen?*

Hoewel innovatie het aanbod van hernieuwbare energie kan vergroten, is het potentieel om hernieuwbare energie op te wekken in Nederland zelf begrensd. Om tegelijkertijd een emissiereductie van 95% te realiseren in 2050 en de noodzaak van import van hernieuwbare energie beperkt te houden, is het noodzakelijk om de vraag naar energie in Nederland te verlagen. In woningen kan de energievraag vooral beperkt worden door isolatie. Vergaande isolatie kan in bestaande woningen ingrijpend en kostbaar zijn. Of en in welke mate isolatie van woningen noodzakelijk is, hangt af van de hoeveelheid hernieuwbare energie die Nederland wil importeren en het gebruik hiervan in andere sectoren dan de gebouwde omgeving. Het is aan de Rijksoverheid om hier een onderbouwde visie over te ontwikkelen. Met name groen gas en hernieuwbare elektriciteit kunnen en moeten wellicht ook in andere sectoren worden ingezet, zoals in de industrie en voor transport. Hernieuwbare warmte

bronnen, zoals ondiepe geothermie en zonthermie, zijn juist in die genoemde sectoren moeilijker toe te passen. De hoeveelheid en verhouding van beschikbare hernieuwbare gassen, elektriciteit en warmte hebben ook gevolgen voor de aan te leggen infrastructuur.

6.2.3 *De Rijksoverheid moet in deze kabinetsperiode kaders stellen over de mate van keuzevrijheid voor woningeigenaren.*

Het aardgasvrij maken van de woningvoorraad heeft grote consequenties voor individuele woningeigenaren en bewoners. Er is een spanningsveld tussen aan de ene kant het grote maatschappelijke belang en aan de andere kant de gevolgen voor individuen. Voor het draagvlak is het beter als bewoners vrijheid hebben om die invulling van alternatieven voor aardgasvrij te kiezen die het beste bij hun situatie past. Bovendien zorgt keuzevrijheid voor een noodzaak bij aanbieders om betere en goedkopere concepten te ontwikkelen. Er moet onderscheid gemaakt worden tussen keuzevrijheid bij het kiezen van de infrastructuur en keuzevrijheid bij de aanpassingen aan de woningen. Volledige keuzevrijheid bij het kiezen van de infrastructuur leidt tot extra kosten, want dan kan het zijn dat, in het geval er gekozen wordt voor het aanleggen van een warmtenet, er ook nog een gasnet in stand gehouden moet worden omdat enkele bewoners hier de voorkeur aan geven.

Door de aansluitplicht op aardgas bestaat er nu veel keuzevrijheid bij eigenaar-bewoners. Zowel gemeenten als bewoners moeten duidelijkheid hebben op welke aspecten er wél keuzevrijheid voor individuele woningeigenaren blijft en op welke aspecten er minder of geen keuzevrijheid komt. De Rijksoverheid moet kaders stellen over keuzevrijheid die woningeigenaren krijgen bij de keuze voor infrastructuur in de wijk. Het Rijk moet bepalen:

- Kan een woningeigenaar gedwongen afgesloten worden van het gasnet?
- Kan een woningeigenaar gedwongen worden aangesloten op een warmtenet?
- Heeft een woningeigenaar de vrijheid om af te wijken van een door de gemeente gekozen wijkaanpak?

Wat betreft het aanpassen van de woning zelf geldt vooral deze vraag:

- Kan een woningeigenaar verplicht worden zijn woning aan te passen, bijvoorbeeld te isoleren naar een bepaald minimumniveau?

Daar waar geen keuzevrijheid is, moet wel nagedacht worden over inspraak en participatiemogelijkheden. Daar waar wel keuzevrijheid gegeven wordt, moeten waarborgen worden ingebouwd om het maatschappelijk einddoel te bereiken.

6.2.4 *De Rijksoverheid moet in deze kabinetsperiode kaders stellen over de verdeling van kosten.*

In eerste instantie zal een overgang naar een aardgasvrije woning gepaard gaan met hoge investeringen. In veel gevallen zal die investering zichzelf niet terugverdienen. Dat betekent dat de transitie naar aardgasvrij maatschappelijke kosten met zich mee gaat brengen. Wie, welk deel van deze kosten moet betalen hangt sterk af van keuzes die de Rijksoverheid maakt. De keuzes die zij maakt rond onder meer wettelijke tarifiering van energiebelasting, regulering van warmtepreizen, het doorberekenen van netwerkkosten, het doorberekenen van investeringen in huurprijzen, bepalen wie uiteindelijk welke rekening gaat betalen. Ook kan de overheid ondersteunen door langlopende leningen met lage rentes mogelijk te maken en/of door subsidiering. Kortom het is een politieke keuze wie welke

rekening moet betalen. Bij het maken van deze politieke keuze is het eerst van belang om heldere uitgangspunten te bepalen wie onder welke voorwaarden welke kosten moet dragen en vooral ook welke groepen niet geconfronteerd mogen worden met kosten die zij niet kunnen dragen. Juist de onduidelijkheid over mogelijke kosten in de toekomst heeft een negatieve invloed op het draagvlak. Een helder beleid waarin zwakkere groepen worden ontzien, kan deze onzekerheid wegnemen.

6.2.5 *De Rijksoverheid moet in deze kabinetsperiode regelgeving aanpassen, zodat gemeenten, netwerkbedrijven en anderen de juiste bevoegdheden hebben om wijken en woningen aardgasvrij te maken.*

De huidige regelgeving is gebaseerd op een situatie waarin de meeste huizen aangesloten zijn op aardgas. Het is nodig om op sommige aspecten wet- en regelgeving aan te passen. Welke wetten op welke manier moeten worden aangepast hangt af van de hierboven beschreven keuzes, kaders en randvoorwaarden die de overheid wil stellen. Voorbeelden van mogelijk aan te passen wet- en regelgeving zijn:

- *Het afschaffen van de aansluitplicht voor aardgas voor bestaande woningen*
Op dit moment zijn netbeheerders verplicht om woningen aan te sluiten op het aardgasnet als de eigenaar dat wenst. Voor nieuwbouwwoningen is deze aansluitplicht afgeschaft. Voor bestaande woningen nog niet. Dit kan er toe leiden dat voor een beperkt aantal woningen in een wijk een heel gasnet in standgehouden moet worden.
- *Bevoegdheden netbeheerders aanpassen*
Netbeheerders hebben een gereguleerde taak die ze beperkt tot het exploiteren en onderhouden van het gas- en elektriciteitsnet. Andere activiteiten zoals het exploiteren van warmtenetten of het isoleren van woningen zijn geen onderdeel van hun takenpakket. Ook kunnen netbeheerders geen tegemoetkoming in de kosten van woningeigenaren geven voor bijvoorbeeld isolatie, zelfs niet als hierdoor meer bespaard kan worden op de netwerkkosten. Er gelden voor netbeheerders ook strikte regels welke kosten, op welke manier in rekening gebracht mogen worden. Deze regels bieden weinig flexibiliteit om af te stemmen wie welke kosten moet dragen. Of deze bevoegdheden verruimd moeten worden, hangt af van de strategische keuzes die de Rijksoverheid maakt.
- *Aanpassingen in huurwetgeving*
Net als netbeheerders, zijn ook sociale verhuurders aan regels gebonden. De huurwetgeving bepaalt welke kosten wel en welke niet door de verhuurder mogen worden doorberekend aan de huurders. Ook mogen woningcorporaties wettelijk geen elektriciteit leveren. Dit bemoeilijkt het aanbieden van integrale concepten in huurwoningen.
- *Financieringsconstructies mogelijk maken*
Het over langere periode tegen lagere rente terugbetalen van investeringen vergroot de betaalbaarheid voor woningeigenaren. Wanneer hier innovatieve oplossingen voor uitgewerkt worden, zoals gebouwgebonden financiering, kan bestaande wet- en regelgeving een belemmering vormen voor het in de praktijk toepassen van deze oplossingen.

6.2.6 *Gemeenten moeten met hulp van netbeheerders uiterlijk in 2021 helderheid verschaffen aan woningeigenaren over de gevolgen van hun wijkaanpak.*
Voor het activeren van aanbiedende partijen en woningeigenaren (het op gang brengen van vraag en aanbod) is het van groot belang dat woningeigenaren zo snel mogelijk weten waar ze aan toe zijn. Dit begint met een helder beeld van hoe de infrastructuur in hun wijk gaat veranderen – blijft er een groen gasleiding, komt er een warmtenet, of wordt de wijk all-electric – en wanneer. De gasnetten zijn van de netbeheerders. Zij spelen dus een belangrijke rol, maar de gemeenten hebben het democratisch mandaat om gedragen plannen per wijk uit te werken. Om tot een goede afweging te komen, moeten allereerst de hiervoor besproken randvoorwaarden en bevoegdheden vanuit het Rijk zijn bepaald. Daarna moet op basis van wijkspecifieke kenmerken een afweging worden gemaakt tussen in hoofdlijnen een wijkaanpak gebaseerd op groen gas, een all-electric aanpak of een aanpak met collectieve warmtelevering. Binnen deze drie categorieën zijn echter vele subcategorieën mogelijk, zoals lage temperatuursystemen, kleinschalige netten, et cetera.

Gemeenten moeten helderheid geven over de toekomstige infrastructuur in de wijk en in welk jaar die de huidige gasinfrastructuur vervangt. Om hier een goede afweging in te kunnen maken, moet voldoende data beschikbaar zijn over kenmerken van de wijk, over de woningen in die wijk en over de huishoudens die er wonen. Gemeenten moeten veel tijd en energie besteden om alle data bij elkaar te krijgen. Dit is een punt van aandacht: Is er een manier te vinden om dit makkelijker te maken voor gemeenten? Bij de uitwerking van een wijkaanpak moet ook gezocht worden naar synergie met andere, niet-energetische wijkontwikkelingen.

6.2.7 *De Rijksoverheid en gemeenten moeten bij het bekendmaken van de wijkaanpak 2021 helderheid verschaffen aan woningeigenaren over de gevolgen die de wijkaanpak heeft voor hun woningen.*

Tegelijkertijd met de helderheid over de wijkaanpak, moet ook aan woningeigenaren kunnen worden uitgelegd wat dit globaal betekent voor hen en hun woningen. Als het bij het door het Rijk bepaalde ambitieniveau en de gekozen wijkaanpak noodzakelijk is om woningen te renoveren, moet helder gemaakt worden tot welk niveau dit moet gebeuren. Hiervoor moet een standaard of norm worden uitgewerkt door het Rijk. Deze norm moet in ieder geval eisen bevatten over de warmtevraag of isolatiegraad per woning. Het kan zijn dat dit één norm moet zijn voor alle woningen, maar er kan ook gekozen worden voor een norm per type wijkaanpak. In deze norm moet breder gekeken worden dan alleen de technische consequenties van de wijkinfrastructuur. Ook de mogelijk beperkte beschikbaarheid van hernieuwbare energie op regionaal of landelijk niveau kan vergaand isoleren noodzakelijk maken. Pas als hier duidelijkheid over is, worden consequenties per huishouden (op hoofdlijnen) duidelijk en zal het debat over oplossingsrichtingen in versnelling raken.

6.2.8 *Marktpartijen in samenwerking met kennisinstellingen en de rijksoverheid moeten in de komende vijf jaar zorgen voor een betere betaalbaarheid van aardgasvrije concepten.*

De betaalbaarheid van aardgasvrij concepten moet worden verbeterd door kostendaling als gevolg van technische en systeeminnovatie en door schaalvergroting. Daarnaast kan de betaalbaarheid worden verbeterd door het aanpassen van de prijs van aardgas bijvoorbeeld door de energiebelasting aan te

passen, door het mogelijk te maken om de financiering over langere periode uitsmeren, door (tijdelijke) subsidie en door combinaties te maken met andere rendabele investeringen.

6.2.9 *Marktpartijen moeten in de komende 5 jaar met hulp van kennisinstellingen aardgasvrije totaalconcepten ontwikkelen en testen.*

Op basis van de door het rijk vastgestelde standaard of normen, kunnen kennisinstellingen en bouwpartijen werken aan totaalconcepten voor aardgasvrije woningen. Zo'n concept bestaat niet alleen uit technische maatregelen, maar ook financieringsconstructies en niet-energiegerelateerde ondersteunende (advies-) diensten zijn onderdeel van de arrangementen. Gezamenlijk kunnen deze producten en diensten als een one-stop-shop concept worden aangeboden aan woningeigenaren hetgeen de woningeigenaar ontzorgt. Er zijn verschillende varianten van ontzorging aan het ontstaan. Je hebt de zogeheten One-Stop-Shops en ESCo (Energy Service Company) varianten. Een ESCo variant is het meest vergaand wat betreft ontzorging. Door meerdere dezelfde type woningen onder te brengen in een energiedienstenbedrijf of ESCo (energy service company) worden eigenaren ontzorgd, kwaliteit gegarandeerd (via een prestatiecontract) en investeringen gefinancierd uit energiebesparing in de woning. De verbouwing, exploitatie en beheer wordt geheel in handen gegeven aan de ESCo.

Voor het op gang brengen van gewilde ontzorgende concepten hebben aanbieders goede business-cases nodig. Goede business-cases sluiten aan bij wensen van de klant voor een totaaloplossing waarin hij of zij ontzorgd wordt.

Woningeigenaren kunnen kiezen of ze gebruik maken van zo'n totaaloplossing of dat ze zelfstandig een aanpak om te komen tot een aardgasvrije woning uitwerken. Een one-stop shop aanpak kan in één keer worden toegepast, maar het kan ook gefaseerd worden geïnstalleerd in de woningen. Om overzicht te houden op de ontwikkeling per woning en te zorgen dat er consistentie is tussen de eisen vanuit de gekozen wijkaanpak, de wensen van de eigenaar, de inhoud/kwaliteit van de daar op volgende adviezen en het aanbod kan een portal opgezet worden door een betrouwbare onafhankelijke partij. In zo'n 'mijn huis portal' worden na toestemming van de woningeigenaar, data en aanbiedingen gecombineerd. Alle informatie, op maat gemaakt voor de eigen individuele woningeigenaar, is beschikbaar op dit portal. Het portal kan ook dienen als een marktplaats waar vraag en aanbod samen komen, hetgeen ook een collectieve aanpak met aantrekkelijkere prijzen mogelijk maakt.

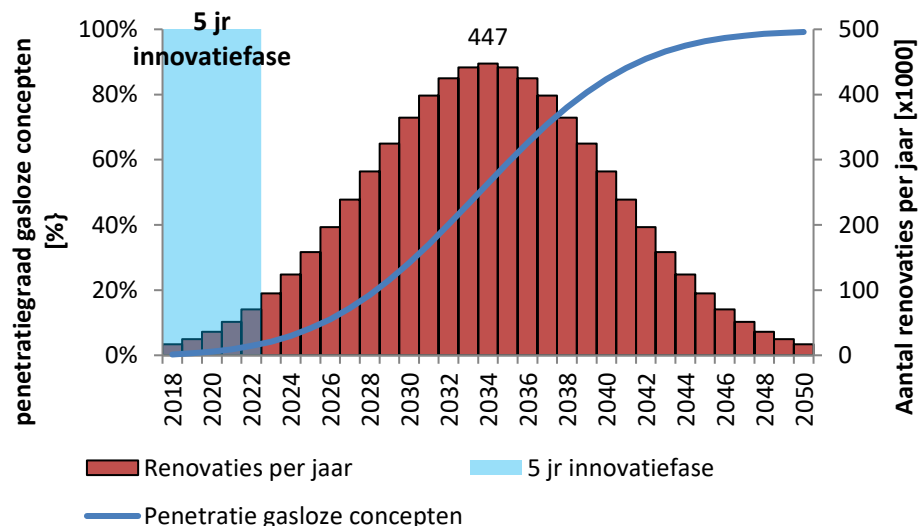
6.2.10 *Door een betrouwbare partij moet uiterlijk 2020 een 'mijn huis portal' worden opgezet om alle relevante informatie voor woningeigenaren en marktpartijen beschikbaar te maken.*

De "Mijn huis portal" portal biedt bewoners inzicht en overzicht tijdens alle stappen van de klantreis. Bewoners vinden hierin de datum waarop het aardgas uit hun wijk verdwijnt. Ook kunnen ze lezen wat het alternatief is in hun wijk. Daarnaast vinden bewoners informatie specifiek voor hun woning. Welke oplossingen van welke aanbieders zijn er beschikbaar voor hun woning. Uitgangspunt daarbij is dat de aangegeven oplossingen voldoen aan de oplossing die de gemeente voor de wijk heeft gekozen. Deze oplossingen kunnen zijn voorzien van een keurmerk.

Verschillende partijen kunnen deze portal aanbieden. Belangrijk daarbij is dat bewoners vertrouwen hebben in de partij die deze portal aanbiedt en dat de portal objectieve en betrouwbare informatie biedt, die aansluit bij context van de bewoner. De portal kan een bewoner inzicht geven welke andere woningen/woningeigenaren in dezelfde stap van de bewonersreis zitten en contact met hen faciliteren. Dit biedt marktpartijen tevens de kans om te innoveren, vraagbundeling te organiseren en andere vormen van kostprijsverlagingen door te voeren.

6.2.11 *Marktpartijen moeten in de komende vijf jaar werken aan het opschalen van het aantal aardgasvrije woning renovaties.*

Het aantal woningen dat per jaar aardgasvrij gemaakt wordt is nu nog beperkt. In het regeerakkoord wordt uitgegaan van 200.000 renovaties per jaar. Dit veronderstelt een gelijkmatige toename van het aantal aardgasvrije woningen tot en met 2030. Dit is geen reële veronderstelling. De ontwikkeling van marktrijpe aantrekkelijke concepten heeft tijd nodig. In deze opstartfase zullen met name koplopers binnen gemeenten en koplopers binnen woningeigenaars werken aan aardgasvrije renovaties. Pas na verloop van tijd zullen andere groepen volgen. In plaats van een lineaire ontwikkeling van het aantal aardgasvrije woningen, zal de ontwikkeling eerder het patroon van een innovatiecurve volgen. In deze door Rogers ontwikkelde diffusiecurve, volgt de penetratiegraad van innovaties een S vormige curve. In de eerste innovatieperiode is het de kleine groep koplopers die een innovatie omarmen. De moeilijk te bereiken groepen zullen pas laat mee gaan. De grote bulk van het aantal renovaties is halverwege de tijd te verwachten. In Figuur 17 is schematisch weergegeven hoe het aantal renovaties per jaar zich ontwikkelt volgens de innovatiecurve van Rogers als alle woningen in 2050 aardgasvrij moeten zijn. Dit zou betekenen dat op het hoogtepunt rond 2035 bijna 450 duizend woningen per jaar gerenoveerd moeten worden.



Figuur 17 Schematische ontwikkeling penetratiegraad aardgasvrij woningen in Nederland en het bijbehorende aantal renovaties per jaar.

Om dit aantal van bijna 1.750 woningen per werkdag te bereiken, moet de bouwsector investeren in opschalen. Het aantal FTE in de bouw en installatiesector moet flink toenemen. Deze medewerkers moeten aangetrokken worden en worden opgeleid. Ook de huidige medewerkers moeten geschoold worden om met nieuwe technische concepten uit de voeten te kunnen. Dit is noodzakelijk om het grote tempo aan renovatie te kunnen realiseren en niet tegen de grens van het arbeidspotentieel aan te lopen. Ook moet er meer worden ingezet op industrialisatie. Door delen van de aardgasvrije concepten te prefabriceren, kan het aantal arbeidskrachten op de bouwplaats worden beperkt.

7 Referenties

AM (2018). Hoe groen wilt u het hebben? Consumenten over duurzame woonwensen. https://www.am.nl/wp-content/uploads/2018/02/AM.-Woningmarktinzicht_2_LR.pdf

Arbeidsmarkt technische installatiebranche 2017. Uitkomsten van telefonische en digitale enquête TI bedrijven medio 2017, OTIB.

Arcadis (2018). Actualisatie investeringskosten maatregelen EPA-Maatwerkadvies bestaande woningbouw 2017

Berenschot, 2018: Het 'warmtescenario': Beelden van een op warmte gerichte energievoorziening in 2030 en 2050', september 2018
<https://www.berenschot.nl/actueel/2018/september/nieuw-warmtescenario/>

Brunsting, S., Matton, R., Tigchelaar, C., Dreijerink, L., Paradies, G.L., Jansen, J., & Usmani, O. (2018). Modelling consumer decisions towards sustainable energy technology, TNO 2018 P11304.

CE (2016). *Een klimaatneutrale warmtevoorziening gebouwde omgeving – update 2016*.

CE (2017) Socialiseren van kosten van warmtenetten

Cialdini, R. (1993). *Influence* (3rd ed.). New York: HarperCollins.

Cook, J., Lewandowsky, S. (2011), *The Debunking Handbook*. St. Lucia, Australia: University of Queensland. November 5. ISBN 978-0-646-56812-6. [<http://sks.to/debunk>]

De Gemeeynt, 2018: Hernieuwbare moleculen naast duurzame elektronen, Contouren van een Routekaart Hernieuwbare Gassen 2050,
<https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/TKI%20Gas/publicaties/Green%20Liaisons-Hernieuwbare%20gassen%202050-April%202018.pdf>

Duijn, M, de Koning, N., Mulder, G. & Willems, M. (2014). De proeftuin voorbij: faciliteren van de energietransitie door het leren van elkaar. TNO 2014 R11863.

ECN (2017). *Monitoring Warmte 2015*

Ecofys (2015). *De systeemkosten van warmte voor woningen*.

EIB (2013). *De Stroomversnelling - Effecten voor productie en werkgelegenheid*

EIB (2018), *Klimaatbeleid en de gebouwde omgeving (2) mogelijkheden voor het verkleinen van de 'efficiency gap'*.

Gollwitzer, P. M., & Sheeran, P. (2006). Implementation intentions and goal achievement: A meta-analysis of effects and processes. *Advances in experimental social psychology*, 38, 69-119.

Hal van A. (2014). *De Fusie van Belangen 2.0. Het verhaal achter een perspectiefverschuiving*.

Hardisty, D. J., Weber, E. U. (2009). Discounting Future Green: Money Versus the Environment. *Journal of Experimental Psychology: General*. 138, 329-340.

Hier Verwarmt (2016). Visies op wonen zonder aardgas. <https://warmopweg.nl/wp-content/uploads/2016/06/12-visies-op-wonen-zonder-aardgas.pdf>

Huurcommissie: BELEIDSBOEK HUURVERHOGING NA WONINGVERBETERING, versie juni 2018 versie.

Huygen, A. (2018). *Lekker warm zonder aardgas*, whitepaper, september 2018.

IF Technology (2017). Geothermie kan goedkoper door schaalvergroting. URL: <https://www.iftechnology.nl/geothermie-kan-goedkoper-door-schaalvergroting>

INEK/Energieakkoord (2018). Doorrekening voorstel hoofdlijnen klimaatakkoord. (o.a. informatie gebruikt over kosten warmtenetten en kostendalingen van energie-installaties en energiebesparende maatregelen)

IRENA (2018). Renewable Power Generation Costs in 2017

Kiwa (2018). Toekomstbestendige gasdistributienetten. In opdracht van Netbeheer Nederland.

Lensink en Beurskens (2017). Externe notitie. Kosten wind op zee 2017 (versie 2 met update netwerkkosten). Energieonderzoekscentrum Nederland (ECN). ECN-N--17-022

Lidth de Jeude, van. M., Noach, C. & Handgraaf, M. (2014). Energiebesparing: De relatie tussen verbruiksgedrag en investeren, <https://www.rvo.nl/file/onderzoek-relatie-verbruiksgedrag-en-investeringsbereidheidpdf>

Menkveld et al (2015), Monitoring warmte 2015, ECN-E--17-018

Motivaction (2016). Vijf tinten groen – input voor effectievere duurzaamheidsstrategieën. <https://www.motivaction.nl/kennisplatform/publicaties/whitepaper-motivaction-vijf-tinten-groen-input-voor-effectievere-duurzaamheidsstrategieen>.

Motivaction research and strategy. Energievoorziening 2015-2050: publieksonderzoek naar draagvlak voor verduurzaming van energie. 19 jan 2016. p. 39-40.

NVDE (2018a). Kosten duurzame energie dalen steeds verder. URL: <https://www.fluxenergie.nl/kosten-duurzame-energie-dalen-steeds-ve/>

NVDE (2018b). Kosten stroom wind en zon gaan richting kolen en gas URL: <http://www.nvde.nl/nvdeblogs/kosten-stroom-wind-en-zon-gaan-richting-kolen-en-gas/>

PBL (2017). Klimaat neutrale warmtenetten in Nederland.

PBL 2017: Verkenning van klimaatdoelen. Van lange termijn beelden naar korte termijn actie, <http://www.pbl.nl/publicaties/verkenning-van-klimaatdoelen-van-lange-termijn-beelden-naar-korte-termijn-actie>

PBL (2018): Analyse van het voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord, <https://www.pbl.nl/publicaties/analyse-van-het-voorstel-voor-hoofdlijnen-van-het-klimaatakkoord>

PBL (2019): Effecten van het Ontwerp Klimaatakkoord,
<https://www.pbl.nl/publicaties/effecten-ontwerp-klimaatakkoord>

Ridder, P. de en Gorter, Y. (2017). *Van gas los, de beleving van de burger centraal bij de energietransitie*, 2017

Rogers, E.M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th edition). The Free Press, New York.

Routekaart Hernieuwbaar Gas (2014). Door ECN, De Gemeiynt, Groen Gas Nederland en RVO.nl in opdracht van Groen Gas Forum.

Routekaart Waterstof (2018). Contouren van een Routekaart Waterstof. Jörg Gigler, Marcel Weeda. TKI Nieuw gas. Topsector Energie.

RVO (2008). Vol gas vooruit! De rol van groen gas in De Nederlandse energiehuishouding. Door de werkgroep Groen Gas.

Sheldon, K. M., Elliot, A. J., Kim, Y., & Kasser, T. (2001). What is satisfying about satisfying events? Testing 10 candidate psychological needs. *Journal of personality and social psychology*, 80(2), 325.

Shome, D., Marx, S., Appelt, K., Arora, P., Balstad, R., Broad, K., ... Weber, E. (2009). *The psychology of climate change communication: a guide for scientists, journalists, educators, political aides, and the interested public*. New York: Center for Research on Environmental Decisions.

Sodderland, M. (2018). Hoe kies je je eerste wijk? Presentatie ten behoeve van de training Wonen zonder aardgas, Motivaction

Startmotor (2018). Kostenberekeningen aardgasvrije renovaties aan voorbeeld woningen.

Thaler, R.H. (2008). Mental Accounting and Consumer Choice. *Marketing Science Journal*, 27 (1), 15-25.

Tigchelaar, C., Menkveld, M. en Hoogervorst, N. (2018), Een no-regret norm voor isolatie van bestaande woningen? Notitie voor ERGO werkgroep.

TIJDENS DE AARDGASTRANSITIE. Druk: Provincie Zuid-Holland.

TKI Nieuw gas, 2018: Routekaart waterstof,
<https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/TKI%20Gas/publicaties/20180307%20Routekaart%20Waterstof%20TKI%20Nieuw%20Gas%20maart%202018.pdf>

Tweede Kamer (2018), Wijziging van de Wet opslag duurzame energie (in verband met de vaststelling van tarieven voor het jaar 2019), kamerstuk 35 004

Ridder, P. de en Gorter, Y. (2017). #VANGASLOS - De beleving van de burger centraal tijdens de aardgastansitie.

ZAUNBRECHER et al (2018). How Do Investors Choose Intermediaries for Energy Efficiency Refurbishments? Presentation at BEHAVE 2018, 5th European Conference on Behaviour and Energy Efficiency.

A Toelichting aannames kosten per bouwsteen

De aannames gebruikt in het kostenhoofdstuk worden hier verder toegelicht. Ook worden de verschillende aardgasvrije varianten besproken.

Verbrandingswaarde aardgas

In de omrekening van m³ aardgas naar Joule is gebruik gemaakt van de Lower Heating Value (LHV): 31,65 MJ/m³.

Verhouding energiebronnen

In de gewogen gemiddelde productiekosten voor Bouwsteen 1 is onderstaande verhouding aangehouden.

Tabel 1 Uitgangspunt verhouding energiebronnen in de gewogen gemiddelde productiekosten per energiedrager

Verhouding	
Hernieuwbaar gas	100%
Groen gas	100%
Waterstof bijmengen	0%
Centrale hernieuwbare elektriciteit	100%
Wind op zee	33%
Wind op land	33%
Grootschalig zon	33%
Hernieuwbare warmte	100%
Restwarmte	17%
Biomassa	17%
Geothermie	17%
WKO	17%
Zonthermisch	17%
Aquathermisch	17%

Productiekosten en tarieven (duurzame) energie

Tabel 17 toont een overzicht van de productiekosten van (hernieuwbare) energie in 2018. In de tweede kolom van de tabel staan de bruto energieproductie kosten vermeld voor de producent⁷³. De door de eindverbruiker betaalde prijzen voor gas, elektriciteit en warmte staan in de laatste kolom van de tabel. Om op de eindverbruikersprijs uit te komen moeten eventuele winstmarges (bovenop de groothandelsprijs), subsidies en heffingen worden meegenomen. In de derde kolom ('subsidie/winst') is aangegeven hoeveel het verschil bedraagt tussen productiekosten + heffingen en de eindverbruikersprijs. Een negatief getal houdt in dat er subsidie nodig is en een positief getal dat er een extra winstmarge op de geproduceerde energie zit.

⁷³ Bruto productiekosten inclusief winstmarge. In de SDE+ basisbedragen zit ook een redelijke winstmarge voor de producent opgenomen.

Tabel 2 Kosten (hernieuwbare) energie productie, subsidies, winst, heffingen en tarieven in 2018 [euro2018]

	Bruto productiekosten (incl. winst)	Subsidie/Winst	Energiebelasting en Opslag duurzame energie	BTW	Eindverbruikersprijs
	[euro/GJ]	[euro/GJ]	[euro/GJ]	[euro/GJ]	[euro/GJ]
Referentiekosten⁷⁴					
Aardgas (referentie)	8,3	-	9,1	3,7	21,1
Elektriciteit (referentie)	15,6	-	32,7	10,1	58,4
Warmtelevering (referentie)	7,5	12,0	-	4,1	23,6⁷⁵
Hernieuwbaar gas	25,9	-17,6	9,1	3,7	21,1
Groen gas ⁷⁶	21,6 ⁷⁷	-13,3	9,1	3,7	21,1
Synthetisch gas (SNG)	12,3 ⁷⁸	-4,0	9,1	3,7	21,1
Waterstof bijmengen	47,9 ⁷⁹	-39,6	9,1	3,7	21,1
Centrale hernieuwbare elektriciteit	21,8	-6,1	32,7	10,1	58,4
Wind op zee	22,5 ⁸⁰	-6,9	32,7	10,1	58,4
Wind op land	17,9 ⁸¹	-2,3	32,7	10,1	58,4
Grootschalig zon	24,9 ⁴¹	-9,3	32,7	10,1	58,4
Hernieuwbare warmte	19,7	-0,2	-	4,1	23,6
Restwarmte ⁸²	7,5	12,0	-	4,1	23,6
Biomassa	13,9 ⁴¹	5,7	-	4,1	23,6
Geothermie ⁸³	26,4 ⁸⁴	-6,9	-	4,1	23,6
WKO	16,7 ⁸⁵	2,8	-	4,1	23,6
Zonthermisch	24,6 ⁴¹	-5,1	-	4,1	23,6
Aquathermisch	29,2 ⁸⁶	-9,6	-	4,1	23,6

⁷⁴ Prijsspeel 1e helft 2018, Energiecijfers.nl, bekeken 2-5-2018

⁷⁵ De hier gehanteerde warmteprijs is 23,64 euro/GJ en is afkomstig van Energiecijfers.nl. Maximumprijzen 2018 van ACM zijn 24,05 euro/GJ, <https://www.acm.nl/nl/warmtetarieven>, bekeken 2-5-2018. Leveranciers mogen lagere kosten in rekening brengen en doen dit ook. NUON rekent bijvoorbeeld 22,94 euro/GJ (<https://www.nuon.nl/producten/stadsverwarming/tarieven-en-voorwaarden/>) en Ennatuurlijk 24,00 euro/GJ <https://consument.ennatuurlijk.nl/sites/default/files/documenten/Tarievenblad%202018%20ENN%20.pdf>.

⁷⁶ Groen gas is een verzamelnaam voor diverse soorten hernieuwbaar methaangas dat voldoet aan dezelfde eisen als het aardgas uit Slochteren dat in het gasnetwerk zit (bron: groengas.nl)

⁷⁷ Gemiddelde uit de SDE+ 2019 advies basisbedragen. De hier genoemde productiekosten is een gemiddelde voor 7 verschillende productietechnieken voor groen gas (o.a. stortgas, vergassing en vergisting)

⁷⁸ Kosten voor centraal geproduceerd synthetisch gas (SNG) middels vergassing van geïmporteerde biomassa. SNG-productie voor het hogedruknet (67 bar). (Bron: RVO Vol gas vooruit)

⁷⁹ Kosten van waterstof geproduceerd middels elektrolyse van water. Op basis van de TKI routekaart waterstof (2018) schatten we de gemiddelde kosten op 5,5 euro/kg bij elektriciteitskosten van 70-80 €/MWh (ca. 21euro/GJ). De energie-inhoud van waterstof is 120MJ/kg. We gaan ervan uit dat de waterstof wordt geproduceerd met de in de tabel genoemde mix van opties voor hernieuwbare elektriciteit (21,8 euro/GJ)

⁸⁰ Zie externe notitie: Kosten Wind op Zee (Lensink en Beurskens, 2017). Totale kosten wind op zee + netaansluiting bedragen ca. 0,081euro/kWh = 22,5 euro/GJ

⁸¹ Gemiddelde kosten uit de SDE+ 2019 advies basisbedragen

⁸² SDE+ correctiebedrag warmte = commodity gasprijs x 90% (rendement) = 7,5 euro/GJ

⁸³ Geothermische warmte voor stadsverwarming, diepte ≥ 500 m

⁸⁴ Kosten uit de SDE+ 2019 advies basisbedragen, categorie: Geothermische warmte voor stadsverwarming, diepte ≥ 500 m.

⁸⁵ Productiekosten WKO = elektriciteitsprijs/SPF waarbij SPF de seizoensperformancefactor is (waarde: 3,5).

⁸⁶ Aquathermie staat in dit geval voor "Thermische Energie uit Oppervlaktewater". Aquathermie is geschrapd uit de SDE+2019, maar er is wel een kostencalculatie opgesteld in een achterliggend (nog niet gepubliceerd) document. De productiekosten bedragen 0,105 euro/kWh.

Verschillen tussen de varianten

De uitgangspunten per variant zijn als volgt samen te vatten:

Tabel 3 **Uitgangspunten per variant**

	Referentie aardgas	Groen gas (hybride)	All-electric	Warmtelevering
Netverzwaring?	Nee	Nee	Ja	Nee
Amoveren gasaansluiting?	Nee	Nee	Ja	Ja
Lage T verwarmingsysteem?	Nee	Ja	Ja	Nee
Zon-PV eindsituatie	Geen	10 zonnepanelen	25 zonnepanelen	10 zonnepanelen
Isolatie niveau schil verbetering?	Geen	Na-isoleren met 'standaard maatregelen'	Vergaand isoleren van buitenschil	Na-isoleren met 'standaard maatregelen'

Maatregelpakketten

Een verdere specificatie van het maatregelpakket per variant is hieronder weergegeven.

Tabel 4 Uitgangspunten maatregelpakket aardgasvrije woning in de doorgerekende varianten

	referentie	Groen gas (hybride)	All-electric	Warmtelevering
Isolatie niveau schil verbetering?	Geen	Na-isoleren met 'standaard maatregelen'	Vergaand isoleren van buitenschil	Na-isoleren met 'standaard maatregelen'
Isolatie schil (standaard) [66 kWh/m ²]	Nee	Ja	Nee	Ja
		Vloer- en bodemisolatie €30/m ² (vloer), €25/m ² (kruipruimte) Rc = 3,5		Vloer- en bodemisolatie €30/m ² (vloer), €25/m ² (kruipruimte) Rc = 3,5
		Na-isolatie gevel* (spouwmuur) opp ca. 35m ² Rc =1,8		Na-isolatie gevel* (spouwmuur) opp ca. 35m ² Rc =1,8
		Dakisolatie €60/m ² (buiten) + €1200 (binnen) Rc = 4		Dakisolatie €60/m ² (buiten) + €1200 (binnen) Rc = 4
Pakketkosten reductie (%)			12%	12%
Isolatie schil (hoog) [50kWh/m ²]	Nee	Nee	Ja	Nee
			Vloer- en bodemisolatie €30/m ² (vloer), €25/m ² (kruipruimte) Rc = 3,5	
			Gevelisolatie** (binnen/buiten) €130/m ² (buiten) Rc = 4	
			Dakisolatie €60/m ² (buiten) + €1200 (binnen) Rc = 4	
			**Glas & Kozijnvervanging (incl. HR+++) €700/m ² U= 1,2	
			Optimalisatie luchtdicht + certificering (kierdichting & koudebruggen)	
Pakketkosten reductie (%)			12%	
Ventilatie met WTW	Nee	Ja	Ja	Ja
Lage temperatuur verwarmingssysteem	Nee	Ja	Ja	Nee
Demand side management	Nee	Ja	Ja	Ja
Zonnecollector (2,5 m ²) (warm water)	Nee	Nee	Nee	Nee

Besparingspercentages vraagbeperking

De indicatieve besparingspercentages per maatregel zijn weergegeven in Tabel 18. Dit betreft de procentuele energiebesparing wanneer het de eerste maatregel in het maatregelpakket betreft. Vanaf maatregel 2 en verder wordt de procentuele besparing per maatregel steeds lager. Daarmee is rekening gehouden in de doorrekening van het maatregelpakket. De maatregelen besparen op het energieverbruik voor ruimteverwarming (behalve de zonnecollector welke op het energieverbruik voor warm water bespaart).

Tabel 5 Besparingspercentages maatregelen vraagbeperking (indicatief)

Maatregel	Besparingspercentage
Isolatie schil (standaard) [66 kWh/m ²]	25%
Isolatie schil (hoog) [50kWh/m ²]	50%
Ventilatie met WTW	10%
Lage temperatuur verwarmingssysteem	10%
Demand side management	5%
Zonnecollector (2,5 m ²) (functie: warm water)	12%

Kosten infrastructuur

Tabel 21 geeft het overzicht van de kosten voor aanpassingen aan de infrastructuur voor gas, elektra en warmte per woning. De tweede kolom in de tabel betreft eenmalige investering, in de derde kolom is dit omgerekend naar jaarlijkse kapitaallasten (annuïteiten). Uitgangspunt is een economische levensduur van 40 jaar en een rentevoet van 3%. De jaarlijkse onderhoudskosten van de netten zijn verondersteld op 2,5% van de initiële investering. De laatste kolom toont de totale jaarlijkse kosten voor de netten inclusief onderhoud.

Tabel 22 toont de kosten voor de eindverbruiker. De eindgebruiker betaalt jaarlijks voor vastrecht en in het geval van overschakelen op warmtelevering ook een eenmalige aansluitbijdrage. Voor zowel all-electric als warmtelevering is er een eenmalige verwijderingsbijdrage voor afsluiting van het gasnet (amoveringskosten).

In de tabel zijn bovenaan de referentiekosten aangegeven; dit zijn de kosten voor het in stand houden van bestaande netten. Voor gas- en elektriciteitsnetten zijn de kosten gesocialiseerd. Dat wil zeggen dat de jaarlijkse afschrijving van de infrastructuur en de onderhoudskosten samen het nettatarief bepalen. De annuïteit plus de onderhoudskosten zijn gelijk genomen aan het netwerkstarief. Voor warmtenetten is te zien dat de annuïteit hoger dan het nettatarief. De kosten zijn niet gesocialiseerd.

In Tabel 23 is per variant (hernieuwbaar gas, hernieuwbare elektriciteit of hernieuwbare warmte) aangegeven wat de bijkomende kosten zijn voor aanpassingen aan de infrastructuur.

In de referentie situatie zijn er geen kosten, omdat er geen aanpassingen gedaan worden.

In het geval van hernieuwbaar gas zijn er relatief lage bijkomende kosten die samenhangen met aanpassingen aan het gasnet.

Voor all-electric zijn netverzwakingskosten toegekend ervan uitgaande dat de piekvraag per woning met 1kW toeneemt door het gebruik van een warmtepomp.

In het geval van warmte wordt uitgegaan van aanleg van een nieuw warmtenet, Het betreft de systeemkosten per woning voor de verschillende onderdelen van het warmtenet, vanaf de warmtebron tot aan aansluiting in de woning. De kosten van de hoofd warmtebron zitten al bij Bouwsteen 1. De nationale kosten van de warmtenet zijn de kosten van de hoofdleiding, onderstations, distributienetwerk, hulpketels, inclusief aansluitingen naar de woningen. De eindverbruikerskosten voor de afleverset zijn onderbracht bij Bouwsteen 4.

De kosten van amovering van het gasnet betreft het verwijderen van de gas aansluiting in de woning en verwijdering van de hoofdleiding van het gasnet.

Tabel 6 Kosten in stand houden netten en aanpassing infrastructuur per woning

	Kosten netten	Kosten netten	Kosten netten	Kosten netten	Kosten netten
Kosten infrastructuur	Eenmalige kosten aanpassingen infrastructuur	Economische levensduur	Annuiteit	Onderhoudskosten	Totaal
	[euro]	jaren	[euro/jaar]	[euro/jaar]	[euro/jaar]
Referentiekosten					
aardgasnet (referentie) ⁸⁷	2935	40	127	73	200
elektriciteitsnet (referentie) ⁸⁸	3.614	40	156	90	247
warmtenet ⁸⁹	14.894	40	644	372	1.017
Hernieuwbaar gas					
aanpassingen gasnet ⁹⁰	88	40	4		4
Hernieuwbaar elektriciteit					
flexibiliteitsopties ⁹¹					
verzwaren netten ⁹²	2.500	40	108		108
amovering gasnet ⁹³	950	40	41		41
Hernieuwbare warmte					
aanleg netten bestaande bouw ⁹⁴	14.894	40	644		644
onderhoud netten				372	372
amovering gasnet	950	40	41		41

⁸⁷ De annuïteit plus de onderhoudskosten voor het gasnet zijn gelijk aan het netwerkstarief.

⁸⁸ De annuïteit plus de onderhoudskosten voor het elektriciteitsnet zijn gelijk aan het netwerkstarief.

⁸⁹ Zie aanleg netten bestaande bouw voor bronvermelding kosten warmtenet. De annuïteit plus de onderhoudskosten voor het warmtenet zijn zoals toegelicht in dit hoofdstuk niet gelijk aan het netwerkstarief. Een deel van de netwerkkosten wordt namelijk terugverdiend via de GJ-prijs.

⁹⁰ Hieronder vallen de kosten voor het geschikt maken van het bestaande gasnetwerk voor biogas methaan en/of waterstof transport. Om tot een aanname voor de kosten per woning te komen zijn de totale kosten verdeeld over ca. 8 miljoen gebouwen in Nederland. De kosten voor netaanpassingen zijn geschat op maximaal 700 miljoen euro, gebaseerd op toekomstscenario's ontwikkeld door CE (Kiwa, 2018). Kiwa meldt hierover het volgende: "Het toekomstig gebruik van nieuwe gassen in de gebouwde omgeving kent nog diverse onzekerheden. De kosten voor de netaanpassingen zijn afhankelijk van de vraag welke delen van het huidige gasnet nodig blijven. Met behulp van de vier scenario's uit de studie "Net voor de Toekomst" is een indicatie gegeven van de kosten die de aanpassingen van de gasdistributienetwerken met zich meebrengen, exclusief de aanpassingen bij eindgebruikers. De grootste kostenpost die is meegenomen bij de overstap naar waterstof is het vervangen van de gasmeter en het vernieuwen van de procedure voor verrekening van de gaskosten als gevolg van verschillen in gassamenstelling. Voor biomethaan komen er nog extra kosten bij voor het kunnen omgaan met de variërende calorische waarde. Een significante periodieke kostenpost hangt samen met verscherpt toezicht bij graafwerkzaamheden."

⁹¹ Geen gebruik gemaakt van flexibiliteitsopties.

⁹² In de studie 'De systeemkosten van warmte voor woningen' (Ecofys, 2015) zijn we de kosten voor verzwaren van het elektriciteitsnet ingeschat op basis van de woningdichtheid van de wijk (zie p.27 van het rapport). Voor stedelijke woonmilieus betreft de investering 2500 euro per kW extra piekvermogen aan netverzwaren. Verder mogen we bij een all-electric warmtepomp uitgaan van 1 kW extra piekvermogen.

⁹³ Verwijderen gasaansluiting en hoofdleiding gasnet. (INEK/Energieakkoord, 2018)

⁹⁴ De investeringskosten voor het warmtenet zijn gebaseerd op de kosten van het warmtenet zoals gehanteerd in de doorrekening van het klimaatpakket (INEK/Energieakkoord, 2018), het betreft de systeemkosten van het warmtenet inclusief hoofdleiding, onderstations, distributienetwerk, hulpketels en aansluiting in de woning. Het is een gewogen gemiddelde naar de verhouding appartementen : tussenwoningen in Nederland. Originele bron van de cijfers is een kostenberekening van ECN part of TNO. De kosten voor een aanleg van verschillende onderdelen van het warmtenet zijn afkomstig van STEDIN aangevuld met kostenaannames uit het VESTA model van CE/PBL. Het betreft gemiddelde systeemkosten per woning voor alle hierboven bovengenoemde onderdelen van het warmtenet, vanaf de hoofdleiding tot de aansluiting in de woning.

Tabel 7 Vastrecht/netwerkkosten en aanpassing infrastructuur per woning voor de eindgebruiker

	Eindgebruikerstarief	Eindgebruikerstarief	Eindgebruikerstarief	Overige kosten	Eindgebruikerstarief	Eindgebruikerstarief
Eindgebruikerstarieven	Netwerk tarieven (vastrecht)	Enmalige aansluit- of verwijderingsbijdrage (tarief)	Annuititeit	Saldo overige kosten en subsidies	BTW	Eindverbruikersprijs
	[euro/jaar]	[euro]	[euro/jaar]	[euro/jaar]	[euro/jaar]	[euro/jaar]
Referentiekosten⁹⁵						
aardgasnet (referentie)	200				42	242
elektriciteitsnet (referentie)	247				52	299
warmtenet ⁹⁶	352				74	426
Hernieuwbaar gas						
aanpassingen gasnet						
Hernieuwbaar elektriciteit						
flexibiliteitsopties						
verzwaren netten						
amovering gasnet		500 ⁹⁷	22		5	26
Hernieuwbare warmte						
aanleg netten						
bestaande bouw	352	858	37		82	471
onderhoud netten						
amovering gasnet		500	22		5	26

Tabel 8 Overzicht kosten aanpassingen infrastructuur per woning [euro/jaar]

Aanpassingen Infrastructuur		Referentie aardgas	Groen gas (hybride)	All-electric	Warmtelevering
Hernieuwbaar gas					
aanpassingen gasnet	[euro/jaar]	-	4	-	-
Hernieuwbaar elektriciteit					
Flexibiliteitsopties	[euro/jaar]	-	-	-	-
verzwaren netten	[euro/jaar]	-	-	108	-
amovering gasnet	[euro/jaar]	-	-	41	-
Hernieuwbare warmte					
aanleg netten bestaande bouw	[euro/jaar]	-	-	-	644
onderhoud netten	[euro/jaar]	-	-	-	372
amovering gasnet	[euro/jaar]	-	-	-	41

⁹⁵ Prijspeil 1e helft 2018, Energiecijfers.nl, bekeken 2-5-2018

⁹⁶ Vastrecht minus de verdisconteerde kosten voor de afleverzet (i.e. 487,5 euro/jaar – 151 euro/jaar). De kosten voor de afleverzet zitten bij bouwsteen 4.

⁹⁷ Tarief voor afsluiten gasaansluiting laagbouw betreft 605 euro (incl. BTW). Bron: Liander
zie: <https://www.liander.nl/consument/aansluitingen/tarieven2017/?ref=14404>