



Warmtetransitieplan Laren

Samenwerkingspartners



Warmtetransitieplan Laren

Inhoudsopgave

1.	Inleiding.....	3
1.1.	Ontstaansproces en motivatie.....	3
1.2.	Stakeholders en betrokkenen.....	3
1.3.	Doel, fasering en uitgangspunten.....	4
1.4.	Financiering.....	4
1.5.	Leeswijzer.....	4
2.	Startsituatie onderzoek.....	6
2.1.	Inleiding.....	6
2.2.	Strategie voor energietransitie.....	6
2.3.	Afbakening projectgebied.....	6
2.4.	Startanalyse PBL.....	7
2.5.	Gebouwkarakteristieken.....	7
2.6.	Energievraag en besparingspotentieel.....	9
2.7.	Bestaande infrastructuur.....	10
2.8.	Meekoppelkansen.....	11
2.9.	Mogelijke warmtebronnen volgens PBL.....	12
2.10.	Onderzochte alternatieve warmtetechnieken.....	15
3.	Kansrijke oplossingen en transitiepaden.....	27
3.1.	Inleiding.....	27
3.2.	Energiebesparing door isolatie.....	29
3.3.	Opvangen extra elektriciteitsbehoefte met PV-zonnepanelen.....	33
3.4.	All-electric.....	34
3.5.	Groengas.....	40
3.6.	Waterstof.....	48
3.7.	Kleinschalig laagtemperatuur warmtenet.....	55
3.8.	Vergelijking van transitiepaden.....	58
3.9.	Conclusie en fasering.....	69
4.	Financiering en organisatie.....	73
4.1.	Subsidies en regelingen bewoners.....	73
4.2.	Informatie zoeken online.....	74
4.3.	Rol energiecoaches en loketten.....	75
4.4.	Onafhankelijk energie adviseur.....	77

4.5.	Installateur	77
4.6.	Collectiviteit	77
4.7.	Woningabonnement	78
4.8.	Meeliften met ontwikkelingen van woningbouwcoöperaties.....	79
4.9.	Maatschappelijke financieringsmogelijkheden en ondersteuning.....	79
5.	Referenties	81
6.	Samenvatting.....	82

Bijlagen

- I Procesverantwoording
- II Besparingstips
- III Subsidiemogelijkheden

1. Inleiding

1.1. Ontstaansproces en motivatie

In Laren heeft de Werkgroep Wonen en Duurzaamheid van Wakker Laorne het initiatief genomen om een Warmtetransitieplan (WTP) op te stellen voor een duurzame warmtevoorziening zonder aardgas. De haalbaarheid en betaalbaarheid van de energietransitie waren aanleiding tot de notitie 'Op weg naar een aardgasvrij Laren'.

1.2. Stakeholders en betrokkenen

Het burgerinitiatief heeft verschillende organisaties benaderd om draagvlak voor het onderzoek te verkrijgen. Vertegenwoordigers van die organisaties hebben een Intentieovereenkomst ondertekend om de haalbaarheid van een aardgasvrij Laren te onderzoeken, waarbij betrokkenen hun intentie hebben uitgesproken om zich actief te zullen inzetten voor een aardgasvrij Laren in 2035. Iedere betrokkene levert vanuit zijn eigen rol een bijdrage. De betrokken partijen zijn:

- Belangenvereniging Wakker Laorne;
- Ondernemersvereniging Laren;
- Woningstichting Viverion;
- Gemeente Lochem;
- Energiecoöperatie LochemEnergie;
- LTO-Noord, Achterhoek Noord;
- Stichting Zwembad Laren;
- Netwerkbedrijf Alliander.

Vertegenwoordigers van deze ondersteunende partijen en vrijwilligers uit Laren hebben zich verenigd in de projectgroep Aardgasvrij Laren. In oktober 2019 presenteerde deze groep een Plan van aanpak warmtetransitieplan: Aardgasvrij Laren, opgesteld met ondersteuning van adviesbureau Overmorgen.

Eind 2019 is het onderzoek om te komen tot een WTP gestart met ondersteuning van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs, met financiering van de provincie Gelderland. In eerste instantie werden de werkzaamheden verdeeld onder drie thematische werkgroepen:

- Werkgroep techniek;
- Werkgroep financieel-juridisch;
- Werkgroep communicatie en participatie.

De voorzitters van de werkgroepen vormden samen een stuurgroep, samen met de procesbegeleiders van Witteveen+Bos, de vertegenwoordiger van de gemeente Lochem en de contactpersoon namens Wakker Laorne. De stuurgroep kwam eens per maand bij elkaar. In december 2020 is - door de beperkte grootte van de werkgroepen en de integraliteit die het onderzoek vroeg - besloten de werkgroepen samen te voegen tot een 'superstuurgroep', waar alle werkgroepleden aan deelnamen.

Naast de (super)stuurgroep, is er ook elke drie maanden een breder projectgroep overleg geweest. In de projectgroep waren de volgende belanghebbenden vertegenwoordigd: Belangenvereniging Wakker Laorne, Gemeente Lochem, Ondernemersvereniging Laren, Woningstichting Viverion, Burger-energiecoöperatie LochemEnergie en LTO-Noord.

1.3. Doel, fasering en uitgangspunten

De projectgroep Aardgasvrij Laren stelde zichzelf tot doel om in een periode van 1,5 jaar te komen tot een WTP voor de bestaande woningen in Laren, Exel en het omliggende buitengebied. Nieuwbouwwoningen worden aardgasvrij gebouwd en vallen daarom buiten de scope van het onderzoek.

In de eerste fase zijn de volgende uitgangspunten benoemd:

- Aardgasvrij Laren is voor iedereen betaalbaar op termijn;
- De alternatieven voor aardgas verkennen we gezamenlijk;
- Het WTP is van Laren;
- We zetten de eerste stappen naar een Aardgasvrij Laren;
- Besparing van energie op lange termijn.

Deze uitgangspunten zijn in het uitwerken van voorliggende WTP gehanteerd. Ook bij de daadwerkelijke uitvoering van het plan zullen deze uitgangspunten worden gehanteerd.

Verdere informatie over de totstandkoming van het plan is te vinden in bijlage I (Procesverantwoording).

Relatie tot transitievisie warmte Lochem

In de loop van het onderzoek van Aardgasvrij Laren is de gemeente Lochem in het kader van de transitievisie warmte Lochem een soortgelijk onderzoek gestart voor de gehele gemeente. Het onderzoek van Aardgasvrij Laren is een initiatief door en voor burgers. De onderzoeksresultaten zijn bedoeld om Larenaren perspectief te bieden, maar worden niet vastgesteld door de gemeenteraad. Dit betekent dat het geen officieel overheidsbeleid wordt.

De inzichten en resultaten van het voorliggende WTP worden meegenomen in de Transitievisie warmte Lochem. De transitievisie warmte Lochem zal vastgesteld worden door de gemeenteraad en daarmee richtinggevend zijn voor de acties van de gemeente op het gebied van de energietransitie.

1.4. Financiering

Het onderzoeksplan kwam in aanmerking als provinciaal onderzoeksproject Wijk van de Toekomst. Nadat er subsidie van de gemeente Lochem en provincie Gelderland is verkregen in het kader van het programma Wijk van de Toekomst, is met ondersteuning van de procesbegeleiders begonnen aan het onderzoek en het opstellen van een WTP voor een duurzame warmtevoorziening zonder aardgas.

1.5. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 van dit onderzoek wordt de startsituatie van dit onderzoek toegelicht. Hierin wordt onder andere beschreven hoe het gebied er nu uit ziet qua gebouwde omgeving, infrastructuur en energievraag. Ook wordt ingegaan op mogelijke ontwikkelingen en kansen. In paragraaf 2.9 staan alle onderzochte energietechnieken beschreven en wordt beargumenteerd waarom deze wel, of niet kansrijk zijn voor Laren en omgeving.

In hoofdstuk 3 zijn de kansrijke alternatieven voor aardgas verder uitgewerkt, zowel techniek en financiën als ook andere voor bewoners relevante aspecten komen daarin aan bod. In paragraaf 3.8 wordt geconcludeerd welke oplossingen het meest haalbaar zijn voor Laren. Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar de isolatiegraad en locatie van woningen. Ook staat hier beschreven hoe de verandering gefaseerd kan worden aangepakt.

Hoofdstuk 4 staat in het teken van financiering en opties voor organisatie die Larenaren kunnen helpen in de transitie. Het rapport sluit af met de referenties in hoofdstuk 5 en de samenvatting in hoofdstuk 6.

2. Startsituatie onderzoek

2.1. Inleiding

In dit hoofdstuk maken we een analyse van de warmtevraag en de beschikbare warmtebronnen die als alternatieve warmtevoorziening kunnen dienen. Dit hoofdstuk dient als een verkenning om te kijken wat de mogelijkheden zijn in Laren, Exel en de omliggende omgeving.

2.2. Strategie voor energietransitie

Trias energetica beschrijft een strategie van drie stappen die gevolgd kunnen worden voor het verduurzamen van het energiegebruik van de gebouwde omgeving. In volgorde van prioriteit zijn de stappen als volgt:

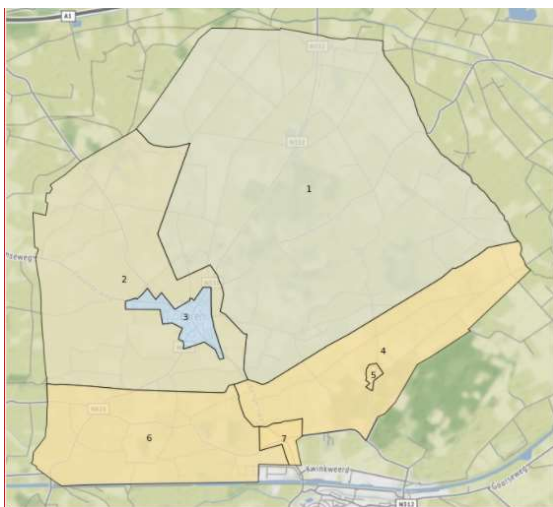
1. Beperk de energievraag;
2. Gebruik energie uit duurzame bronnen;
3. Gebruik eindige (fossiele) energiebronnen zo efficiënt mogelijk (als stap 1 en 2 niet voldoende zijn).

Deze drie stappen vormen de rode draad voor dit onderzoek. Zo wordt met behulp van de huizenvoorraad en huidige energievraag een inschatting gemaakt van de mogelijke beperking van de energievraag (stap 1). Ook is onderzocht met welke bronnen Laren de (resterende) energiebehoefte kan invullen (stap 2). Tot slot worden de alternatieve oplossingen uitgezet in de tijd. Hierin blijft fossiele brandstof (de eerste jaren) een rol spelen waar dit echt niet anders kan (stap 3).

2.3. Afbakening projectgebied

Het WTP gaat over het postcodegebied 7245, dat bestaat uit de dorpskernen Laren, Exel en de omliggende buurtschappen (zie figuur 1). In het kort komt het neer op de buurten zoals staan vermeld in tabel 1. Dit betreffen de buurten zoals het CBS deze hanteert.

Figuur 1 Het projectgebied



Tabel 1 Onderverdeling van projectgebied in buurten

Buurtnaam
1. Verspreide huizen Verwolde
2. Verspreide huizen Oolde
3. Laren (kern)
4. Verspreide huizen Exel
5. Exel
6. Verspreide huizen Groot Dochteren
7. Exel Tol

2.4. Startanalyse PBL

De Startanalyse van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is gehanteerd als vertrekpunt. 'De Startanalyse is een technisch-economische analyse van effecten en kosten van opties om gebouwen zonder aardgas te verwarmen. Die analyse is uitgevoerd door het PBL met behulp van zijn rekenmodel Vesta MAIS' [2]. Het rekt voor alle wijken in Nederland door wat de maatschappelijk laagste kosten zijn voor vijf warmteopties:

1. Individuele elektrische warmtepomp;
2. Warmtenet met een midden- tot hogetemperatuur bron;
3. Warmtenet met een lagetemperatuur bron;
4. Groengas met een hybride warmtepomp of HR-ketel;
5. Waterstofgas met een hybride warmtepomp of HR-ketel.

Daarnaast verschaft de Startanalyse veel gegevens over woningen, gebouwen en de omgeving die gebruikt kunnen worden in de eerste analyse, die met meer informatie aangevuld kan worden.

2.5. Gebouwkaracteristieken

De Startanalyse PBL [1] deelt postcode 7245 op in 7 verschillende buurten, met de volgende aantallen woning en utiliteitsgebouwen.

Tabel 2 Buurtnamen volgens de Startanalyse PBL [1]

Buurtnaam	Aantal woningen	Aantal utiliteit
Laren (kern)	734 (843)	56
Exel	62 (63)	4
Verspreide huizen Groot Dochteren	104 (128)	19
Verspreide huizen Oolde	245 (303)	20
Verspreide huizen Verwolde	290 (370)	111
Verspreide huizen Exel	70 (87)	38
Exel Tol	15 (21)	1

De (kern) Laren bestaat uit ongeveer evenveel huizen als de andere 6 buurten samen, hierna genoemd 'buitengebied'.

Bij de woningen is tussen haakjes het aantal verblijfsobjecten weergegeven. Bij appartementen of flats wordt het appartementencomplex als een geheel gezien, maar worden de woningen in het complex als verblijfsobjecten gezien.

Naast de woningen kennen we ook gebouwen met een utiliteitsfunctie. Dat zijn alle gebouwen zonder woonfunctie (kantoren, stallen, loodsen, maar ook restaurants, hotels, B&B's). Op allecijfers.nl is de functie van alle panden (of verblijfsobjecten) te zien [30]. In bijvoorbeeld Verwolde hebben veel gebouwen een woon-industriefunctie, dat zijn de boerderijen waar wonen en werken gecombineerd wordt. De vakantiehuisjes en B&B's hebben een logiesfunctie.

Dit onderzoek richt zich op de huizen met woonfunctie.

Soort woningen

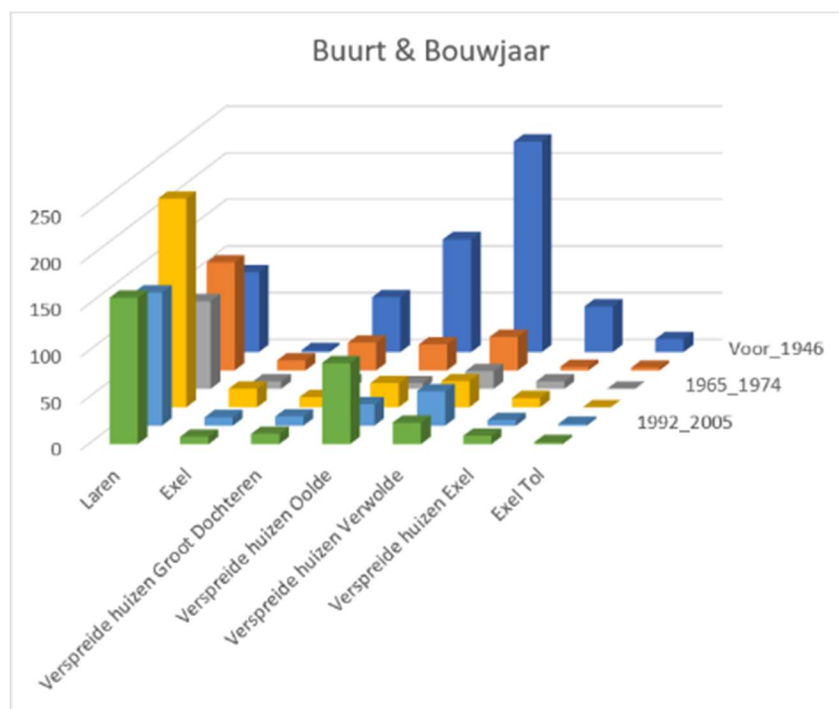
In tabel 3 staat een overzicht van alle soorten woningen in Laren en omgeving, gecategoriseerd naar bouwjaar.

Tabel 3 Woningen in Laren en omgeving, gecategoriseerd naar bouwjaar [1]

Woningtype	Voor 1930	1930-1945	1946-1964	1965-1974	1975-1991	1992-2005	2006-2019	Totaal
Vrijstaande woning	285	135	109	54	87	92	97	859
2 onder 1 kap	29	12	50	23	65	28	53	260
Rijwoning hoek	0	0	11	23	44	14	30	122
Rijwoning tussen	0	0	10	22	57	18	47	154
Appartementen	27	21	13	12	8	29	15	125
Totaal	341	168	193	134	261	181	242	1520

Bouwjaar

In figuur 2 worden per buurt de verschillende bouwjaren getoond.

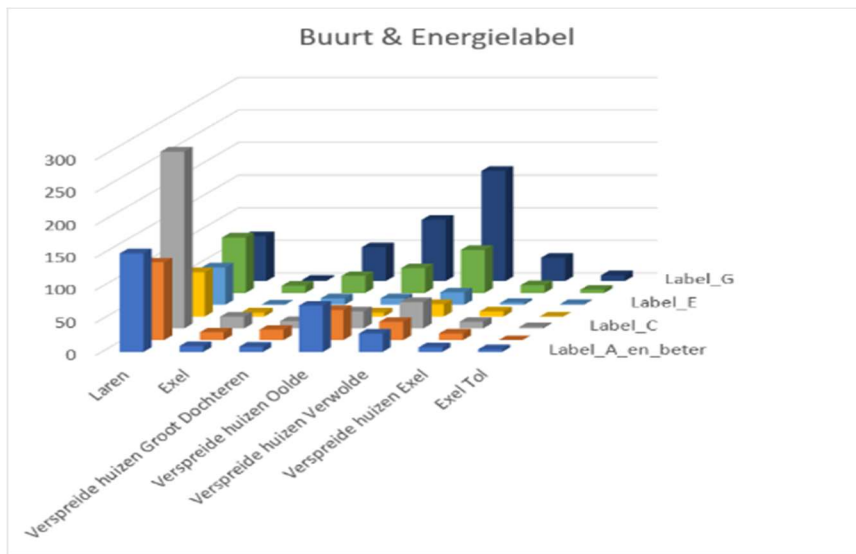


Figuur 2 Bouwjaren per buurt [3]

In Laren zijn de huizen redelijk gelijkmatig verdeeld over de jaren, met een lichte piek in de periode 1975-1990. In het buitengebied is ongeveer 50 % van huizen van voor 1946 [3].

Energielabels

In figuur 3 staan worden per buurt de verschillende energielabels vermeld.



Figuur 3 Energielabels per buurt [3]

Woningen met energielabels B, of A en beter (ook wel Label B+) worden gezien als goed geïsoleerde woningen. In kern Laren is 33 % van de huizen Label B+, in het buitengebied 25 % [3]. Voor Label C en lager (Label C-) valt op het voor 50 % Label C betreft [3]. In het buitengebied is ongeveer 50 % C-Label G [3].

Samenvatting

Het werkgebied (postcode 7245) kan opgedeeld worden in 2 gebieden: (kern) Laren en buitengebied. (Kern) Exel kan afhankelijk van gekozen oplossing bij (kern) Laren of buitengebied ingedeeld worden. Bij Laren ligt de focus op Label C en bouwjaren 1975 tot 1990. Bij het buitengebied ligt de focus op Label G en bouwjaren voor 1946.

2.6. Energievraag en besparingspotentieel

Tabel 4 geeft de huidige energievraag in Laren weer.

Tabel 4 Energievraag Laren op basis van Klimaatmonitor 2019 [14]

	Waarde	Eenheid
Woningen - gasverbruik	3,0 miljoen	m ³
Woningen - elektriciteit	6,3 miljoen	kWh
Utiliteit - gasverbruik	1,7 miljoen	m ³
Utiliteit - elektriciteit	12 miljoen	kWh

Het gasverbruik is ongeveer 5 miljoen m³ en het elektriciteitsverbruik 18 miljoen kWh. Er zijn geen specifieke uitschieters gevonden in de energievraag. Met een gemiddelde aardgasprijs voor particulieren van 0,81 EUR [15] is de totale jaarlijkse uitgave in Laren 3,3 miljoen EUR.

Onderstaande tabel van CE Delft [25] toont hoeveel energiebesparing er mogelijk is bij energielabelverbetering bij een gemiddelde woning. Zo is bij verbetering van G naar B 34 % energiebesparing mogelijk (zie de omrande cel in de tabel).

Tabel 5 Energiebesparing per labelverbetering [25]

Schil	A++	A	B	C	D	E	F
Van G	73 %	45 %	34 %	28 %	18 %	10 %	3 %
Van F	69 %	43 %	32 %	26 %	15 %	7 %	
Van E	62 %	39 %	27 %	20 %	8 %		
Van D	54 %	34 %	20 %	13 %			
Van C	43 %	24 %	8 %				
Van B	33 %	17 %					
Van A	22 %						

Met de energielabels als getoond in paragraaf 2.5 is er in Laren (postcode 7245) energiebesparing met **18 %** mogelijk als alle huizen opgewaardeerd worden tot Label B [26]. Dit zou betekenen dat de aardgasvraag door isolatie van 4,8 miljoen m³ per jaar teruggebracht kan worden naar 3,9 miljoen m³ per jaar, als 5 % van het huidige gasverbruik voor koken wordt gebruikt en onveranderd blijft.

De aannames over de huidige schillabels (een indicatie van de kwaliteit van de gebouwschil/isolatie niveau) zijn in de Startanalyse op basis van de gerapporteerde schillabels bij het RVO. Het betreft dus niet de schillabels ten tijde van de bouw en er wordt ook geen rekening gehouden met reeds geplande toekomstige verbeteringen. Waar geen energielabel bekend is, is een aanname gedaan op basis van het bouwjaar en huistype.

2.7. Bestaande infrastructuur

De staat van de bestaande infrastructuur kan het financieel gunstig of juist ongunstig maken om naar een ander type energiesysteem om te schakelen. Zo is het financieel voordeliger om oude (afgeschreven) infrastructuur te vervangen voor een ander systeem, dan wanneer dit pasgeleden is aangelegd.

Netbeheerder Liander maakt haar vervangingsplanning op basis van leeftijd van het gasnet. Vanwege veiligheidsoverwegingen moet het gasnet tijdig vervangen worden. Dat neemt niet weg dat de levensduur van gasnetten lang is. De economische afschrijvingstermijn van een gasnet is 40 jaar (2,5 % afschrijving per jaar), waarna de maatschappelijke investering is terugverdiend. Dit zijn maatschappelijke investeringen die we via de aansluitkosten op onze energierekening betalen. Technisch kan een gasnet wel 80 jaar meegaan. Voor het werkgebied van Aardgasvrij Laren zijn de volgende statistieken over het gasnet bekend:

- Gasnet leeftijd:
 - 13 % is zeer oud;
 - 75 % is oud;
 - 4 % is nieuw;
 - 8 % is gemiddeld;

- Gas aansluitingen leeftijd:
 - 35 % zeer oud;
 - 30 % oud;
 - 12 % nieuw;
 - 23 % gemiddeld;
- Lengte distributienet¹: 96 km;
- Afschrijvingspercentage distributienet²: 80 % (gemiddelde buurt in Nederland 65 %);
- Afschrijvingspercentage distributienet en aansluitingen: 76 %.

Verder valt op dat vooral in de kernen van Laren en Exel zeer oude gasdistributieleidingen liggen. Zeer oude gasnetten of aansluitingen zijn financieel afgeschreven. Oude gasnetten of aansluitingen zijn voor 80 % afgeschreven en zullen met een afschrijving van 2,5 % over 8 jaar afgeschreven zijn. Nieuwe gasleidingen liggen er amper, doorgaans alleen bij nieuw ontwikkelde gebieden (woonwijken of bedrijventerreinen).

Met het elektriciteitsnetwerk staat Liander voor een grote uitdaging. Het netwerk moet worden aangepast om de energietransitie te faciliteren. Zo worden er veel (boeren)bedrijven voorzien van zonnepanelen, waarvoor het net opgewaardeerd moet worden. Ook de verschuiving van gasverbruik naar elektriciteitsverbruik en de toenemende vraag naar elektriciteit door bijvoorbeeld elektrische auto's vraagt om robuustere kabels en transformatorstations. En er zijn nieuwe kabels nodig voor het aansluiten van grootschalige opwek van lokale energie door (toekomstige) zonneparken en windturbines.

Middenspanningsruimten (MSR) - electriciteitshuisjes - voeden aansluitingen. De elektriciteitsvraag van een aardgasvrije woning kan verviervoudigen bij all-electric. Daardoor kunnen er minder woningen op een MSR aangesloten worden omdat de capaciteit niet meer voldoende is. De hoeveelheid te transporteren vermogens en de afstand tussen woningen en MSR speelt ook mee. Is het vermogen te hoog of de afstand te groot dan zijn nieuwe MSR-en nodig om te kunnen voorzien in alle benodigde distributie. In Laren en omgeving heeft 29 % van de MSR-en 0-10 aansluitingen en 59 % 10-50 aansluitingen. Wat betreft de MSR-en lijkt zonder al te veel aanpassingen een transitie naar all-electric mogelijk voor de meeste aansluitingen.

In Laren en omgeving is 35 % van de kabels in het laagspanningsnet van het type 150 aluminium. Dit is het type waarvan Liander thans aanneemt dat dit hergebruikt kan worden bij een warmtetransitie richting elektrisch verwarmen. De overige 65 % is van een ander (mogelijk ongeschikt) materiaal. Het totaal aantal kabels met een relatief hoge capaciteit is 90 % in Laren en omgeving. De hogecapaciteitkabels liggen verspreid door het hele grondgebied van Laren en omgeving.

2.8. Meekoppelkansen

Meekoppelkansen zijn momenten waarop de openbare ruimte op de schop gaat vanwege onderhoud of herstructurering. Wanneer meerdere werkzaamheden tegelijkertijd uitgevoerd kunnen worden kan dit financieel gunstiger zijn, maar vooral ook veel 'gedoe' en overlast voor bewoners schelen. De hieronder beschreven meekoppelkansen geven een indicatie op hoog abstractieniveau. Het zijn plannen die nog kunnen wijzigen en waar geen rechten aan kunnen worden ontleend.

¹ Lengte distributienet: De totale lengte aan gasdistributieleidingen die zich in de geselecteerde buurt(en) bevinden [km]

² Afschrijvingspercentage distributienet en/of aansluitingen: Deze variabele geeft aan hoever het distributienet en/of de aansluitingen in de geselecteerde buurt(en) financieel is afgeschreven. Een waarde van 60 % betekent dat het distributienet en/of de aansluitingen in de geselecteerde buurt(en) voor 60 % is afgeschreven.

Er loopt op dit moment een herstructurering van de Markeloseweg. Fase 1 is vanaf zomer 2020 uitgevoerd en fase twee volgt naar in 2021. De inspraaktermijnen zijn verstreken en de plannen zijn klaar. Dit jaar vindt er weer een wegininspectie plaats in Laren en omgeving. Op basis hiervan wordt een korte en lange termijnplanning gemaakt.

Vanuit rioolbeheer heeft de gemeente Lochem vooralsnog geen grote rioolrenovatie of herstelwerkzaamheden (reiniging of reparatie) gepland. De gemeente hanteert de risico gestuurde rioolbeheer aanpak. De riolering in en rondom Laren wordt dit jaar weer geïnspecteerd en beoordeeld. Afhankelijk van de totaalopgave in de gemeente Lochem en de prioritering hierin kunnen hier op de korte of lange termijn projecten uit voort komen voor renovatie of vervanging.

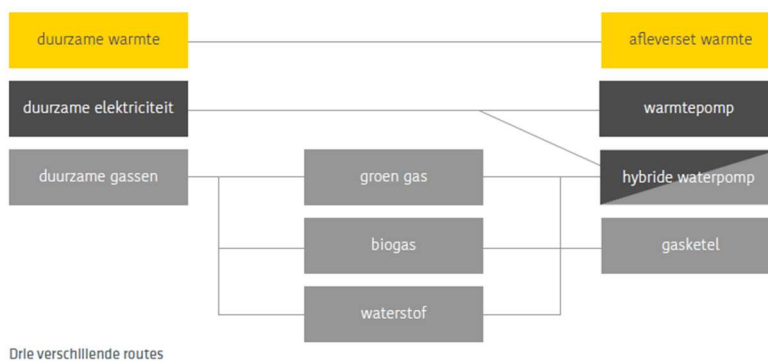
Voor groenrenovaties is een meerjarenplanning opgesteld. Andere projecten die mogelijk tot groenwerkzaamheden in Laren leiden zijn:

- Het biodiversiteitsplan brengt in kaart waar het inzaaien van bermen en omvormen van gazons wenselijk is; In het biodiversiteitsplan zijn niet in detail locaties uitgewerkt. In de kernen gaat het omvormen van gazons vanaf dit najaar oplopen met de uitrol van de IBOR (integraal beheer openbare ruimte) in de kernen. We vormen gazons/bermen in de kernen nu nog alleen om op basis van initiatieven van bewoners. Bermen in het buitengebied zaaien we normaal gesproken niet in, alleen als er herinrichting van bermen aan de orde is, bij bijvoorbeeld roven van bermen (afschrapen van bermen), wegreconstructies, terugname bermen (bermenpilot) ed.
- Laanherstel in het buitengebied. Vanuit het project duurzaam beheer laanbomen buitengebied is een lijst van trajecten voor laanherstel opgesteld. Deze lijst is voor de lange termijn dynamisch, doordat de kwaliteit van de bomen aan verandering onderhevig is. Voor de eerstkomende 2-3 jaar staat deze redelijk vast.

Van drinkwaterleidingen (Vitens) en de telecombedrijven is geen informatie beschikbaar. Wel staat vast dat het hele gebied recent is voorzien van glasvezel. De drinkwater- en telecompacties hebben in het verleden aangegeven dat het voor hen lastig is om aan de gemeente een planning af te geven. Veel zaken zoals nieuwe aanleg, onderhoud en vervanging worden ad hoc of last minute besloten. Binnen de telecomsector zijn relatief veel spelers, wat coördinatie moeilijk uitvoerbaar maakt.

2.9. Mogelijke warmtebronnen volgens PBL

Bestaande woningen kunnen op verschillende manieren verduurzaamd worden. Figuur 4 geeft een goed overzicht van de verschillende routes weer. Alle routes hebben voor- en nadelen. Deze moeten naast elkaar gelegd en beoordeeld worden.



Figuur 4 De drie verschillende routes volgens Stedin [21], aan te vullen met bodemenergie

De Startanalyse PBL geeft de eerste aanzet welke warmtebronnen er mogelijk zijn. Onderstaande tabel toont welke bronnen onderzocht zijn.

Tabel 6 Korte omschrijving en codes van strategieën en varianten in de Startanalyse

Strategie-code	Omschrijving strategie	Variant-code	Schil-label	Omschrijving variant
S1	Individuele elektrische warmtepomp	S1a	B+	Luchtwarmtepomp
		S1b	B+	Bodemwarmtepomp
S2	Warmtenet met midden- tot hogetemperatuurbron	S2a	B+	MT-restwarmte
		S2b	B+	MT-geothermie
		S2c	B+	MT-geothermie overal*
		S2d	D+	MT-restwarmte
		S2e	D+	MT-geothermie
		S2f	D+	MT-geothermie overal*
S3	Warmtenet met lagetemperatuurbron	S3a	B+	LT-warmtebron, levering 30°C
		S3b	B+	LT-warmtebron, levering 70°C
		S3c	B+	WKO, levering 70°C hele buurt*
		S3d	B+	WKO, levering 50°C
		S3e	B+	TEO + WKO, levering 70°C
		S3f	D+	LT-warmtebron, levering 70°C
		S3g	D+	WKO, levering 70°C hele buurt*
		S3h	D+	TEO + WKO, levering 70°C
S4	Groengas	S4a	B+	Hybride warmtepomp
		S4b	B+	hr-ketel
		S4c	D+	Hybride warmtepomp
		S4d	D+	hr-ketel
S5	Waterstof	S5a	B+	Hybride warmtepomp
		S5b	B+	hr-ketel
		S5c	D+	Hybride warmtepomp
		S5d	D+	hr-ketel

* De varianten (S2c en S2f) respectievelijk (S3c en S3g) zijn doorgerekend om voor iedere buurt inzicht te geven in de verschillende kostenposten van warmtenetten. Daartoe is verondersteld dat geothermie respectievelijk WKO in iedere buurt mogelijk is. Omdat dit in werkelijkheid niet zo hoeft te zijn, doen deze varianten niet mee in de selectie van varianten met de laagste nationale kosten voor strategie S2 respectievelijk S3.

De Startanalyse toont ook welke kosten met elke variant gemoeid zijn (zie onderstaande tabel 7). Kosten worden uitgedrukt als 'nationale kosten'. 'Nationale kosten zijn de totale kosten in Nederland van alle maatregelen die nodig zijn om ergens (bijvoorbeeld in een buurt) een strategie uit te voeren, ongeacht wie die kosten betaalt (overheid, of burger). Het model houdt rekening met de baten van energiebesparing. Gezien het niet uitmaakt wie de kosten betaalt, wordt er geen rekening gehouden met belastingen, heffingen en subsidies' [2].

Tabel 7 Nationale kosten (NK) in 2030 t.o.v. het referentiebeeld 2018 voor de kern Laren

Code	Indicator	S1a	S1b	S2a	S2b	S2c	S2d	S2e	S2f
H16	Extra NK (1000€/jaar)	1.326	1.531	NA	5.280	2.004	NA	4.912	1.637
K10	w.v. kapitaalslasten (1000€/jaar)	1.429	1.686	NA	4.798	1.978	NA	4.404	1.585
K18	w.v. variabele kosten (1000€/jaar)	-104	-154	NA	483	26	NA	508	52
H17	- per ton CO2-reductie (€/ton CO2)	506	584	NA	2.015	765	NA	1.875	625
H18	- per woningequivalent (€/weq/jaar)	1.261	1.456	NA	5.021	1.906	NA	4.671	1.556

¹ In de varianten S2a, S2b en S2c worden woningen geïsoleerd tot schillabel B. In de varianten S2d, S2e en S2f is dat schillabel D. De utiliteitsgebouwen worden in alle varianten geïsoleerd tot schillabel B.

Code	Indicator	S3a	S3b	S3c	S3d	S3e	S3f	S3g	S3h
H16	Extra NK (1000€/jaar)	2.036	1.998	2.362	1.534	1.503	2.242	2.020	NA
K10	w.v. kapitaalslasten (1000€/jaar)	2.034	1.983	2.059	1.539	1.540	2.075	1.666	NA
K18	w.v. variabele kosten (1000€/jaar)	3	15	303	-5	-37	167	354	NA
H17	- per ton CO2-reductie (€/ton CO2)	777	762	901	585	574	856	771	NA
H18	- per woningequivalent (€/weq/jaar)	1.936	1.900	2.246	1.459	1.430	2.132	1.920	NA

¹ In de varianten S3a t/m S3e worden woningen geïsoleerd tot schillabel B. In de varianten S3f, S3g en S3h is dat schillabel D. De utiliteitsgebouwen worden in alle varianten geïsoleerd tot schillabel B.

Code	Indicator	S4a	S4b	S4c	S4d	S5a	S5b	S5c	S5d
H16	Extra NK (1000€/jaar)	1.139	1.132	798	836	1.388	1.415	1.050	1.136
K10	w.v. kapitaalslasten (1000€/jaar)	938	708	544	315	1.059	812	665	418
K18	w.v. variabele kosten (1000€/jaar)	202	424	254	521	329	603	385	717
H17	- per ton CO2-reductie (€/ton CO2)	435	432	305	319	530	540	401	433
H18	- per woningequivalent (€/weq/jaar)	1.083	1.076	759	795	1.320	1.346	999	1.080

¹ In de varianten S4a, S4b, S5a en S5b worden woningen geïsoleerd tot schillabel B. In de varianten S4c, S4d, S5c en S5d is dat schillabel D. De utiliteitsgebouwen worden in alle varianten geïsoleerd tot schillabel B.

Uit bovenstaande informatie blijkt dat voor Laren (postcode 7245) de volgende opties de laagste maatschappelijke kosten per woningequivalent hebben:

- S1a: Individuele elektrische warmtepomp, specifiek de lucht-warmtepomp;
- S4: Groengas met hybride warmtepomp of HR-ketel, waarbij isolatieniveau D voorkeur heeft;
- S5: Waterstof met hybride warmtepomp met isolatieniveau D.

Opties met (grote) warmtenetten zijn vele malen duurder, vanwege de hoge aansluitkosten en afstanden tussen de huizen.

2.10. Onderzochte alternatieve warmtetechnieken

De onderzochte alternatieve technieken voor het verwarmen van woningen zijn onder te verdelen in acht categorieën:

1. Elektrische individuele warmtepomp;
2. Bodemenergie en Warmte-koude opslag (WKO);
3. Hernieuwbaar gas met hybride warmtepomp/ HR-ketel;
4. Zonthermie;
5. Restwarmte;
6. Waterstof;
7. Geothermie;
8. Innovatieve technieken.

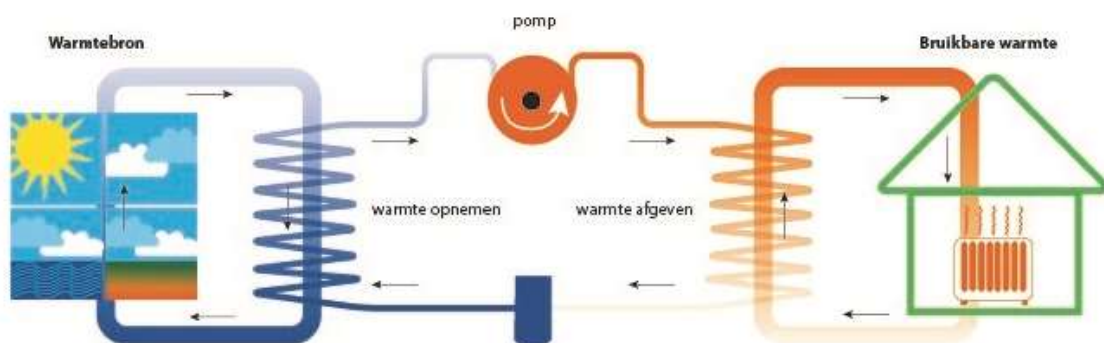
In de onderstaande paragrafen wordt de werking van deze technieken beschreven en de randvoorwaarden om deze werkend te krijgen. Hierbij wordt ingegaan op de voor- en nadelen van de techniek en de eventuele variaties die mogelijk zijn. Ook wordt vastgesteld of de techniek voor Laren en omgeving, vanuit technisch oogpunt kansrijk is.

2.10.1. Elektrische individuele warmtepomp

Werking

Volgens warmtepomplein.nl werkt een warmtepomp als volgt [4]:

1. Warmte winnen aan de bronzijde: De warmtepomp bevat een vloeistof genaamd 'koudemiddel'. Aan de warmtebronzijde wordt het koude koudemiddel opgewarmd door bijvoorbeeld de zon, water, bodem of lucht. Hierbij verdampt de vloeistof;
2. Temperatuur verhogen van het koudemiddel: in de compressor wordt de druk verhoogd, daarbij gaat ook de temperatuur van het koudemiddel flink omhoog (snelkookpan). De compressor zorgt er ook voor dat het koudemiddel wordt rondgepompt;
3. Warmte afgeven aan de afgiftezijde: Het nu warme koudemiddel staat haar warmte af aan de te verwarmen ruimte. Hierbij condenseert het koudemiddel;
4. Druk verlagen van het koudemiddel: in het expansieventiel wordt de druk verlaagd waardoor de temperatuur van het koudemiddel flink daalt en het weer makkelijker warmte kan opnemen van de warmtebron (stap 1).



Figuur 5 Schematische weergave warmtepomp

Uitvoeringen

Volgens Milieu Centraal zijn er drie opties voor warmtepompen [13]:

- Volledige warmtepomp:
 - Geschikt voor huizen met goede isolatie / alle huizen na 2000 gebouwd;
- Hybride warmtepomp:
 - Geschikt voor huizen waarin nog (weinig) geïsoleerd moet worden;
- Ventilatie warmtepomp (met warmteterugwinning (WTW)):
 - Geschikt voor huizen na 1974 waarbij mechanische ventilatie geïnstalleerd is;
 - Vaak in combinatie met een CV (hybride installatie).

Opties uitwisseling:

- Lucht-water: meest gebruikte optie;
- Water-water (ook wel bodemwarmtepomp of WKO);
- Lucht-lucht.

Het systeem kan worden aangevuld met:

- (Groen)gasboiler: aangezien de cv-temperatuur vaak te laag is, moet douche-/tapwater na-verwarmd worden;
- Een alternatief is een na-verwarmer voor douche-/tapwater;
- Infrarood panelen: Voor bij-verwarmen van specifieke ruimten, bv. zithoek, of ruimtes die niet vaak gebruikt worden. (Hierdoor kan de temperatuur van de gehele ruimte lager blijven.)

2.10.2. Bodemenergie & Warmte-koude opslag (WKO)

'Bodemenergie is het gebruiken van de bodem om warmte en koude aan te onttrekken en erin op te slaan. Men spreekt van bodemenergie tot een maximale diepte van 500 m. Een warmtepomp waardeert de warmte uit de bodem op tot een voor gebouwen bruikbaar niveau. Voor individuele gebouwen kan dat met een zogenoemde 'bodemlus'; voor grote gebouwen of clusters van gebouwen kan dit met een warmte-koudeopslag (WKO)-systeem' [6].

'De thermische energie in de bodem wordt door middel van geleiding via de buiswanden overgedragen aan het medium in de warmtewisselaar. Er wordt onderscheid gemaakt tussen een horizontale, ondiepe variant en een verticale, diepe variant (meest gebruikt)' [7].

De warmte uit bodemenergie moet nog opgehoogd worden naar de geschikte temperatuur voor het CV-systeem, meestal met behulp van een warmtepomp. Het grote voordeel van het gebruik van bodemenergie ten opzichte van een warmtepomp met een buitenunit is een constante Coëfficiënt of Performance (COP), ook in de winter, en een lagere belasting van het elektriciteitsnet.

'De warmte die in de winter gebruikt wordt, moet in de zomer weer worden aangevuld. Dit kan door gebouwen in de zomer te koelen, en door actief warmte in de bodem te brengen' [6]. Anderen stellen: 's Zomers thermische energie opslaan in de bodem heeft bij dergelijke kleine (woonhuis) systemen vaak geen zin; de grondwaterstroming heeft het mogelijk al afgevoerd voor dat het weer gebruikt kan worden. Op korte termijn de opgeslagen warmte weer gebruiken voor tapwater bereiding heeft wel nut. De grens van het verplicht regenereren ligt dan ook bij >70 kW onttrekking per jaar' [7]. In de zomer kan het systeem wel gebruikt worden om het huis te koelen.

Kosten

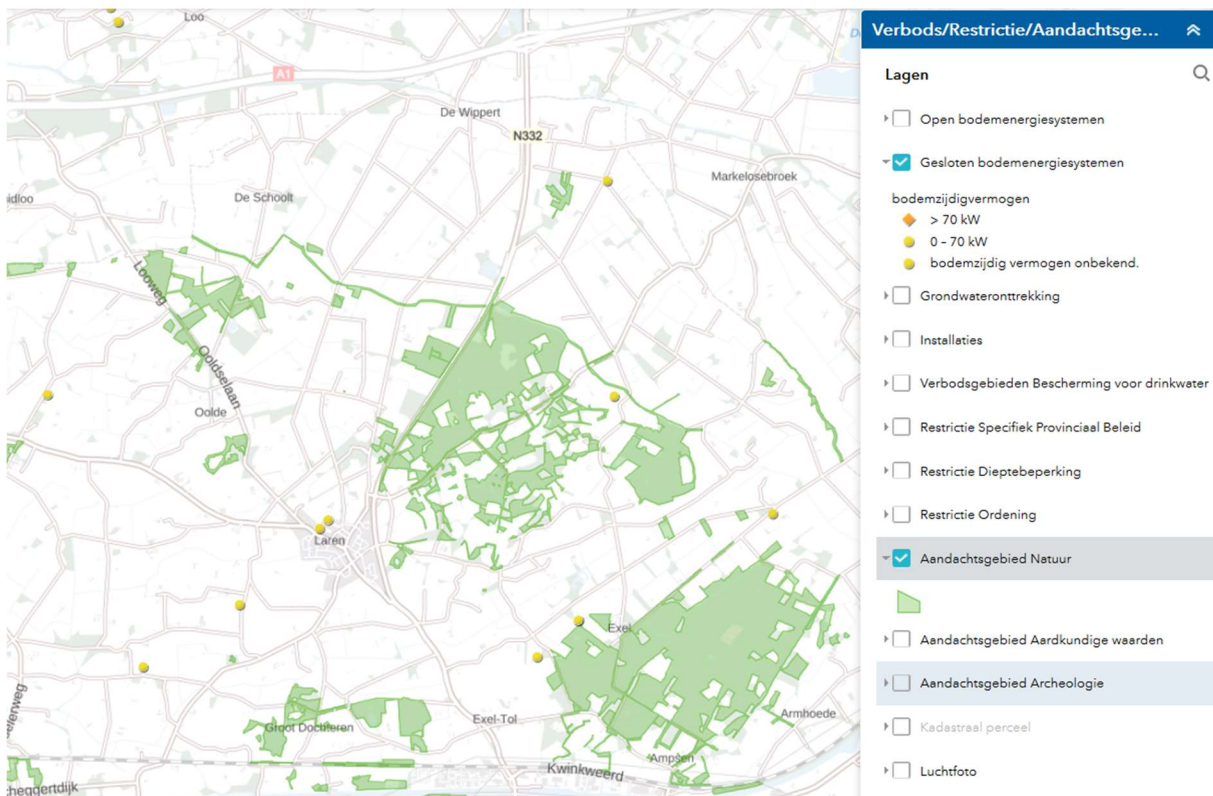
Tabel 8 geeft de investeringen en besparingen voor de verschillende technieken weer.

Tabel 8 Investerings en besparingen voor verschillende technieken [8]

Maatregel	Investerings (exclusief btw)	Besparingen
Warmtepomp met WKO	€ 25/m ² vloeroppervlak bij gebouwen < 7.500 m ² € 19/m ² vloeroppervlak bij gebouwen > 7.500m ² (prijzen gelden bij natuurlijk moment ketel en koelmachine)	0,21 GJ/m ² /jaar
Warmtepomp op buitenlucht	€ 10-15/m ² vloeroppervlak (op natuurlijk moment)	0,11 GJ/m ² /jaar
Warmtepomp	<ul style="list-style-type: none"> 5 tot 250 kW: € 1.000,- tot 700,- per kW 250 tot 1.000 kW: € 700,- tot 500,- per kW 	
Wko (bronnen inclusief warmtewisselaar)	<ul style="list-style-type: none"> 10 tot 50 m³/h: € 7.000,- tot 4.500,- per m³/h 50 tot 200 m³/h: € 4.500,- tot 3.500,- per m³/h 	
LTV	€ 30/m ²	0,02 GJ/m ² /jaar

Restricties

Figuur 6 geeft de restricties in Laren weer. De restricties worden met name bepaald door aandachtspunt Natuur. Dat zijn de gebieden binnen het Natuur Netwerk Nederland (NNN). Gesloten bodemenergiesystemen zijn niet verboden in deze gebieden, maar bij het ontwerp en de vergunningaanvraag moet rekening gehouden worden met de eisen (bijvoorbeeld vanuit de Waterwet) en een meldingsplicht.



Figuur 6 Screenshot van wkotool.nl voor postcode 7245, met in geel al bestaande individuele WKO's

Boring

Voor een bodemwarmtepomp is een boring nodig. Vaak wordt een verticale boring toegepast:

- 100 tot 150 m diep, afhankelijk van bodem;
- Met een tyeen-slang wordt een gesloten systeem aangelegd. De vloeistof in het systeem bevat antivries (vaak 30 % glycol);
- De soortelijke warmte van de verschillende aardlagen bepalen de diepte;
- Bij grote systemen (>70 kW) moet de bron geregenereerd worden. Dit betekent 's zomers warmte aan de bron toevoegen en 's winters warmte eruit halen (anders bevroren de leidingen ook). Bij kleinere systemen hoeft dit niet, echter gebeurt dit vanzelf wanneer de bron in de zomer ook gebruikt wordt voor koeling van de woning.



Figuur 7 Voorbeelden boring bodemwarmtepomp [9] en [11]

De 'boring' kan ook horizontaal uitgevoerd worden. Dit wordt in Nederland minder vaak uitgevoerd dan verticale boringen [10]. Kenmerken:

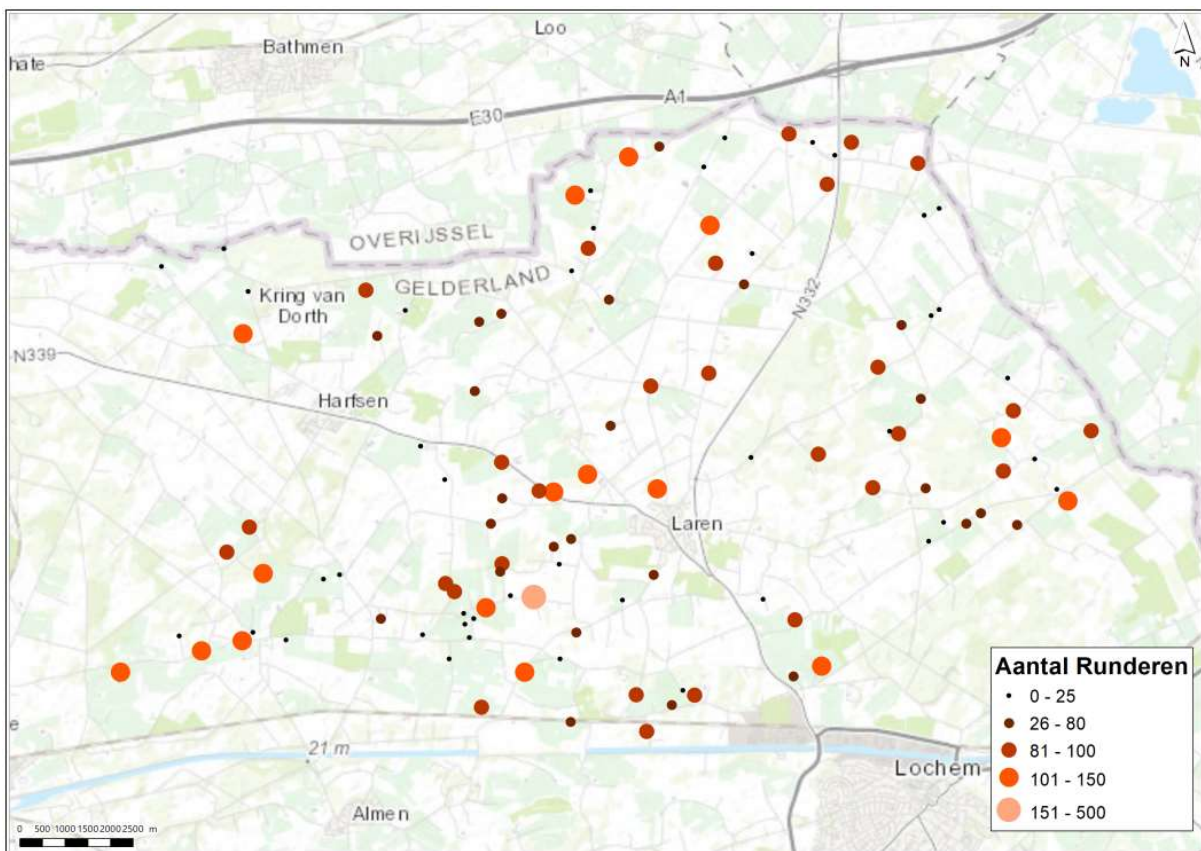
- Meestal 1,2-1,5 m diep;
- 10-15 W bij droge zandgrond per m² grondoppervlak, tot 30 - 35 W/m² bij watervoerend pakket;
- Laren heeft droge zandgrond => dan is voor 4 kW ca. 300 m² nodig.



Figuur 8 Voorbeeld horizontale boring, met in blauw kader een persoon ter indicatie van de grootte [10]

2.10.3. Hernieuwbaar gas met hybride warmtepomp / HR-ketel

In plaats van aardgas kan ook hernieuwbaar gas gebruikt worden. Onderstaande figuur geeft een overzicht van rundveebedrijven in de omgeving Laren weer met (voor zover bekend) het aantal runderen. Binnen het postcodegebied van Laren bevinden zich 50 veebedrijven met 5.300 melkkoeien. Deze produceren jaarlijks 130.000 m³ mest. Ook de mest van varkenshouderijen is te gebruiken. Bij het vergisten van mest in een anaerobe (zuurstofloze) tank ontstaat biogas en digistaat (een meststof). Biogas is een mengsel van methaan (CH₄), CO₂ en waterstofsulfide (H₂S). Het is mogelijk om het biogas (na het verwijderen van de waterstofsulfide) direct te verbranden en de warmte te gebruiken voor een hogetemperatuur energienet. Ook is het mogelijk om het biogas op te werken naar aardgas kwaliteit en in te voeren in het bestaande aardgas net. We noemen het gas dan 'groengas'.



Figuur 9 Overzicht van veehouderijen naar grootte (onder 0-25 vallen ook bedrijven waarvan de grootte onbekend is)

Biogas of groengas

De volgende rekenregel kan gebruikt worden: 1 koe levert ongeveer 800 m³ biogas. De energetische waarde hiervan staat gelijk aan 500 m³ aardgas (of groengas). Er zijn circa 9.500 koeien nodig zijn om in de huidige aardgas behoefte van Laren te kunnen voorzien (4,8 miljoen m³ gas). Laren zal, zonder het terugdringen van de energiebehoefte, niet volledig over kunnen op groengas. Toch kan het gebruik van groengas in een deel van de toekomstige energiebehoefte voorzien.

Zeker voor monumenten en woningen in het buitengebied waarvoor isoleren geen optie is of (te) kostbaar is, is het gebruik van groengas een goede optie. Zij zullen afhankelijk blijven van een warmtebron met een hoge temperatuur, waardoor veel andere opties afvallen. Bijkomend voordeel is dat de (bestaande) HR-ketel gebruikt kan blijven worden, al dan niet aangevuld met een hybride warmtepomp.

Het verbranden van (niet-opgewerkt) biogas lukt niet met een standaard CV-ketel. Het is mogelijk om dit gas te verbranden in een warmtekrachtkoppelinginstallatie (WKK, een gascentrale die zowel warmte als stroom opwekt) en via een warmtenet aan huizen te leveren. Deze optie is minder gunstig voor Laren dan het invoeren van groengas op het bestaande aardgasnet, omdat:

- Bij het transporteren van warmte door een hogetemperatuur warmtenet treden altijd verliezen op;
- De investeringskosten voor aanleggen van een warmtenet zijn hoog, voor het invoeren van groengas hoeft alleen het bestaande gasnet onderhouden te worden;
- De slecht te isoleren huizen en die echt een hogetemperatuur warmtebron nodig hebben (en dus weinig andere keuze hebben) staan met name in het buitengebied. Hier is de aanleg van een warmtenet door de lage dichtheid van woningen niet rendabel;
- Leveren aan een gesloten warmtenet in Laren geeft als risico dat productie en afname moeilijker op elkaar afgestemd kunnen worden dan bij gebruik van het landelijke gasnet. De reden hiervoor is dat er minder gebruikers zijn. Bijvoorbeeld: In de zomer zal de productie van biogas lager zijn door weidegang (minder mest in de vergister), het verbruik van woningen zal dan mogelijk echter nog kleiner zijn waardoor niet al het biogas benodigd is. Verwarming van het Larense zwembad is dan een optie. Uiteraard kan te veel aan biogas ook opgeslagen worden. Helaas is dit duur en zijn er om die reden ook locaties bekend waar overproductie leidt tot het affakkelen van biogas. Bij groengas (van aardgaskwaliteit) speelt dit probleem niet, het Nederlandse aardgasnet heeft namelijk veel buffercapaciteit, waardoor de afstemming van productie en vraag op deze projectschaal geen belangrijke rol speelt.

Wanneer het groengas ingevoerd wordt op het bestaande gasnet (in plaats van een separaat transportsysteem) kan niet gegarandeerd worden dat het Larense groengas ook door Larenaren gebruikt wordt. Immers zal dit gemengd worden met het al in de gasleiding aanwezige (aard/groen) gas. Om Laren van het aardgas te halen kan gewerkt worden met groengas certificaten (GVO). Gebruikers in Laren kunnen hun gasverbruik dan vergroenen door groen certificaten te kopen. Zie verder ook op www.groengas.nl

Grote centrale vergistingsinstallatie

Bij een grote centrale vergistingsinstallatie brengen de boeren de mest naar één centraal punt. Hier wordt de mest vergist (en opgewerkt). Deze optie is niet kansrijk voor Laren, omdat het lastig is om dit te realiseren; het vergunningstraject is moeilijk. Daarnaast is er veel transport van en naar de vergister nodig. Vaak wordt deze optie alleen gebruikt voor mest die afgevoerd wordt van bedrijven. Voorbeelden zijn Groot Zevert en Agrogas Varsseveld (nog te bouwen). Soms worden in deze vergisters nog andere afvalstromen toegevoegd om meer gas te leveren. Overheden zijn de laatste tijd kritischer geworden en het bijmengen van andere biologische afvalstromen is nu verboden. Er mag nu alleen nog maar mest vergist worden.

Monomestvergisting op boerderijniveau

Bij monomestvergisting wordt alle mest op de boerderij vergist. Het biogas dat hierbij ontstaat, wordt via transportleidingen naar een of meerdere biogashubs getransporteerd, nadat deze met behulp van actief kool ontdaan is van waterstofsulfide (dit kan leidingen aantasten). In de hub(s) wordt het biogas gezuiverd, opgewerkt naar aardgaskwaliteit en ingevoerd in het aardgasnet. Daarbij spelen onderstaande overwegingen een rol:

- Rendabiliteit is een belangrijk aandachtspunt. Hoe groter de schaal hoe interessanter de business case. Onderstaande uitgangspunten schetsen de contouren van een haalbare business case:
 - Om de kosten van een hub en leiding eruit te halen is de mest van minimaal 1.000 koeien nodig;
 - De kleinste biogashub waarmee (rendabel) groengas geproduceerd kan worden heeft een capaciteit van 250 m³/ uur. Vanaf 500 m³/ uur wordt het rendement een stuk hoger;
 - De vuistregel luidt dat er ongeveer 500 meter leiding aangelegd kan worden per boer;
- Voor bedrijven vanaf ongeveer 100 koeien kan het rendabel zijn om mee te doen. Dit is ook afhankelijk van de afstand tot andere deelnemende bedrijven en de eventueel benodigde stalaanpassingen. Zo moet voor het beste rendement de verse mest elke dag van de stal naar de vergister getransporteerd worden. Hiervoor zijn dichte stalvloeren en het gebruik van een mestrobot wenselijk. Veel boeren in de omgeving van Laren halen deze schaal niet en/of hebben nog niet de juiste voorzieningen in de stallen, zoals dichte stalvloeren. Of er een goede businesscase mogelijk is, zal blijken uit een haalbaarheidsstudie. Er zijn een aantal maatschappelijke ontwikkelingen die de business case voor de deelnemende boeren zouden kunnen versterken;
 - Bij het vergisten van mest wordt methaanuitstoot voorkomen (een broeikasgas dat 23x sterker is dan CO₂);
 - De emissie van ammoniak (NH₃) wordt voorkomen, wat in het kader van de stikstofcrisis een zeer gunstige ontwikkeling is. Het is daarom goed denkbaar dat er subsidiemogelijkheden zijn/ komen voor emissiereductiemaatregelen. Ook is de verwachting dat een dichte stalvloer het 'nieuwe normaal' wordt.
- Monomestvergisting op boerderijniveau past momenteel niet binnen het bestemmingsplan. De gemeente onderzoekt momenteel of hier onder bepaalde voorwaarden een oplossing voor kan komen waardoor kosten en proceduretijd omlaag kunnen. Bijvoorbeeld via de beleidsregels kruimelgevallen.

Waterstof

Naast de productie van groengas uit biogas wordt er ook geëxperimenteerd met omzetting naar waterstofgas middels een innovatieve techniek genaamd 'methaan plasmalyse'. Volgens het bedrijf Graforce, die met deze techniek een pilot draait in Berlijn, kan dit de volgende voordelen bieden:

- De technologie heeft met de huidige stand van techniek een geringe energiebehoefte van 10 kWh per geproduceerde kg H₂;
- De plasmalysetechnologie geeft een negatieve CO₂-emissie van -11 kg CO₂ per kg H₂;
- Het draagt, in combinatie met monomestvergisting, substantieel bij aan het terugdringen van emissies uit de mestkelders;
- De geproduceerde waterstof kan worden ingezet voor verwarming, teruglevering en transport, afhankelijk van de geleverde kwaliteit;
- Door het zeer lage omgevingshinderniveau kan het een substantiële bijdrage leveren aan de Regionale Energie Strategie in agrarische gebieden, waar grootschalige wind- en zonne-energieprojecten op toenemende weerstanden stuiten;
- Het kan een bijdrage leveren aan het oplossen van netproblemen doordat het de lokaal geproduceerde energie (bijvoorbeeld van windmolens, zonneparken of zonnedaken) kan afnemen.

Conclusie

Het lijkt gezien het grote aantal veehouderijen in de omgeving van Laren op het eerste gezicht mogelijk om biogas te produceren op boerderijschaal (monomestvergisting), deze in centrale hubs op te werken tot waterstof of groengas die vervolgens ingevoerd kan worden op het bestaande aardgasnetwerk. Als de businesscase rond gekregen kan worden, is de opwek van hernieuwbaar gas dus een kansrijk alternatief voor aardgas in Laren, met name voor slecht te isoleren huizen. De productie van biogas in een centrale vergister en de verbranding van biogas in een WKK-installatie zijn geen kansrijke alternatieven voor Laren.

2.10.4. Zonthermie

Zonnewarmte is de benutting van de energie van de zon in de vorm van warmte. Je kunt zonnewarmte collectief gebruiken om een lagetemperatuur warmtenet te voeden waar meerdere huizen op zijn aangesloten. Daarnaast kun je zonnewarmte ook op kleine schaal (bijvoorbeeld een huishouden) gebruiken om warm tapwater te maken of voor ruimteverwarming. Als de temperatuur niet hoog genoeg is, kan zonnewarmte gecombineerd worden met een warmtepomp. Er zijn ook zonnecollectoren die de zonne-energie omzetten in warmte én elektriciteit: de PVT-panelen. Deze PVT-panelen worden meestal gecombineerd met een warmtepomp. Grootschalige zonnewarmteprojecten maken vaak gebruik van een grondopstelling. Hier is voldoende ruimte voor nodig en de grond mag niet te duur zijn. Daarnaast is een vorm van opslag noodzakelijk, omdat de zon niet altijd beschikbaar is als de warmte nodig is. Opslag van warmte staat nog in de kinderschoenen.

Je kunt zonnewarmte grootschalig gebruiken onder andere met deze systeem opstellingen:

- Collectief: zonneveld met centrale buffer (bijvoorbeeld WKO) en centrale warmtepomp, met een lage- (35-50 °C) of midden- (50-70 °C) temperatuur warmtenet;
- Semi-collectief: zonneveld met centrale buffer (bijvoorbeeld WKO), een lagetemperatuur warmtenet, en individuele warmtepompen en buffering voor tapwater in elke woning;
- Semi-collectief: zonneveld of collectoren op daken met een lagetemperatuur warmtenet en individuele warmtepompen en buffervat.

Individueel is ook mogelijk, bijvoorbeeld met individuele zonnecollectoren op dak, geen warmtenet en individuele warmtepomp en buffer.

In het centrum van Laren kan collectieve zonthermie ingezet worden. Er moet in dat geval ruimte beschikbaar gemaakt worden voor de zonthermische panelen, bijvoorbeeld in de landelijke gebieden op landbouwgrond of op grote beschikbare daken. De verzamelde warmte kan met een centrale buffer (bijvoorbeeld een WKO) en warmtepomp op de gewenste temperatuur worden gebracht en dan via het warmtenet naar de huizen worden gebracht.

2.10.5. Waterstof

Een alternatief voor aardgas is waterstof. Waterstof heeft een aantal voordelen: het kan eenvoudig opgeslagen worden, het huidige gasnet kan met aanpassingen gebruikt worden, waterstof kan geproduceerd worden uit duurzame bronnen en het huidige warmteafgifte systeem in huizen kan behouden blijven.

Een belangrijk nadeel van waterstof is dat er grote energieverliezen (48 %) optreden in de omzetting van elektriciteit en water naar waterstof (de meest gebruikte productiemethode). Die energie zou bij toepassing in de vorm van elektriciteit beschikbaar blijven voor het uiteindelijke doel: het verwarmen van woningen. Ook is het mogelijk om waterstof uit biogas te produceren, deze omzetting lijkt efficiënter en wordt momenteel onderzocht (Zie paragraaf 2.10.3).

Een ander obstakel in de transitie van aardgas naar duurzame brandstoffen is dat een gasleiding slechts één type gas kan transporteren. Op dit moment kan aardgas tot 3 % met waterstof bijgemengd worden, op termijn wordt 20 % misschien mogelijk [28]. Echter, bij een volledige overstap naar waterstof zullen alle woningen aan dezelfde leiding waterstof geleverd krijgen. Kortom, alle verbonden woningen zouden tegelijk moeten overstappen op een andere brandstof.

Voor waterstof is het nodig het bestaande leidingnet, gasmeters en gasketels aan te passen. Waterstof heeft nog een aantal specifieke uitdagingen in het ontwerp van de ketel [18]. Prototypes worden momenteel geïnstalleerd in Lochem en Apeldoorn.

Volgens Stedin speelt waterstof tot 2030 naar verwachting geen significante rol in de gebouwde omgeving (woningen en bedrijven). Beschikbare waterstof wordt eerst gebruikt in andere sectoren, zoals de industrie, zwaar transport en elektriciteitsvoorziening waarvoor andere typen energiebronnen niet geschikt zijn [21]. Deze opvatting wordt gedeeld door TNO [22].

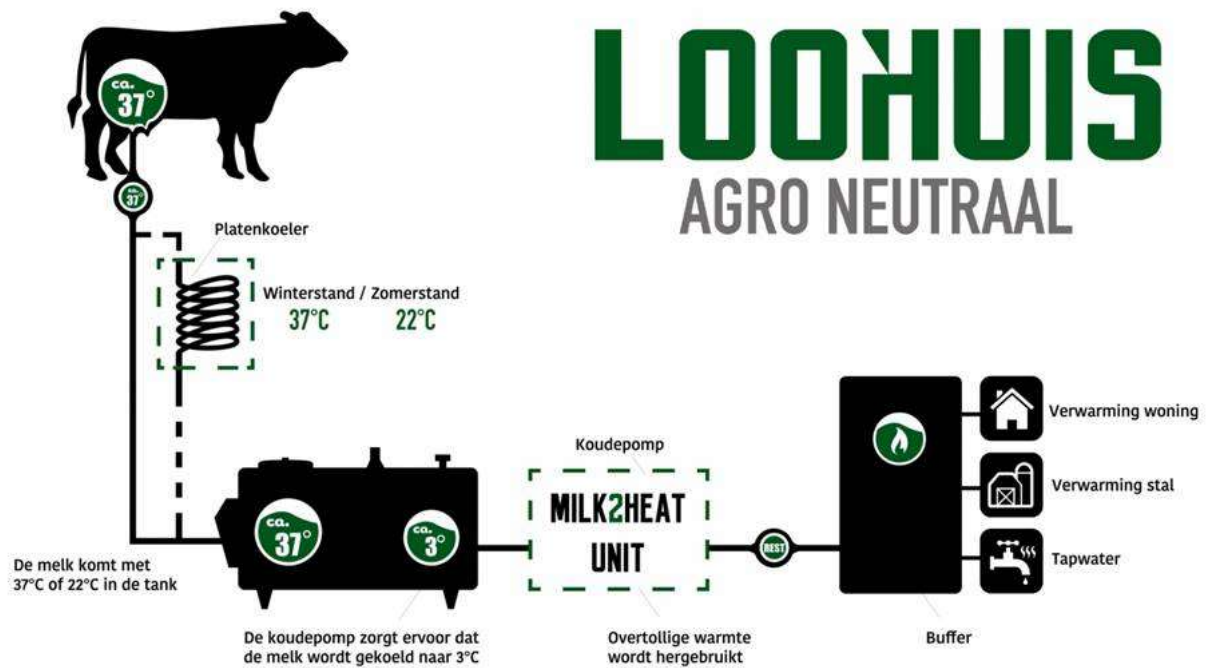
Of waterstof na 2030 een grote rol gaat spelen in de gebouwde omgeving, hangt af van een aantal factoren: de kostprijs van waterstof, de kosten van alternatieven (waaronder andere duurzame gassen), de prijs die de bewoner bereid is te betalen, het beleid dat de overheid voert (wetgeving, fiscaliteit, subsidie, etc.), de belasting van CO₂ en de elektriciteitsprijs [21].

Er moet nog heel wat gebeuren qua techniek en (overheids-)beleid voordat waterstof gebruikt kan worden voor woningverwarming. Op korte termijn wordt waterstof niet gezien als een oplossing voor woningverwarming. Op de lange termijn (na 2030) wordt het gebruik van waterstof mogelijk wel als een realistische oplossing gezien.

2.10.6. Restwarmte

Er is geen grote industriepartij in Laren die restwarmte levert via een hogetemperatuur warmtenet. Er is onderzocht of Friesland Campina dit zou kunnen leveren. Echter ligt het bedrijf te ver weg om dit financieel haalbaar te krijgen.

Bij melkveehouderijen is warmteterugwinning mogelijk, bijvoorbeeld het concept Milk2Heat. De warmte die vrijkomt bij het koelen van melk (van ongeveer 27 °C naar 3 °C), wordt opgeslagen in een buffervat en kan worden hergebruikt voor vloerverwarming of het bereiden van warm water. Doordat het om een continue warmtestroom gaat (de melkproductie gaat door), is het een betrouwbare warmtebuffer. En op deze manier wordt het gasverbruik drastisch verminderd. Deze restwarmte techniek maakt gebruik van een warmtepomp, waarbij melk het medium is waaraan warmte onttrokken wordt in plaats van de lucht of bodem. Dit is voor melkveehouderijen een kansrijk alternatief voor aardgas. Het is niet aannemelijk dat er voldoende warmte beschikbaar is om ook de burens van deze bron mee te laten profiteren.

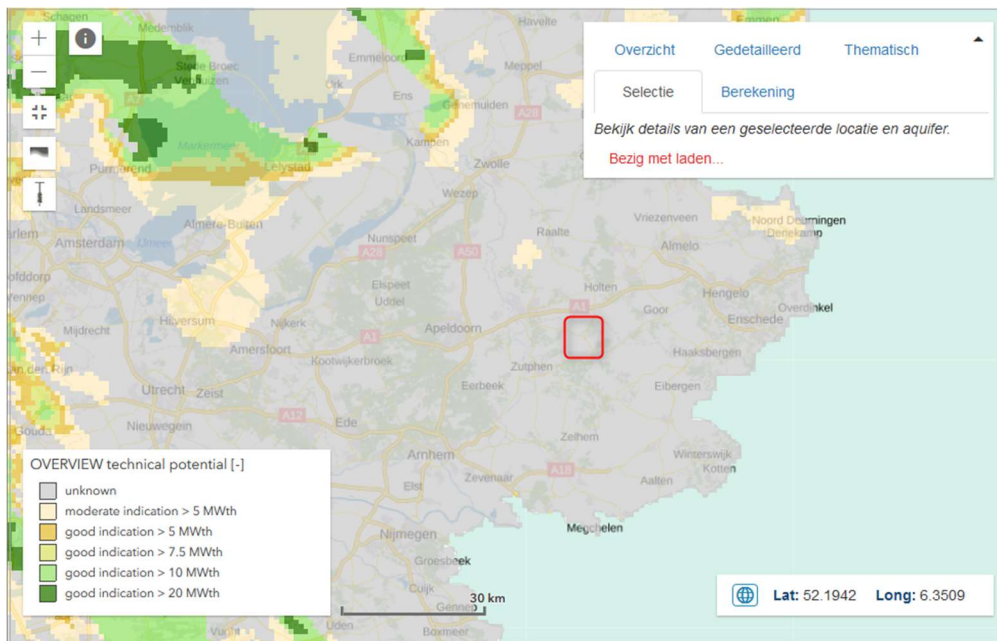


Figuur 10 Schematische opstelling milk2heat systeem

2.10.7. Geothermie

'Geothermie (aardwarmte) is lokale duurzame warmte uit de diepe ondergrond (minimaal 500 m diepte) voor de verwarming van huizen, kassen en industrie. De temperatuur loopt op met de diepte: hoe dieper, hoe warmer. Het van nature aanwezige warme water wordt uit de ondergrond opgepompt. De warmte wordt eruit gehaald. Een pomp zorgt ervoor dat het afgekoelde water terugstroomt in dezelfde aardlaag waarna het weer opwarmt' [23].

Het grote voordeel van geothermie is dat het niet afhankelijk is van het weer. Voor geothermie is een grote investering noodzakelijk vanwege de diepe boring en aanleg van een warmtenet. De diepte is sterk afhankelijk van de ondergrond [24]. In het najaar worden data verwacht vanuit het SCAN programma van het EBN. Dit programma onderzoekt de dikte, diepte, geschiktheid en structuur van aardlagen. Wanneer die gegevens bekend zijn, kan de potentie van geothermie in de gemeente inzichtelijker worden. Wat we al wel weten is dat voor geothermie een minimale afnamecapaciteit vereist is om de grote investeringskosten voor de bron en het bijbehorende warmtenet te kunnen verantwoorden. Deze afnamecapaciteit is in Laren te klein. Vaak zijn er minimaal 6.000 huishoudens nodig om dit systeem rendabel te krijgen. Geothermie als alternatieve energiebron is voor Laren dus geen kansrijk alternatief.



Figuur 11 Technisch potentieel geothermie, voor Laren onbekend (zie rode kader) [24]

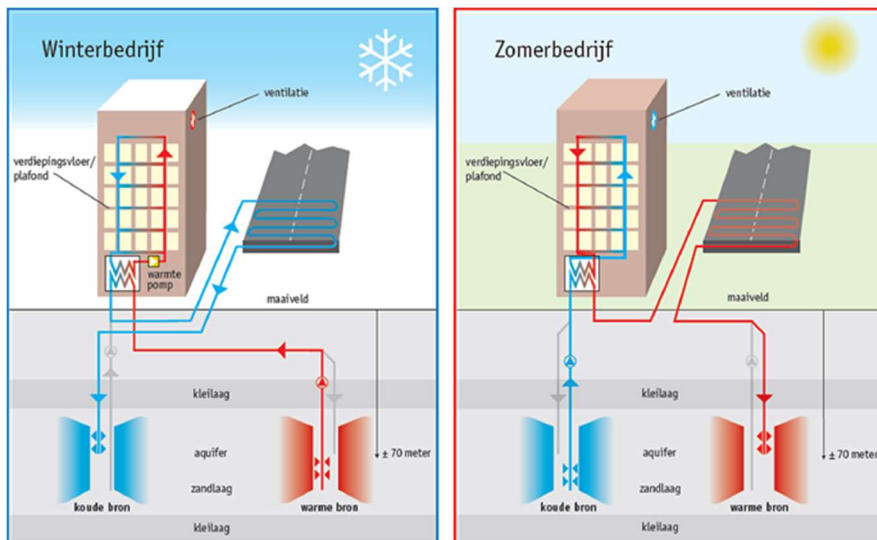
2.10.8. Innovatieve technieken (in ontwikkeling)

Asfaltthermie

Asfaltthermie kan worden toegepast op wegen met een groot oppervlak. Een asfaltcollector wint warmte uit (door de zon opgewarmd) asfalt door vloeistof door een geïntegreerd buizensysteem door het asfalt te laten stromen. Dit buizensysteem wordt geplaatst in de tussenlaag van het asfalt. Bij renovaties wordt een weg overlaagd, of de deklaag wordt vervangen. Dit heeft geen gevolgen voor het buizensysteem. Het principe is min of meer te vergelijken met een vloerverwarming thuis, met als belangrijk verschil dat de warmterichting precies omgekeerd is. De asfaltcollector brengt de hitte die zich in de zomer verzamelt in het asfalt bijeen. De afgevangen warmte kan naar een ondergrondse Warmte Koude Opslag (WKO) worden getransporteerd en hier worden opgeslagen. De opgeslagen warmte kan voor twee functies worden gebruikt:

- Het leveren van warmte aan woningen of utiliteitsgebouwen. Hiervoor wordt de warmte eerst opgewerkt door een (centrale) warmtepomp, waarna het geleverd kan worden via een laagtemperatuur warmtenet;
- Het verwarmen van het wegdek om dit ijsvrij te houden, wat het gebruik van pek en de bijbehorende milieuschade voorkomt.

Technisch gezien is het wel een mogelijkheid voor Laren. Deze innovatieve techniek zou op de N332 toegepast kunnen worden die in 2023 door de provincie gerenoveerd wordt. LochemEnergie probeert hier aansluiting te vinden, maar er zitten nog veel haken en ogen aan. Zo blijkt de organisatie vaak lastig. Er moet enerzijds afstemming gevonden worden met de Provincie (eigenaar van het wegdek) om de warmte in een WKO op te slaan, met de bijbehorende investering en onderhoud. Anderzijds moet er ook voldoende animo zijn bij bewoners. De bereidheid van beide partijen om mee te werken zal naar verwachting met elkaar samenhangen. Dit heeft tijd nodig om te groeien. Mogelijk is 2023 iets te kortdage. Er wordt daarom ook gekeken naar de volgende asfaltwegen: Deventerweg, Holterweg, Oosterenkweg, Sportparkweg en Vonkertweg, Banninksweg, Veldhoenkamp, Elsmaat, Postelstraat, Verwoldseweg.



Figuur 12 Visualisatie werkingsprincipe levering asphaltwarmte aan woningen/ utiliteitsgebouwen[29]

Aquathermie

Aquathermie is de verzamelnaam voor technieken die warmte onttrekken uit water. Onder andere warmte uit oppervlaktewater (TEO) en warmte uit afvalwater (riothermie) vallen hieronder.

Warmte uit oppervlaktewater (TEO)

Bij deze techniek wordt warmte onttrokken uit oppervlaktewater. In de zomer is er meer warmte beschikbaar dan in de winter, dus wordt dit vaak in combinatie met een seizoenbuffer (bijvoorbeeld WKO) toegepast. De WKO kan dan dienen als bron voor een collectieve warmtepomp, die de huizen op de gewenste temperatuur via een warmtenet voorziet van warmte. Het water kan ook op brontemperatuur naar de woningen vervoerd worden (met een zogenaamd bronnet), en daar met individuele warmtepompen tot de gewenste temperatuur gebracht worden.

Het dichtstbijzijnde oppervlaktewater dat hier voor Laren geschikt zou kunnen zijn is het Twentekanaal. Dit kanaal ligt echter meer dan 5 km van de kern van Laren af, waardoor dit geen kansrijke warmtebron voor Laren is.

Riothermie

Riothermie is een techniek waarbij middels een warmtewisselaar warmte uit het riool wordt gewonnen. Met een warmtepomp wordt de warmte op de gewenste temperatuur gebracht. Doordat de temperatuur relatief constant is gedurende het jaar, kan er een hoger rendement gehaald worden dan bij oppervlaktewater, en is een WKO niet altijd noodzakelijk.

Voor riothermie moet de hoofdriolering een flink debiet hebben om een kansrijk rendement te behalen. De hoofdleiding die tussen Laren en Lochem ligt (de grootste in de omgeving) is hier te klein voor. Daarmee is Riothermie geen kansrijk alternatief voor aardgas in Laren.

Een andere vorm van riothermie maakt gebruik van gezuiverd rioolwater, zogenaamd effluent. Deze warmte wordt dan gewonnen bij de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) zelf. Deze is ook niet kansrijk, door de afstand tussen Laren en de RWZI in Holten.

3. Kansrijke oplossingen en transitiepaden

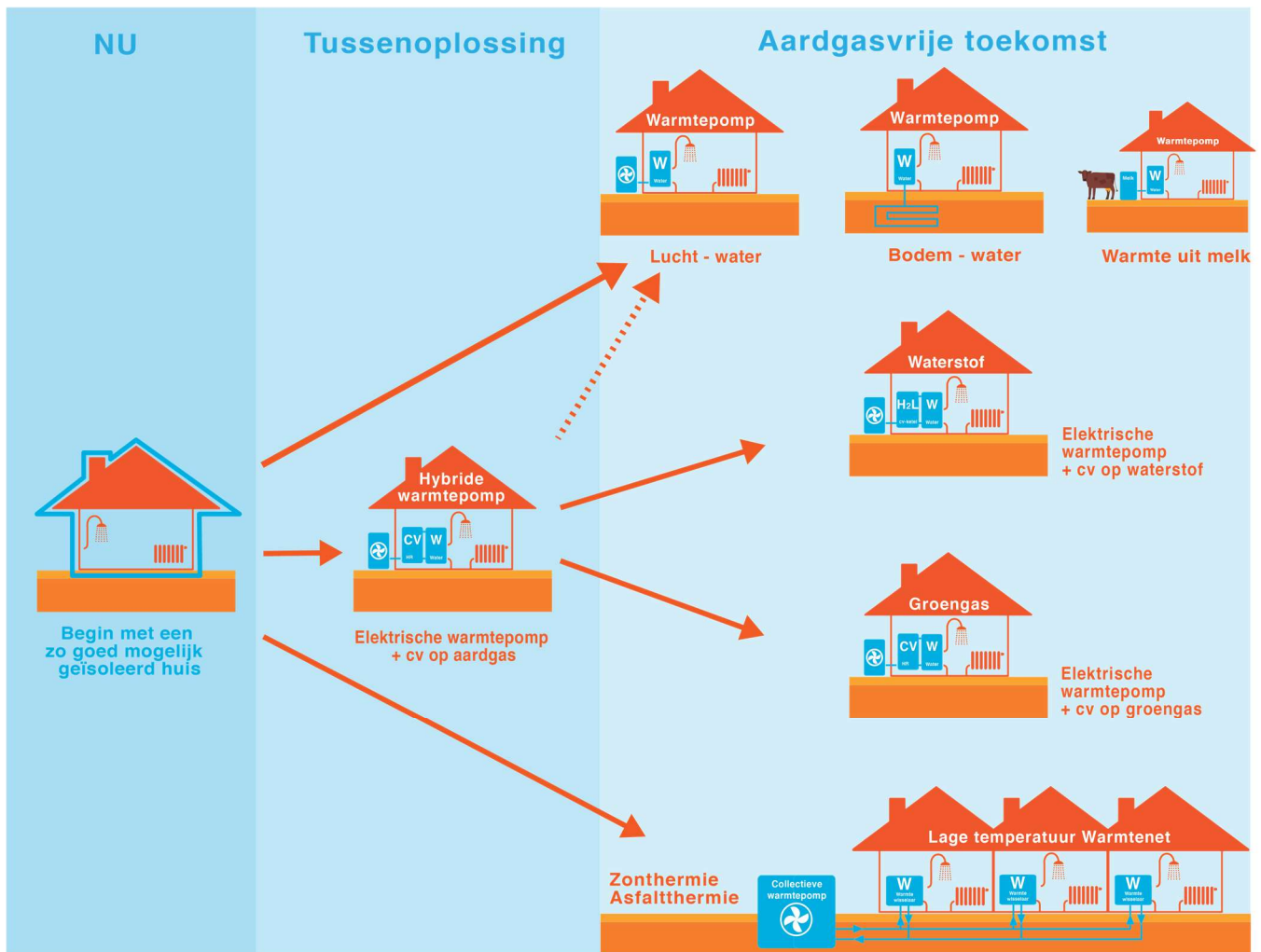
3.1. Inleiding

De energietransitie begint bij het terugdringen van de energievraag (stap 1 van de trias energetica). In hoofdstuk 2 kwam naar voren dat Laren op dit moment jaarlijks 4,8 miljoen m³ aardgas gebruikt. Door alle huizen verder te isoleren tot minimaal Label B zou het verbruik met 18 % teruggebracht kunnen worden tot 3,9 miljoen m³ aardgas per jaar. Met het isoleren van woningen kan nu meteen begonnen worden.

Uit de technische analyse kwamen een viertal kansrijke alternatieven voor aardgas naar voren om de (resterende) energiebehoefte in te vullen (stap 2 van de trias energetica):

1. All-electric warmtepomp (bodem-water, lucht-water, of Milk2Heat);
2. Groengas (uit monovergisting op boerderijschaal);
3. Waterstof;
4. Kleinschalig laagtemperatuur warmtenet in de kern van Laren op basis van zonthermie, of asfaltthermie en WKO.

Sommige van deze oplossingen zijn direct mogelijk, anderen laten nog even op zich wachten. Door de verschillende kansrijke oplossingen in de tijd te zetten ontstaan 4 transitiepaden (figuur 13). Deze paden kunnen naast elkaar bestaan. Immers hoeft niet heel Laren over op dezelfde alternatieve energiebron. In de toekomst zullen we steeds vaker zien dat binnen gemeenten, dorpen en zelfs wijken gebruik gemaakt wordt van verschillende systemen. Zo krijgt elk gebied zijn eigen 'energiemix'. Bij individuele oplossingen kunnen bewoners bovendien zelf kiezen wanneer zij de overstap maken. In de transitiepaden (figuur 13) geeft naast de volledig aardgas loze eindoplossingen ook een tussenoplossing weer, de hybride warmtepomp. De hybride warmtepomp in combinatie met een HR-ketel op (duurzaam) gas kan zowel een tussenoplossing als eindoplossing zijn. Een hybride warmtepomp is een systeem waarbij een warmtepomp onder de meeste condities warmte levert en de piekenergievraag opgevangen wordt door een HR-ketel op gas. Dit systeem kan een goede (vaak financieel gunstige) tussenstap zijn richting aardgasvrij (stap 3 van de trias energetica).



Figuur 13 Kansrijke transitiepaden

Leeswijzer

In dit hoofdstuk wordt de impact van de vier transitiepaden toegelicht. Er wordt ingegaan op technische en financiële aspecten, de bereidheid van bewoners en overige aandachtspunten. De financiële aspecten worden toegelicht aan de hand van 3 voorbeeldwoningen met een verschillend isolatieniveau. In paragraaf 3.2 worden de voorbeeldwoningen beschreven. Ook wordt ingegaan op de wenselijkheid en soms noodzaak voor isolatie van de woning om energie te besparen en het warm genoeg te krijgen in huis. Ook de kosten komen hierin aanbod. In vrijwel alle transitiepaden kan of zal een deel van de warmtevraag opgevangen worden met elektriciteit. De extra elektriciteitsvraag kan opgevangen worden met behulp van zonnepanelen. Paragraaf 3.3 licht toe hoe PV-zonnepanelen meegenomen worden in de financiële voorbeeldberekeningen. In paragraaf 3.4 t/m 3.7 worden de 4 transitiepaden in detail beschreven. Paragraaf 3.8 vergelijkt vervolgens de 4 transitiepaden. Hierbij wordt met name ingegaan op het financiële plaatje voor de 3 voorbeeldwoningen.

3.2. Energiebesparing door isolatie

Isoleren is belangrijk voor het terugdringen van de energiebehoefte. Daarnaast is het isoleren van woningen tot Label B of hoger zelfs noodzakelijk wanneer de woning verwarmd wordt met een lagetemperatuur energiebron. Dit is het geval bij transitiepad 1 all-electric warmtepompen en transitiepad 4: kleinschalig lagetemperatuur warmtenet. Ook moet bij deze transitiepaden het warmteafgifte systeem in de woningen geschikt zijn voor een lagetemperatuur warmtebron. In deze paragraaf wordt voor drie karakteristieke woningen in Laren uitgewerkt wat dit betekent. Voor oplossingen met een hybride warmtepomp is isolatie tot minimaal Label D noodzakelijk. Over het algemeen kan worden aangenomen dat isolatie maatregelen tot Label C financieel terugverdiend kunnen worden over de levensduur van de materialen (doordat de energielasten omlaag gaan). Echter is dit kantelpunt voor iedere woning en gebruiker anders, waardoor advies op maat nodig is.

3.2.1. Isolatiemaatregelen

Voor lagetemperatuur warmteoplossingen wordt een hoge mate van isolatie vereist, meestal wordt uitgegaan van een Label B. In tabel 9 is een overzicht te zien met mogelijke isolatiemaatregelen behorende bij Label B. Wat dit betekent voor een individueel huis kan erg uiteenlopen. Om een beter idee te krijgen van de kosten hiervan is voor drie representatieve voorbeeldwoningen een berekening uitgevoerd met de Witteveen+Bos Warmtewijzer:

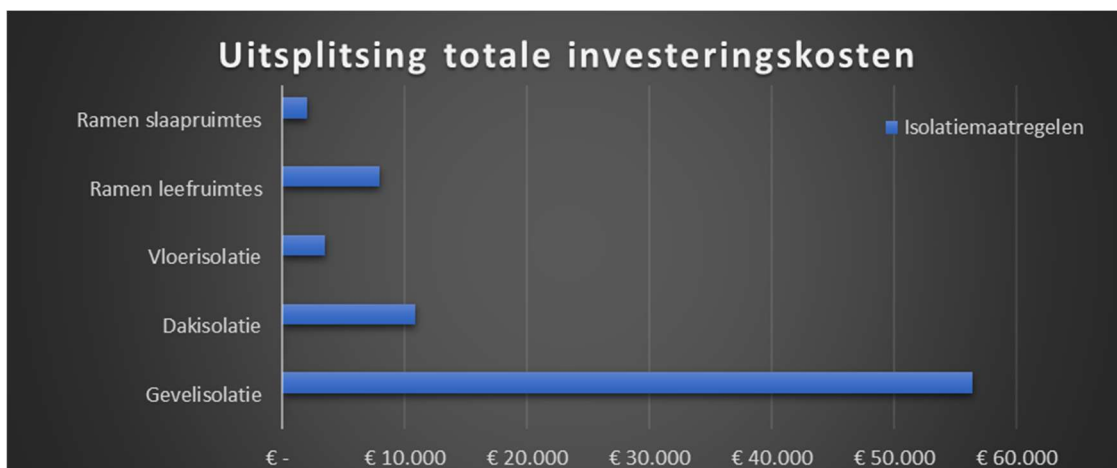
- Voorbeeldwoning met Label G: Een vrijstaande woning uit 1912 met Label G;
- Voorbeeldwoning met Label C: Een 2-onder-1-kap woning uit 1981 met Label C;
- Voorbeeldwoning met Label A: Een vrijstaande woning uit 2000 met Label A.

Tabel 9 isolatie voor Label B+

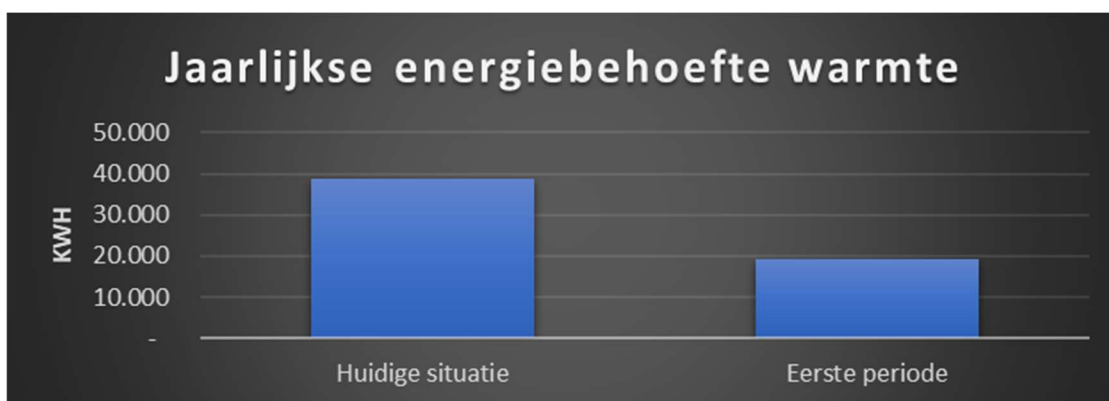
Mogelijke maatregel	In scenario	Kosten [EUR]
Vloerisolatie	ordegrootte 120 mm (RC3.5)	120 per m ² (opp. vloer)
Dakisolatie	minimaal 120 mm (RC3.5)	120 per m ² (opp. dak)
Gevelisolatie	<i>tussenwoning/appartement:</i> spouwmuurisolatie <i>Hoek, 2-1 kap of vrijstaand:</i> Voorzetwanden + spouwmuurisolatie	130 per m ² (opp. buitenmuur)
Glas/kozijnvervangning	overall HR++	130 per m ² (opp. ramen)
Luchtdichtheid	kierdichting	500

Voorbeeldwoning met Label G

De eerste voorbeeldwoning is een groot vrijstaand huis uit 1912 met een woonoppervlakte van 298 m² en heeft een huidig gasverbruik van 3.800 m³. Door de huidige verwarmingsinstallatie en het isolatieniveau in te voeren kan de Warmtewijzer het gasverbruik met een berekening benaderen. Voor de huidige situatie is aangenomen dat de thermostaat op 19 °C staat en de bovenverdieping niet verwarmd wordt. Vervolgens is voor het isolatieniveau uitgegaan van 'matige isolatie' en 'dubbel glas' waarmee het gasverbruik uit de berekening uitkwam op 4.000 m³ aardgas. Vervolgens is de huidige situatie vergeleken met het vereiste isolatieniveau voor lagetemperatuur verwarming, om de benodigde maatregelen te bepalen. Een overzicht van de kosten voor de isolatiemaatregelen voor deze woning staan hieronder.



Figuur 14 Investeringskosten voor isolatiemaatregelen voor de voorbeeldwoning met Label G om naar Label B te gaan

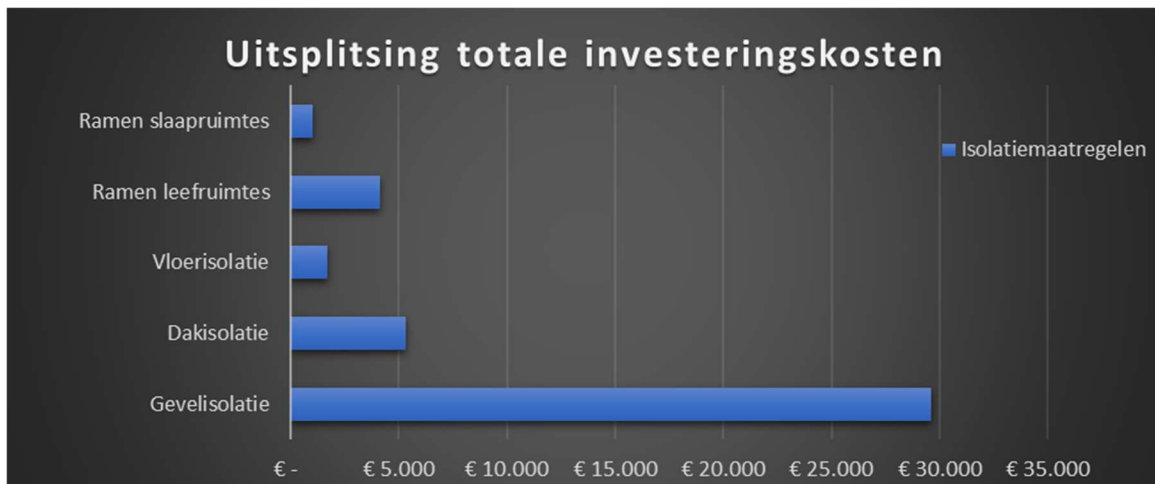


Figuur 15 Afname warmtebehoefte de voorbeeldwoning met Label G na isolatiemaatregelen

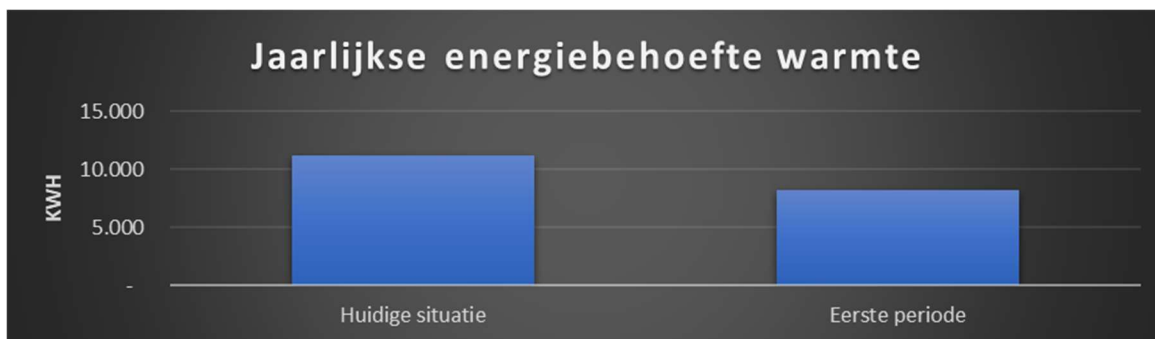
De totale investeringskosten worden dan ongeveer 80.000 EUR voor isolatie in deze woning. De jaarlijkse energiebehoefte voor warmte neemt daardoor af met ongeveer 50 % wat een besparing oplevert van € 1.500 / jaar. Wanneer gebruik gemaakt wordt van een HR-CV ketel wegen de totale investeringskosten na 55 jaar op tegen de jaarlijkse besparingen op aardgas. De terugverdientijd op de isolatiemaatregelen is bij benadering $80.000 / 1.500 = 55$ jaar.

Voorbeeldwoning met Label C

De tweede woning is een 2-onder-1-kaphuis uit 1981 met een oppervlakte van 146 m², en heeft een huidig gasverbruik van 1.200 m³. Door de huidige verwarmingsinstallatie en het isolatieniveau in te voeren kan de Warmtewijzer een gasverbruik met een berekening benaderen. Voor de huidige situatie is aangenomen dat de thermostaat op 19 °C staat en de bovenverdieping niet verwarmd wordt. Vervolgens is voor het isolatieniveau uitgegaan van 'redelijke isolatie' en 'dubbel glas' waarmee het gasverbruik uit de berekening uitkwam op 1.200 m³ aardgas. Vervolgens is de huidige situatie vergeleken met het vereiste isolatieniveau voor lagetemperatuur verwarming, om de benodigde maatregelen te bepalen. Een overzicht van de kosten voor de isolatiemaatregelen staat hieronder.



Figuur 16 Investeringskosten isolatiemaatregelen voor de voorbeeldwoning met Label C om naar Label B te gaan

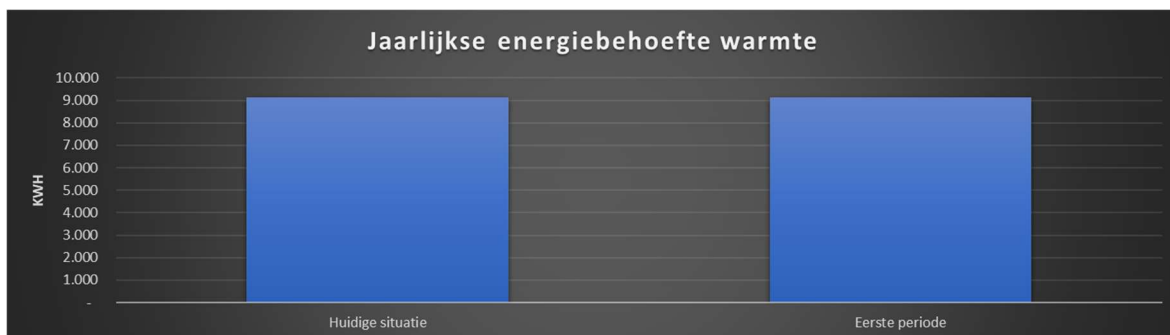


Figuur 17 Afname warmtebehoefte de voorbeeldwoning met Label C na isolatiemaatregelen

Voor de voorbeeldwoning met Label C komen de totale kosten voor isolatie naar Label B uit op 40.000 EUR. Het grootste gedeelte van de kosten komen uit de gevelisolatie. De warmtevraag neemt door de extra isolatie af met ongeveer 30 %, wat een besparing van circa 200 EUR oplevert ten opzichte van de huidige energierekening van 950 EUR per jaar. Isolatie verder dan label C is bij deze voorbeeld- woning (net als bij de meeste andere woningen) financieel niet rendabel. Echter zijn er andere redenen (duurzaamheid, comfort) om wel verder te isoleren. Ook is isoleren een goed idee wanneer er toch al wordt verbouwd.

Voorbeeldwoning met Label A

De derde woning is een vrijstaand huis uit 2000 met een oppervlakte van 140 m², en heeft een huidig gasverbruik van 1.000 m³. Door de huidige verwarmingsinstallatie en het isolatieniveau in te voeren kan de Warmtewijzer een gasverbruik met een berekening benaderen. Voor de huidige situatie is aangenomen dat de thermostaat op 20 °C staat en de bovenverdieping wel wordt verwarmd. Vervolgens is voor het isolatieniveau uitgegaan van 'goede isolatie' en 'HR++ glas' voor de ramen, waarmee het gasverbruik uit de berekening uitkwam op 1.000 m³ aardgas. Vervolgens is de huidige situatie vergeleken met het vereiste isolatieniveau voor laagtemperatuur verwarming, om de benodigde maatregelen te bepalen. Zoals verwacht zijn er voor deze woning geen verdere aanpassingen nodig.



Figuur 18 Jaarlijkse energiebehoefte voor de voorbeeldwoning met Label A

Er hoeft in deze woning geen aanpassing gedaan te worden aan de isolatie. De energiebehoefte blijft daardoor gelijk en er is geen investering nodig.

3.2.2. Aanpassingen gebouwinstallaties voor lagetemperatuur (LT) verwarming

Om de woning geschikt te maken, moeten er vaak ook aanpassingen gedaan worden aan het warmte-afgiftesysteem. Vloerverwarming of LT-convectoren zijn geschikte systemen. Ook moeten er aanpassingen gedaan worden aan het ventilatiesysteem, aangezien er minder natuurlijke ventilatie plaatsvindt bij goede isolatie. Mechanische ventilatie met actieve warmteterugwinning (WTW) is het meest geschikt voor LT-woningen. Hieronder staan de investeringskosten voor deze systemen voor de drie voorbeeldwoningen. Warmteterugwinning kan soms lastig te realiseren zijn in verband met kanalenverloop en -dimensies. Een alternatief voor actieve warmteterugwinning is mechanische ventilatie met CO₂-sensoren. Zodoende wordt alleen geventileerd wanneer dit voor de luchtkwaliteit in huis wenselijk is.

Tabel 10 Investeringskosten voor systeemaanpassingen lagetemperatuur (LT) verwarming in de drie voorbeeldwoningen

	Vloerverwarming	WTW ventilatie
Voorbeeldwoning met Label G	11.000 EUR	10.000 EUR
Voorbeeldwoning met Label C	5000 EUR	6.000 EUR
Voorbeeldwoning met Label A	0 EUR	0 EUR

3.2.3. Financiële aspecten

De totale kosten voor het gereed maken van de voorbeeldwoningen voor lagetemperatuur verwarming, inclusief isolatie maar exclusief warmte opwek (lees elektriciteit, of gas) staan in tabel 11. In hoofdstuk 4 wordt verder ingegaan op de mogelijke subsidies, collectieve inkoop voorzieningen en leningen die kunnen helpen om de investering te financieren.

Tabel 11 Totale investeringskosten voor gereed maken voor laagtemperatuur (LT) verwarming voor de drie voorbeeldwoningen

	Isolatie	Warmtesysteemaanpassing	Totaal
Voorbeeldwoning met Label G	80.000 EUR	20.000 EUR	100.000 EUR
Voorbeeldwoning met Label C	40.000 EUR	10.000 EUR	50.000 EUR
Voorbeeldwoning met Label A	0 EUR	0 EUR	0 EUR

3.3. Opvangen extra elektriciteitsbehoefte met PV-zonnepanelen

In alle kansrijke transitiepaden voor Laren kunnen/zullen warmtepompen een rol spelen. Warmtepompen verhogen de elektriciteitsvraag van de woning. Deze extra vraag kan opgevangen worden door PV-zonnepanelen te plaatsen. Dit zal de investeringskosten vergroten, en de jaarlijkse energielasten verlagen. Onder de huidige salderingsregeling wordt alle opgewekte en aan de het net geleverde stroom afgetrokken van het eigen energieverbruik, waardoor de electriciteitsrekening tot 0 gebracht kan worden. De salderingsregeling zal blijven gelden tot in elk geval 1 januari 2023, en zal daarna vermoedelijk stapsgewijs afgebouwd worden tot 0 % in 2031³. In de berekeningen is geen rekening gehouden met het afbouwen van de salderingsregeling na 2023. Stroom die wordt opgewekt en terug geleverd buiten de salderingsregeling zal tegen een minder gunstig tarief verkocht worden aan het net. Hierbij wordt een terugverdiensijd voor een nieuw systeem van zeven jaar beoogd.

Ter aanvulling op de voorbeeldberekeningen hierna, is er ook uitgerekend wat de investeringskosten en besparing zou zijn van het toepassen van PV-zonnepanelen om de elektriciteitsvraag van het warmtesysteem te compenseren. Hierbij moet in gedachte gehouden worden dat niet elk dak geschikt is of groot genoeg is voor het benodigde aantal zonnepanelen. De aannames die gebruikt zijn om de kosten en opbrengsten te berekenen staan in de tabel hieronder.

In paragraaf 3.3 t/m 3.5 wordt voor verschillende woningtypen een financiële voorbeeldberekening gemaakt. Hierin wordt onderscheid gemaakt in het financiële plaatje met en zonder eigen PV-panelen. In de voorbeeldberekeningen met PV-panelen wordt aangenomen dat de volledige extra energievraag van warmtepompen opgevangen wordt met behulp van zonnepanelen. In realiteit zal rekening gehouden moeten worden dat niet elk dak geschikt of groot genoeg is voor het benodigde aantal zonnepanelen. De aannames die gebruikt zijn om de kosten en opbrengsten van PV-panelen te berekenen staan in de tabel hieronder.

³ <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2019/04/26/salderingsregeling-verlengd-tot-2023>

Tabel 12 Aannames over PV-zonnepanelen

Aanname	Waarde	Eenheid
Jaarlijkse opbrengst PV	875	kWh/kWp-jaar
Opbrengst per paneel	340	Wp/paneel
Oppervlakte paneel	1,7	m ²
Investeringskosten per vermogen	1	EUR/Wp
Investeringskosten basis	800	EUR
Herinvesteringskosten na 15 jaar	800	EUR
Jaarlijkse onderhoudskosten	3 %	van investeringskosten

3.4. All-electric

3.4.1. Technische aspecten

Algemeen en locatie

In het all-electric scenario schakelen individuele huishoudens (op den duur) over van een cv-ketel op aardgas naar een (elektrische) warmtepomp. Voor woningen kan een bodem/water-, of lucht/water warmtepomp gekozen worden. Voor melkveebedrijven behoort ook een Milk2Heat-installatie tot de mogelijkheden. Ook kan er (in enkele ruimten) gekozen worden voor het gebruik van infrarood panelen. Deze optie is in principe geschikt voor zowel de kernen Laren en Exel als het buitengebied. Het isoleren tot Label B of hoger kan voor oude huizen uitdagend en prijzig zijn, voor monumentale panden is dit soms niet mogelijk. Een hybride warmtepomp met (groen)gas kan voor deze huizen een goede (tussen)oplossing zijn.

Isolatie en woningaanpassingen

Voordat van aardgasverwarming overgegaan kan worden naar een all-electric oplossing met warmtepomp, dienen woningen geïsoleerd te worden tot Label B of beter. Daarnaast dient er voldoende ruimte beschikbaar te zijn voor de warmtepomp en een buffervat waarin warmwater opgeslagen kan worden. Hiervoor kunnen woningaanpassingen nodig zijn. Over het algemeen geldt, hoe beter er geïsoleerd wordt, hoe kleiner de capaciteit van de warmtepomp kan zijn. Ook dient de woning voorzien te zijn van een warmteafgiftesysteem dat geschikt is voor laagtemperatuur bronnen, zoals bijvoorbeeld laagtemperatuur radiatoren, convectoren of vloerverwarming. In nieuwbouwwoningen is dit vaak al prima op orde. In oudere woningen betekent dit vaak dat er flinke aanpassingen nodig zijn.

Realisatie termijn

All-electric oplossingen zijn bestaande en bewezen technieken die commercieel toegepast worden (Technological Readiness Level 9). Laren zou hier nu meteen mee aan de slag kunnen gaan. Het gebruik van een hybride warmtepomp is een mogelijke tussenoplossing voor dit scenario voor eigenaren die niet meteen tot Label B kunnen/willen isoleren. In de praktijk zal de keuze voor een warmtepomp vaak samengaan met andere grote huisaanpassingen.

Verwachte warmtevraag

Door de isolatiemaatregelen zullen sommige woningen een afname van warmtevraag hebben. De warmtevraag zal een gemiddelde afname van 18 % hebben bij een sprong naar Label B in Laren.

Zelfvoorzienend

In theorie is het mogelijk om zelfvoorzienend te worden wanneer voor een all-electric oplossing wordt gekozen. Bewoners zouden in dat geval zelf hun elektriciteit moeten opwekken, bijvoorbeeld met behulp van zonnepanelen, en de opgewekte elektriciteit moeten opslaan voor gebruik. In de praktijk wordt er veel zonne-energie opgewekt op het moment dat de warmtevraag laag is en andersom. Dit betekent dat er veel energieopslag nodig zal zijn waardoor zelfvoorzienend zijn erg duur wordt. Dus hoewel het theoretisch mogelijk is om zelfvoorzienend te worden, zullen de meeste huishoudens ervoor kiezen om aangesloten te blijven op het elektriciteitsnet.

Keuzevrijheid

De elektriciteit die nodig is voor het all-electric scenario kan net als nu ingekocht worden bij een energieleverancier naar keuze. Ook is het mogelijk om deze zelf op te wekken.

Gedoe en comfort

Zoals eerder beschreven kan de overgang van een cv-ketel naar een all-electric scenario gepaard gaan met een flinke verbouwing in huis (zie kopje isolatie en woningaanpassingen), zeker als er isolatie maatregelen getroffen moeten worden.

Daarnaast moet er voldoende ruimte beschikbaar zijn voor de warmtepomp en ervaren sommige mensen het geluid dat deze maakt als hinderlijk. Gezien de ruime opzet van Laren en buitengebied lijkt het risico op geluidsoverlast beperkt zolang bij de plaatsing een goede afstand gekozen wordt tot omliggende tuinen en terrassen.

Daar tegenover staat dat een geïsoleerd huis vaak als comfortabel ervaren wordt. In deze goed geïsoleerde huizen met een lagetemperatuur systeem is het wenselijk om de temperatuur constant te houden, waardoor het altijd aangenaam is in huis. Een bijkomend voordeel van een warmtepomp is dat deze op warme dagen het huis ook kan koelen. Uiteraard is het ook mogelijk om te kiezen voor infrarood panelen. Deze verwarmen niet de lucht, maar de oppervlakten waar de straling op valt. De ervaringen hiermee zijn wisselend, de één vindt het zeer comfortabel, maar de ander juist niet.

CO₂-besparing

De CO₂-besparing die een all-electric systeem oplevert, is compleet afhankelijk van de elektriciteitsbron. Bij het gebruik van groene energie is de uitstoot bij benadering 0. Bij grijze-energie en een COP van 3,5 komt een lucht-warmtepomp op 0,16 kg CO₂/kWh_{th} (kiloWattuur thermisch). Ter vergelijking, bij aardgas is dit 0,20 kg CO₂/kWh_{th}, een besparing van 30 %. Over het algemeen is de verwachting dat de opwekking van elektriciteit de aankomende decennia steeds groener zal worden.

Extra voordelen

Met een warmtepomp kan het huis ook gekoeld worden, ook wel koudelevering genoemd.

Risico's knelpunten en onzekerheden

De technische risico's in vergelijking met andere alternatieven zijn gemiddeld. Warmtepompen werken het meest efficiënt als ze op een constant niveau warmte kunnen leveren, in tegenstelling tot CV-ketels die makkelijk op en af kunnen schalen. Er is dus een iets groter risico dat het onvoldoende warm wordt in de woning. Veiligheidsrisico's worden niet voorzien indien de warmtepomp vakkundig wordt gedimensioneerd, geïnstalleerd en onderhouden.

Het isoleren tot Label B of hoger, kan voor oude huizen een uitdaging zijn en voor monumentale panden soms zelfs onmogelijk. Hierdoor is dit transitiepad voor deze huizen ook prijzig. Bewoners kunnen zelf voor een lucht- of bodemwarmtepomp kiezen. Wanneer veel bewoners voor een bodemwarmtepomp kiezen is onderlinge beïnvloeding van bodemlussen een aandachtspunt. Als veel woningen een all-electric oplossing kiezen, is mogelijk het elektriciteitsnet ontoereikend. Bij de netbeheerder moet gecontroleerd worden wat de mogelijkheden en beperkingen zijn op dit vlak.

Daarnaast wordt er aangegeven dat geluidsoverlast een probleem kan vormen. Vanaf 1 april 2021 is strengere wetgeving ingegaan, waardoor burens bezwaar kunnen maken tegen het geluid. Zeker in dichtbebouwde omgevingen kan dit problemen veroorzaken. Om te voldoen aan de geluidsnorm kan er soms een dakkapel gebouwd worden (ongeveer 5.000 EUR), of een omkasting in de tuin (ongeveer 1.000 EUR).

Er zijn ook hogetemperatuur warmtepompen op de markt die water tot 70 °C kunnen verwarmen. Technisch gezien zouden ze dus ook minder goed geïsoleerde woningen kunnen verwarmen. Installateurs adviseren echter isolatie tot minimaal Label B voordat overgegaan wordt op een volledig elektrische warmtepomp. De reden hiervoor is dat de hogetemperatuur warmtepomp zeer veel elektriciteit verbruikt wat financieel ongunstig is. Daarnaast is dit een relatief nieuwe techniek, waarvan de betrouwbaarheid nog niet bewezen is. Daarmee is de hogetemperatuur warmtepomp geen wenselijke oplossing voor slecht geïsoleerde woningen. Ook vanuit duurzaamheidsoogpunt is het wenselijker om te investeren in energiebesparing, dan in extra energie opwek.

3.4.2. Financiële aspecten

Tabel 13 Aangenomen kosten voor warmtepompen

Type	Vaste kosten	Variabele kosten
Lucht warmtepomp vast	6.000 EUR	500 EUR per kW
Hybride warmtepomp vast	6.000 EUR	-
Hybride warmtepomp waterstof	7.000 EUR	-

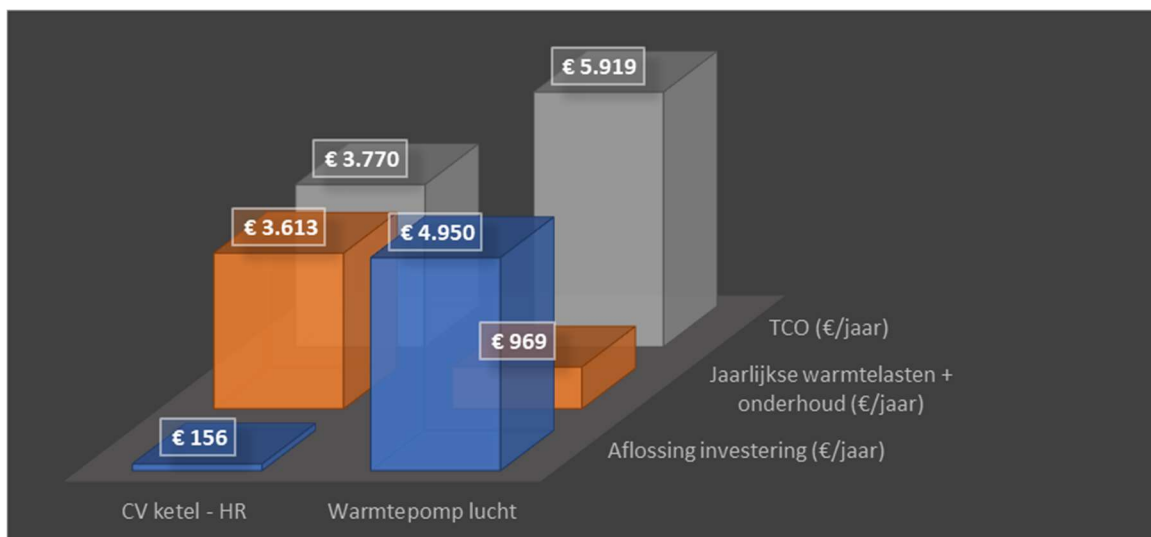
Volgens een voorbeeldberekening van GreenHome zijn er geen grote kostenverschillen tussen een bodemwarmtepomp en HR-ketel bekeken over een periode van 15 jaar, maar wel een (veel) hogere investering [12].

In de figuren hieronder staan de investeringen en jaarlijkse kosten voor de bewoner afgebeeld, voor de drie voorbeeldwoningen. Links de huidige situatie, zonder maatregelen aan de woning en op gas verwarmd. Rechts na zware isolatie maatregelen en overgestapt op all-electric systeem.

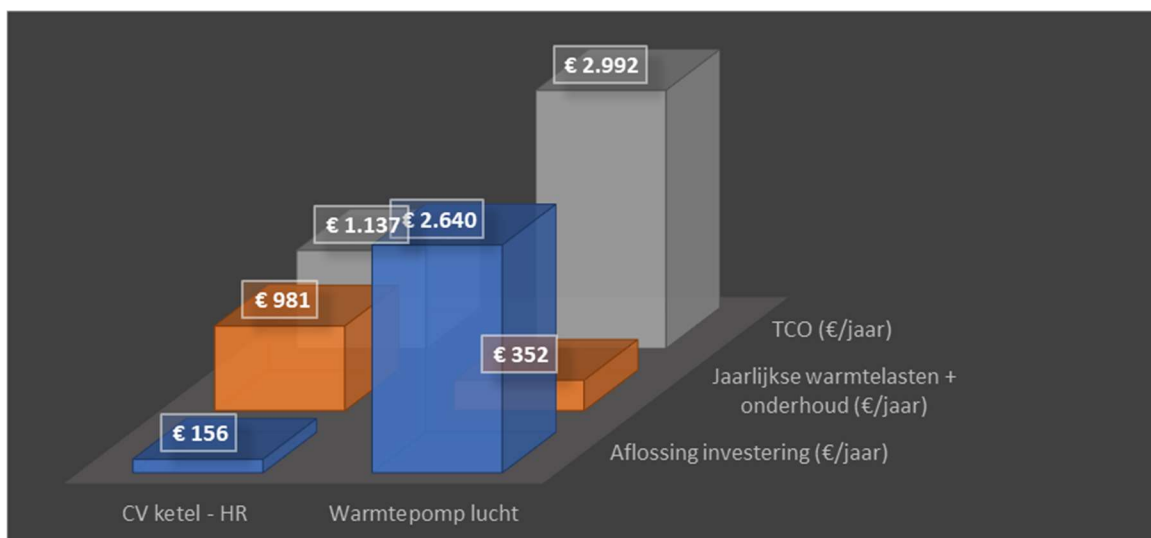
In de **blauwe** kolommen wordt de (gemiddelde) **jaarlijkse aflossing, of afschrijving op de investering** getoond. Deze is berekend door de investeringskosten te delen door de levensduur (afschrijftermijn) van de producten. Voor het warmtesysteem is gerekend met 15 jaar en voor isolatie (en eventueel infrastructuur) met 30 jaar. In de berekeningen wordt er verder vanuit gegaan dat bewoners de investering financieren met behulp van een lening waarover zij 3% rente betalen (na correctie voor inflatie). Een andere manier om hiernaar te kijken is dat bewoners die de investering betalen met eigen spaargeld gecompenseerd worden voor het rendement dat ze hadden kunnen behalen wanneer ze dit geïnvesteerd zouden hebben tegen een rendement van 3%. Mogelijke subsidies zijn in deze berekening niet meegenomen.

In **oranje** worden de (gemiddelde) **jaarlijkse warmte en onderhoudslasten** weergegeven. Energieverbruik is hierin de grootste kostenpost.

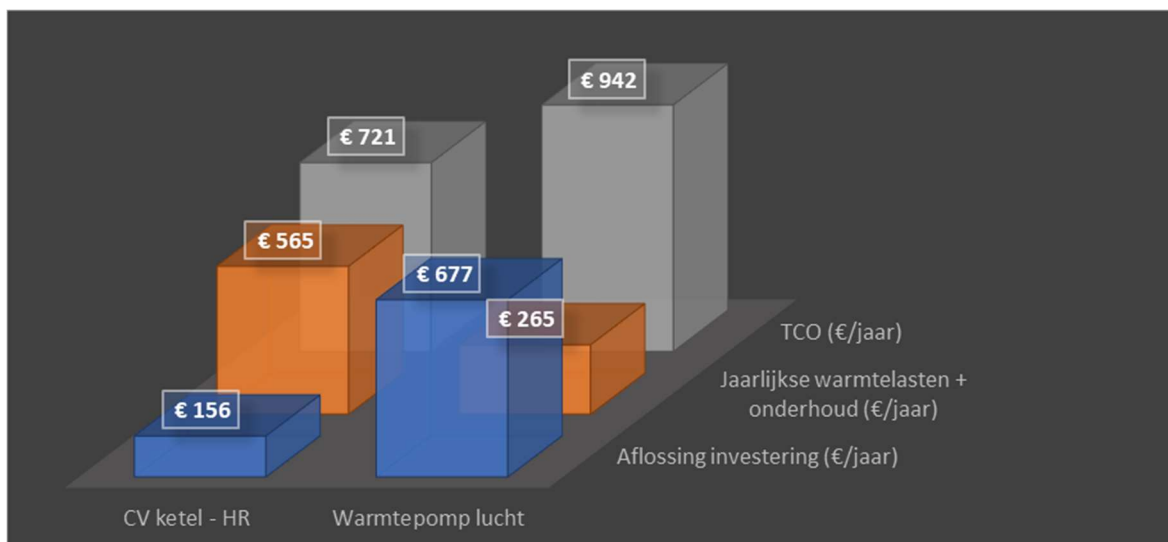
In **grijs** wordt de **Total Cost of Ownership (TCO)** weer gegeven. De TCO wordt berekend als de optelsom van de jaarlijkse aflossing op de investering (blauw) en de jaarlijkse warmte en onderhoudslasten. In feite geeft de TCO dus de jaarlijkse kosten weer die je als eigenaar van het energiesysteem hebt als je alle kosten gelijkmatig zou verdelen over de levensduur van de producten (tabel 14 geeft de aangenomen levensduur weer). De tijd waarop de uitgave gedaan wordt maakt hierin niet uit. Daarom wordt de TCO gebruikt om de verschillende scenario's financieel met elkaar te vergelijken.



Figuur 19 Investering, jaarlijkse kosten en totale kosten voor de Label G voorbeeldwoning in all-electric systeem



Figuur 20 Investering, jaarlijkse kosten en totale kosten voor de Label C voorbeeldwoning in all-electric systeem



Figuur 21 Investering, jaarlijkse kosten en totale kosten voor de Label A voorbeeldwoning in all-electric systeem

Tabel 14 Gehanteerde afschrijftermijnen van de investeringen

Investering	Afschrijftermijn
Isolatiemaatregelen	24 jaar
Opwekinstallaties	12 jaar
Leidingwerk in woning	24 jaar
Leidingwerk buiten pand	24 jaar

Bij een levensduur van 30 jaar wordt er gerekend met 24 om te corrigeren voor rente en inflatie

Investeringskosten inwoner

De aanschafkosten van een warmtepomp (exclusief mogelijk noodzakelijke aanpassingen aan de woning) inclusief installatie bedragen 6.000 tot 10.000 EUR.

Veranderde energie en onderhoudslasten inwoner

Als er extra geïsoleerd is, neemt de warmtevraag af en daardoor ook de jaarlijkse kosten voor de energie. Daarnaast zal de prijs van aardgas de komende jaren waarschijnlijk toe gaan nemen, en elektriciteit relatief goedkoper worden. De energielasten zullen sterk afnemen bij een overstap naar een all-electric systeem.

PV-panelen

De kosten en besparingen van het plaatsen van PV-panelen om de extra elektriciteitsvraag van de warmtepomp te compenseren zijn apart berekend, en in de tabel hieronder gezet. Het aantal panelen is begroot op de elektriciteitsvraag van de warmtepomp. Ook is er uitgegaan van volledige saldering, waardoor de kosten voor elektriciteit van de warmtepomp tot nul worden gebracht.

Tabel 15 Investeringskosten en opbrengst PV-panelen voor de drie voorbeeldwoningen

Woning	Onderdelen	All-electric
Label G voorbeeldwoning	Aantal panelen	16
	Investering PV	7.000 EUR
	Jaarlijkse besparing PV	950 EUR
	Nieuwe TCO	5.500 EUR
Label C voorbeeldwoning	Aantal panelen	8
	Investering PV	4.000 EUR
	Jaarlijkse besparing PV	450 EUR
	Nieuwe TCO	2.900 EUR
Label A voorbeeldwoning	Aantal panelen	7
	Investering PV	3.000 EUR
	Jaarlijkse besparing PV	350 EUR
	Nieuwe TCO	850 EUR

Maatschappelijke kosten

Verzwarend elektriciteitsnet en extra opwek zijn mogelijk noodzakelijk om het toegenomen stroomgebruik te kunnen accommoderen.

3.4.3. Bereidheid

Van de 54 bewoners die deelnamen aan de online enquête geeft 56 % aan een all-electric warmtepomp als alternatief voor aardgas te zien (enigszins tot erg). Opvallend is dat de meeste bewoners die dit aangaven in een woning wonen van na 1990. Deze woningen zijn zoals eerder aangegeven ook geschikt voor een all-electric oplossing. Argumenten die bewoners geven variëren van gevoel, tot pragmatisme.

“All electric heeft mijn voorkeur, dat is een beetje gevoelsmatig. Eén systeem met eigen zonnepanelen, en evt. windmolen geeft minder ‘gedoe’ dan ook nog gas erbij”

“Ik wil zelfvoorzienend zijn. Niet afhankelijk van een grote partij die de prijs bepaalt.”

Enkele bewoners van oudere woningen geven terecht aan een all-electric warmtepomp erg te zien zitten, maar dat de woning daar niet voor geschikt is.

“All Electric spreekt mij wel aan voor mijn woning maar is voor oudere woning niet de oplossing, het gebrek aan isolatie in deze woningen zorgt ervoor dat all electric een niet rendabele optie is. Ik zie meer in het gebruik van het bestaande gasnet en een alternatieve brandstof voor de cv-ketel.”

3.4.4. Overige aandachtspunten

Impact op netinfrastructuur

In straten waar iedereen van het gasnet af gaat, zal het gasnet verwijderd worden en zal een aanzienlijke verzwaring van het elektriciteitsnet nodig zijn. Immers zal het elektriciteit verbruik toenemen. Ook zal er mogelijk vaker gekozen worden voor het installeren van zonnepanelen op het dak, waardoor het net anders gebruikt wordt dan nu. De netbeheerder Liander is verantwoordelijk voor deze aanpassingen.

Organisatorische aandachtspunten

In principe kunnen woningeigenaren (en verenigingen van eigenaren) zelf de overstap naar een all-electric energiesysteem organiseren. Wél is het mogelijk om burgers hierbij te ondersteunen en/of gebruik te maken van collectieve inkoop (zie hoofdstuk 4). Huurders (van woningbouwcoöperaties of particulieren) zijn afhankelijk van de stappen die hun verhuurder onderneemt.

Juridische aandachtspunten

Er zijn geen juridische aandachtspunten bij deze individuele oplossing.

3.5. Groengas

3.5.1. Technische aspecten

Algemeen en locatie

In het groengas scenario worden woningen idealiter geïsoleerd tot minimaal Label D en voorzien van een hybride warmtepomp die het huis onder milde weersomstandigheden verwarmt (een buitentemperatuur hoger dan 7 °C). Met behulp van de hybride warmtepomp kan de gasvraag sterk gereduceerd worden. Wanneer de warmtepomp de gevraagde warmte niet meer kan leveren schakelt deze over naar een CV-ketel die draait op groengas. In principe is het ook mogelijk om het huis alleen met groengas te verwarmen. Echter hier is lokaal en landelijk niet genoeg groengas beschikbaar, waardoor het deels elektrificeren van de warmtevraag meestal financieel voordeliger zal zijn.

Het groengas (van aardgas kwaliteit) wordt via het bestaande gasnet geleverd. In Laren bestaat de mogelijkheid om het groengas lokaal op te wekken met behulp van monomestvergistingsinstallaties op melkveebedrijven en varkenshouderijen. Het biogas dat bij de vergisting ontstaat zou via een nieuw biogasnet naar één of meerdere centrale hubs gebracht kunnen worden. Hier wordt biogas opgewerkt tot groengas en ingevoerd op het gasnet. Larenaren zouden hun energie vervolgens kunnen afnemen van deze lokale organisatie (bijvoorbeeld middels certificaten). Uiteraard kan groengas ook via andere (reeds bestaande) leveranciers worden ingekocht. In de uitwerking van dit scenario gaan we uit van lokale opwekking. Groengas is een hogetemperatuur energiebron daarmee is deze bron in principe geschikt voor het verwarmen van alle type woningen, ook slecht geïsoleerde. Echter kan er niet voldoende groengas opgewekt worden in de omgeving om alle woningen in Laren te verwarmen met lokaal opgewekt groengas. Groengas biedt dan ook vooral een uitkomst voor woningen die niet tot Label B geïsoleerd kunnen worden, of waarvoor dit financieel ongunstig is. Ook landelijk wordt er op deze manier naar de verdeling van groengas gekeken.

Als tussenstap voor dit scenario kunnen bewoners eerst isoleren en overgaan naar een hybride warmtepomp en een CV-ketel op aardgas. Het systeem werkt dan hetzelfde, alleen de energiebron bij piekvraag is anders.

Isolatie en woningaanpassingen

Isolatie tot Label D of beter is niet noodzakelijk, maar wel een verstandige manier om energielasten te reduceren. Naast de bestaande CV-ketel dient een hybride warmtepomp geïnstalleerd te worden. Door te isoleren werkt de warmtepomp efficiënter en kan die een groter deel van de warmtevraag zelf opvangen. Voor de warmtepomp is voldoende ruimte nodig. De aanleg van laagtemperatuur radiatoren of vloerverwarming is optioneel. Groengas heeft dezelfde kwaliteit als aardgas en levert daarmee ook dezelfde warmte.

Realisatietermijn

Op dit moment is het voor bewoners al mogelijk om groengas in te kopen via verschillende energieleveranciers. De realisatietermijn voor de opwekking van groengas in Laren is onzeker. Het systeem zou opgezet moeten worden door een lokaal coöperatief (in welke juridische vorm dan ook) en (financieel) zelfstandig moeten kunnen draaien. Om te bepalen of dit kansrijk is zal eerst een dieper haalbaarheidsonderzoek nodig zijn waarin in meer detail wordt uitgewerkt welke boeren interesse zouden hebben en of er een goede businesscase voor hen bestaat. Zowel in de onderzoeken, vergunningen als realisatie gaat veel tijd zitten. Er moet dan worden gedacht aan een realisatietermijn van circa 5 jaar.

Verwachte warmtevraag

Isolatie tot een redelijk isolatieniveau (groveweg Label D) wordt vaak gehanteerd als vereiste voor een hybride warmtepomp, en daarom is daar voor de voorbeeldberekeningen ook vanuit gegaan. Dit zal voor slechter geïsoleerde woningen een warmtevraag besparing opleveren.

Zelfvoorzienend

In het groengas scenario kunnen bewoners niet zelfvoorzienend worden.

Keuzevrijheid

In principe kan groengas ingekocht worden via verschillende aanbieders en hebben bewoners dus de keuze van welke leverancier zij gas willen afnemen. Bij het verder uitwerken van de business case voor het lokaal opwerken van groengas zou naar voren kunnen komen dat het wenselijk is om meer zekerheid over de afname en prijs te krijgen. In dat geval zou het zo kunnen zijn dat bewoners die groengas willen afnemen gevraagd wordt om zich hier voor een langere periode aan te committeren. De keuze om hiermee akkoord te gaan ligt uiteraard bij de bewoner zelf.

Gedoe en comfort

Voor het gebruik van groengas hoeven bewoners in principe niets aan te passen in huis. De gewone CV kan in gebruik blijven. Wanneer groengas de enige verandering is, is er geen sprake van een toe-, of afname in gedoe en comfort in huis. Wanneer een hybride warmtepomp naast de huidige CV-ketel geïnstalleerd wordt, vergt dit een groter ruimtebeslag. De warmtepomp kan ook gebruikt worden voor koeling van de woning op warme dagen. En ook de eventuele verbetering van de isolatie kan bijdragen aan meer comfort in huis. Het geluid van de hybride warmtepomp wordt door sommige mensen als storend ervaren. Het aanleggen van een biogasleidingnet levert voor de bewoners in het buitengebied waarschijnlijk tijdelijk enige hinder op maar is zeer kostbaar.

CO₂-besparing

Hoewel er bij de verbranding van groengas CO₂ wordt uitgestoten, kan deze met behulp van monomestvergistinginstallaties op boerderijschaal CO₂ neutraal geproduceerd worden, doordat planten de CO₂ eerder opnemen. Hierbij wordt opgemerkt dat andere typen groengas niet altijd CO₂-neutraal zijn. Daarnaast gaat het hier om de productie van groengas, en wordt de uitstoot tijdens de aanleg van en het onderhoud aan alle installaties om groengas te produceren buiten beschouwing gelaten (deze rekenen we ook in de andere scenario's niet mee).

De CO₂-cyclus van biogas werkt als volgt: De gewassen op het land van de boer nemen CO₂ op uit de lucht en zetten die met behulp van energie uit de zon om in suikers. De dieren van de boer voeden zich met die suikers en zetten ze om in producten (melk en vlees) en mest. Door de mest te vergisten wordt de organische stof die nog in de mest zit (deels) omgezet tot biogas en vervolgens groengas. Eigenlijk wordt er hier een deel van de energie uit de planten gehaald die de dieren er niet uitgehaald hebben. Alle CO₂ die vrijkomt bij de verbranding van groengas is in de 1 à 2 jaar voor de verbranding uit de lucht opgenomen door de gewassen van de boer. Dit is voor natuurlijke processen een heel korte cyclus. Omdat het transport van het gas via leidingen gaat en hier dus geen uitstoot bij plaats vindt spreken we van een CO₂ neutraal systeem.

Een kanttekening bij dit verhaal is dat boeren niet al het voer van eigen land halen. De sector werkt in het kader van kringloop landbouw hard om aanvoer van buiten te verminderen. Echter voeren zij ook voedingsmiddelen aan van buiten het bedrijf. Denk daarbij aan: restproducten uit de voedingsmiddelenindustrie, maïs van de buurman en krachtvoer. Landelijk wordt gestreefd naar kringloop landbouw. Daarbij is de hoeveelheid voeding die van buitenaf wordt aangevoerd vrijwel gelijk aan de afvoer van producten voor menselijke consumptie. (melk en vlees) en bestaat er op bedrijfsniveau ongeveer een balans. In dat geval blijft de CO₂-impact van monomestvergisting bij benadering nul.

Het is goed om te realiseren dat in een situatie zonder vergistingsinstallatie (zoals nu het geval is) er in de mestilo en bij het uitrijden van de mest ook allerlei rottingsprocessen plaatsvinden waarbij dezelfde CO₂ vrijkomt.

Uiteraard zijn er bij het runnen van een agrarisch bedrijf ook andere bronnen van CO₂-uitstoot. In bovenstaande analyse gaan we er echter vanuit dat de boer primair boer is en deze uitstoot dus hoort bij de productie van zijn bedrijf en niet zozeer bij de vergisting van de mest. De mestvergisting is 'slechts' een andere manier is om met zijn mest om te gaan, en geen doel op zich.

Elektra

De CO₂-uitstoot voor de elektriciteit, die nodig is voor de hybride warmtepomp, is afhankelijk van de energiebron. Bij gebruik van groene energie is de uitstoot bij benadering 0.

Extra voordelen

In de normale situatie zonder mestvergistingsinstallatie, vinden er in de stal en mestsilos eveneens vergistings- en rottingsprocessen plaats. Hierbij wordt CO₂ en ammoniak (NH₃) uitgestoten in de atmosfeer. Met een monovergistingsinstallatie vindt de CO₂-uitstoot op een later moment plaats, nadat hier eerst energie uitgehaald is. Bovendien zal de stikstof uitstoot sterk verminderen. Op dit moment staat het terugdringen van de stikstofuitstoot door de landbouw hoog op de agenda. Monomestvergisting kan dus ook een bijdrage leveren aan het oplossen van de stikstofcrisis. Het verminderen van de ammoniakuitstoot zal ook leiden tot minder 'stank' in de omgeving van boerderijen en is dus gunstig voor omwonenden.

Er zijn voldoende buffers aanwezig om het verschil in tijd tussen de productie en afname van groengas op te vangen. Uiteraard is het gasnet een grote buffer, maar ook de boer speelt hierin een rol. In de zomer groeien de gewassen (met energie van de zon) sneller dan de dieren het kunnen eten. De boer slaat dat voer op om de dieren in de winter ermee te voeden. Daardoor wordt er ook mest geproduceerd in de winter. De energie die dus vastgelegd werd in de zomer wordt dus pas in de winter (wanneer we het harder nodig hebben) omgezet naar groengas. Eigenlijk is de voeropslag dus een soort accu, waarmee een buffer ontstaat tussen het moment van energieopslag en energie vraag.

Met groengas kan ook tapwater verwarmd worden.

Risico's knelpunten en onzekerheden

De productie van groengas en de stabiliteit van de businesscase hiervoor is afhankelijk van de grootte van de veestapel rondom Laren. Wanneer deze krimpt, krimpt de groengasproductie en gaat de kostprijs per m³ geproduceerd gas toenemen. De agrarische wereld staat continu onder druk, wat een risico oplevert voor de continuïteit van de levering. Aan de ene kant kan biogas boeren een sterker verdienmodel geven, aan de andere kant betekent deze druk ook een risico voor de leveringszekerheid van het groengas.

Er dient nog verder onderzocht te worden of er echt een goede businesscase bestaat voor Larense boeren om groengas te gaan produceren. Hierin zullen vragen aan bod komen als: Welke boeren zijn bereid om mee te doen en willen dus ook de benodigde aanpassingen aan hun bedrijf uitvoeren? Welke boeren kunnen financieel rendabel aangesloten worden op een leidingnet dat biogas levert aan een centrale hub? Uiteraard dient hierbij ook de (prijs) ontwikkeling van de landelijke groengasmarkt niet uit het oog verloren te worden.

Digestaat, het restproduct dat overblijft na het vergisten van de mest kan gebruikt worden voor de bemesting van het land. Digestaat bevat evenveel stikstof en fosfaat (belangrijke nutriënten) als gewone mest. Echter bevat digestaat 2 % minder organische stof (de koolstof zit immers in het geproduceerde biogas). De hoeveelheid organische stof in de bodem beïnvloedt het watervasthoudend vermogen van de bodem en is bovendien van belang voor het bodemleven. In de gemeente Lochem wordt momenteel een test uitgevoerd, waarbij de effecten van bemesting met digestaat op de bodemkwaliteit worden gemonitord, om de eventuele risico's hiervan in beeld te brengen. Over het algemeen zijn boeren positief over de productiviteit van hun land na bemesting met digestaat.

Groengas kan ook op minder duurzame wijzen opgewekt worden. Wanneer bijvoorbeeld andere waardevolle organische producten bijgemengd worden, om de biogasproductie te verhogen, kan de vraag gesteld worden of die producten ook op een hoogwaardigere manier gebruikt hadden kunnen worden. Ook wordt de productie van groengas soms verward met het verstoken van biomassa. Naast dat biomassa sneller te verbranden is dan het aan groeit, vindt er bij de verbranding veel fijnstofuitstoot plaats. Daarnaast wordt de biomassa soms over lange afstanden getransporteerd, met bijbehorende milieu impact. Ondanks dat het groengas in Laren op een duurzame manier opgewekt kan worden, kan het zijn dat bewoners deze negatieve milieu impact ook aan de productie van groengas met behulp van monomestvergisting koppelen. Deze weerstand is een risico tijdens het uitvoeringsproces.

Groengas wordt bij huishoudens aangeleverd via de bestaande gasleidingen. Op landelijk niveau wordt er ook over gesproken om dit gasnet in de toekomst (in ieder geval pas na 2030/2035) in te zetten voor waterstof. Mocht dit ooit gebeuren, dan zal dit de invoer van groengas in het gasnet in de weg staan.

Wanneer zowel van een hybride warmtepomp als van groengas gebruik wordt gemaakt, neemt de kans om in de kou te zitten af. Immers, als één van de apparaten niet functioneert, kan het andere apparaat het overnemen. De mogelijke veiligheidsrisico's zijn hetzelfde als bij gewoon aardgasgebruik: een gaslek, koolstofmonoxidevergiftiging en de ontvlambaarheid van gassen.

Daarnaast wordt er aangegeven dat geluidsoverlast een probleem kan vormen. Vanaf 1 april 2021 is strengere wetgeving ingegaan, waardoor burens bezwaar kunnen maken tegen het geluid. Zeker in dichtbebouwde omgevingen kan dit problemen veroorzaken. Om te voldoen aan de geluidsnorm kan er soms een dakkapel gebouwd worden (ongeveer 5.000 EUR), of een omkasting in de tuin (ongeveer 1.000 EUR).

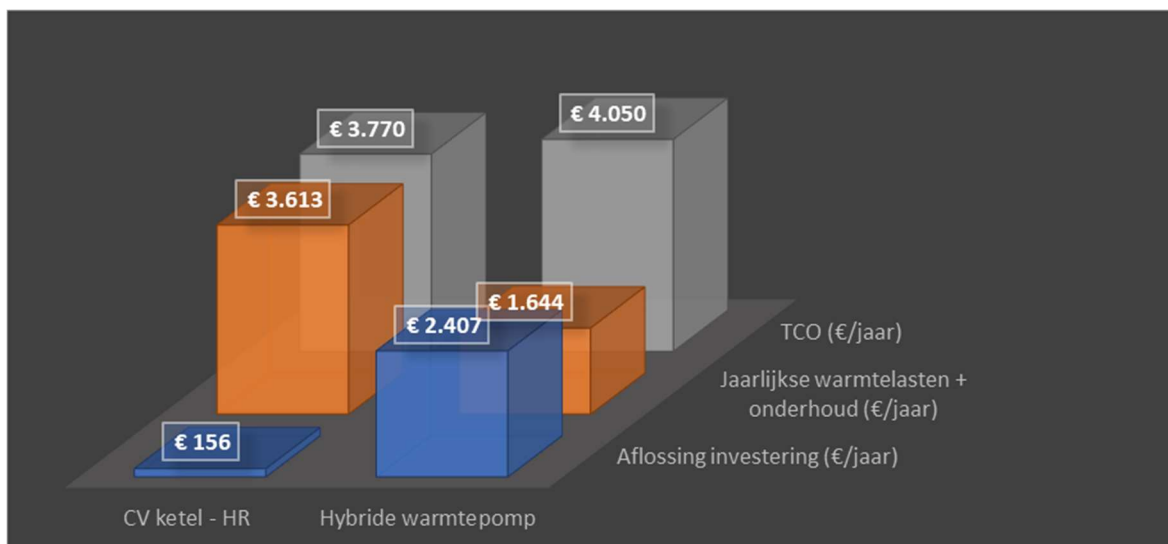
3.5.2. Financiële aspecten

In de figuren hieronder staan de investeringen en jaarlijkse kosten voor de bewoner afgebeeld, voor de drie voorbeeldwoningen. Links de huidige situatie, zonder maatregelen aan de woning en op gas verwarmd, in het midden de kosten in de eerste 15 jaar bij overstap naar hybride warmtepomp, rechts de periode van 15 jaar erna. Voor de kosten van groengas is uitgegaan van de aardgasprijs. Dit leidt mogelijk tot een lichte onderschatting van de jaarlijkse lasten, gezien groengas momenteel ongeveer 2 cent per m³ meer kost dan aardgas. Voor de toekomst is het nog erg onduidelijk hoe de prijs voor groengas zich zal ontwikkelen. Zo zou deze bijvoorbeeld kunnen stijgen richting de prijs voor waterstof door een toename in de vraag. Ook een daling in de prijs is niet uit te sluiten, bijvoorbeeld door een verandering in belastingen.

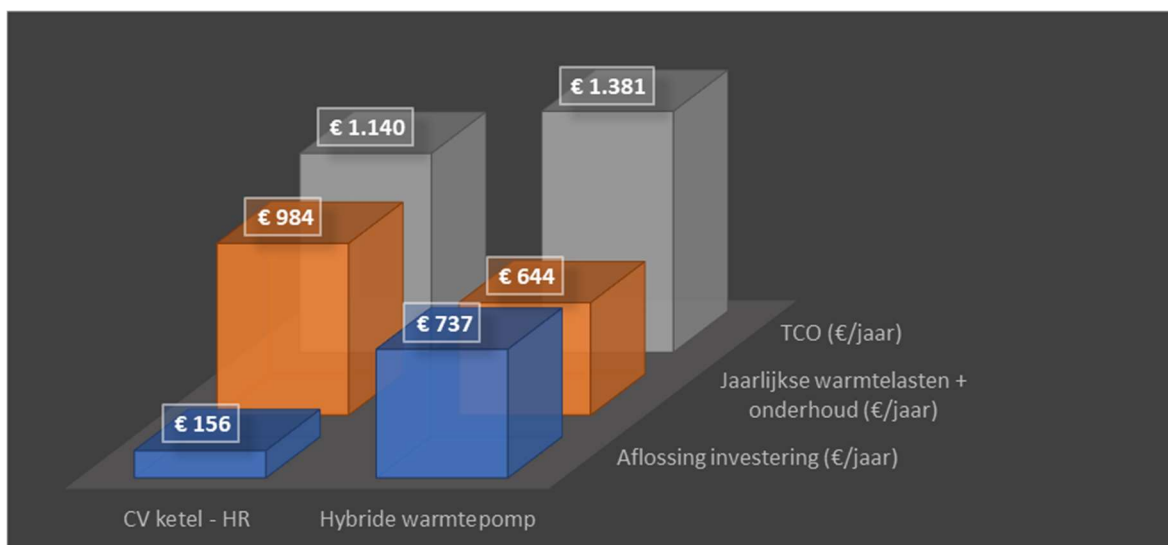
In de **blauwe** kolommen wordt de (gemiddelde) **jaarlijkse aflossing, of afschrijving op de investering** getoond. Deze is berekend door de investeringskosten te delen door de levensduur (afschrijftermijn) van de producten. Voor het warmtesysteem is gerekend met 15 jaar en voor isolatie (en eventueel infrastructuur) met 30 jaar. In de berekeningen wordt er verder vanuit gegaan dat bewoners de investering financieren met behulp van een lening waarover zij 3% rente betalen (na correctie voor inflatie). Een andere manier om hiernaar te kijken is dat bewoners die de investering betalen met eigen spaargeld gecompenseerd worden voor het rendement dat ze hadden kunnen behalen wanneer ze dit geïnvesteerd zouden hebben tegen een rendement van 3%. Mogelijke subsidies zijn in deze berekening niet meegenomen.

In **oranje** worden de (gemiddelde) **jaarlijkse warmte en onderhoudslasten** weergegeven. energieverbruik is hierin de grootste kostenpost.

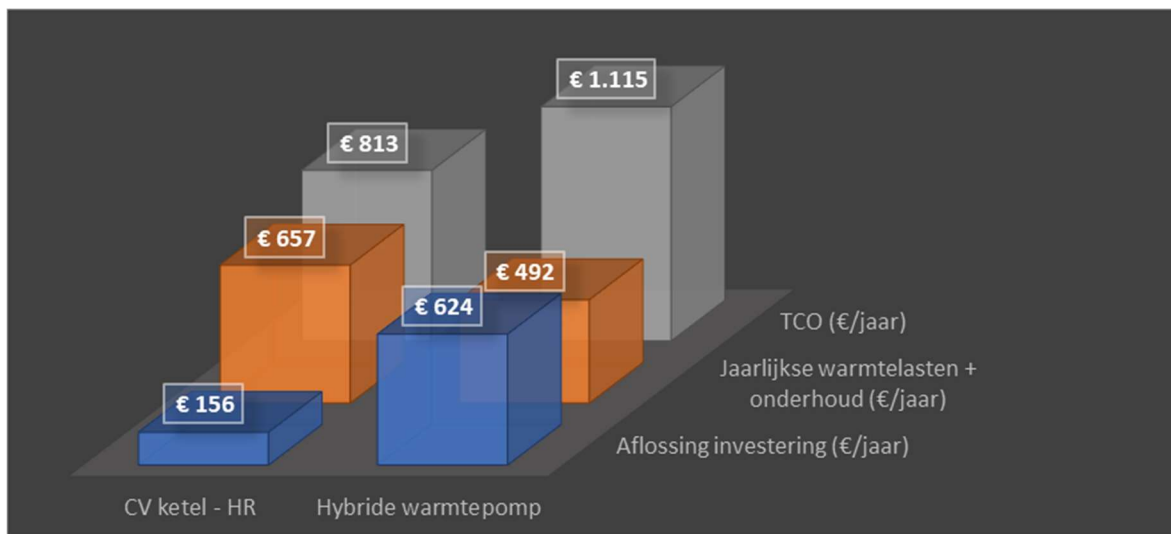
In **grijs** wordt de **Total Cost of Ownership (TCO)** weer gegeven. De TCO wordt berekend als de optelsom van de jaarlijkse aflossing op de investering (blauw) en de jaarlijkse warmte en onderhoudslasten. In feite geeft de TCO dus de jaarlijkse kosten weer die je als eigenaar van het energiesysteem hebt als je alle kosten gelijkmatig zou verdelen over de levensduur van de producten (tabel 14 geeft de aangenomen levensduur weer). De tijd waarop de uitgave gedaan wordt maakt hierin niet uit. Daarom wordt de TCO gebruikt om de verschillende scenario's financieel met elkaar te vergelijken.



Figuur 22 Voorbeeldwoning met Label G; investering, jaarlijkse kosten en totale kosten in hybride warmtepomp systeem



Figuur 23 Voorbeeldwoning met Label C; investering, jaarlijkse kosten en totale kosten in hybride warmtepomp systeem



Figuur 24: Voorbeeldwoning met Label A investering, jaarlijkse kosten en totale kosten in hybride warmtepomp systeem

Investeringskosten inwoner

De hybride warmtepomp bestaat uit een warmtepomp en een CV, en die kosten samen 8.000-12.000 EUR.

Veranderde energie en onderhoudslasten inwoner

Zoals te zien in de bovenstaande figuren is de verwachting dat de energielasten (oranje) sterk afnemen. Dit komt door de hogere efficiëntie van een hybride warmtepomp ten opzichte van een conventionele CV. Groengas is meestal 2 à 3 cent per m³ duurder dan aardgas. Een groot gedeelte van de prijs is nu belasting. Het tarief van een m³ gas is in 2021 gemiddeld 0,79 EUR. Daarvan is 0,27 EUR voor het gas zelf (de marktprijs) en 0,52 EUR voor belastingen. De belasting zou in de toekomst kunnen verminderen. Maar de prijs van groengas is voor een groot deel door vraag bepaald. Door de toekomstige schaarste stijgt mogelijk de prijs. Groengas is hoogwaardige energiebron die tevens geschikt is voor industriële processen en transport. Daarmee vormt het ook een oplossing voor niet/moeilijk elektrificeerbare sectoren.

PV-panelen

De kosten en besparingen van het plaatsen van PV-panelen om de extra elektriciteitsvraag van de warmtepomp te compenseren zijn apart berekend, en in de tabel hieronder gezet. Het aantal panelen is begroot op de elektriciteitsvraag van de warmtepomp. Ook is er uitgegaan van volledige saldering, waardoor de kosten voor elektriciteit van de warmtepomp tot nul worden gebracht.

Tabel 16 Kosten en besparingen PV-panelen om extra elektriciteitsvraag van warmtepomp te compenseren voor de drie voorbeeldwoningen

Woning	Onderdelen	Hybride
Label G voorbeeldwoning	Aantal panelen	19
	Investering PV	8.000 EUR
	Jaarlijkse besparing PV	1.100 EUR
	Nieuwe TCO	3.600 EUR
Label C voorbeeldwoning	Aantal panelen	7
	Investering PV	3.500 EUR
	Jaarlijkse besparing PV	400 EUR
	Nieuwe TCO	1.300 EUR
Label A voorbeeldwoning	Aantal panelen	5
	Investering PV	2.500 EUR
	Jaarlijkse besparing PV	250 EUR
	Nieuwe TCO	1.050 EUR

Maatschappelijke kosten

De maatschappelijke kosten van groengas zijn relatief laag. Groengas kan via het huidige gasnet getransporteerd worden, en in vergelijking met all-electric is het stroomgebruik en de belasting op het elektriciteitsnet beperkt. Echter, door de beperkte beschikbare hoeveelheid in de toekomst is het voor de maatschappij mogelijk gunstiger om groengas toe te passen op een hoogwaardigere manier (bijvoorbeeld in de industrie).

3.5.3. Bereidheid

Van de 54 bewoners die de online enquête invulden ziet 69 % een groengas oplossing met eventueel een hybride warmtepomp zitten (enigszins tot erg). Voorstanders zien bijvoorbeeld in dat ze met de hybride warmtepomp hun huis minder hoeven te isoleren.

“Hybride pomp, isolatie van mijn huis wordt lastig denk ik”

“Voorkeur: all-electric of biogas. Waterstof duurt te lang. Ik woon in het buitengebied dus collectief zie ik niet als optie, dat wordt te duur.”

“Biogas in combinatie met PV-panelen voor een (hybride) warmtepomp spreken me het meeste aan. Minder investering voor oude huizen en biogas is mogelijk lokaal beschikbaar via de boeren.”

Bewoners die overgaan op groengas niet zien zitten, geven aan met name de onzekerheid over de levering, opslag en opschaalbaarheid een probleem te vinden. Ook is er iemand die aangeeft dat groengas voor zijn/haar woning geen optie is (wat zeer onwaarschijnlijk is). Daarnaast verwacht één van de respondenten groengas, met biomassa. Deze opmerkingen maken duidelijk dat goede informatievoorziening rondom groengas belangrijk zal zijn voor de beeldvorming. Zeker, als we ervan uit gaan dat 54 bewoners met een bovengemiddeld grote interesse voor energie de enquête hebben in gevuld (wat gezien het beperkte deelnemers aantal waarschijnlijk is.)

“Het minst zie ik het groengas zitten, dit in verband met het onzekere aanbod en afname ervan. Er moeten mijns inziens erg grote buffers aangelegd worden op pieken en dalen op te vangen.”

“Groengas spreekt mij absoluut niet aan; is in mijn ogen om meerdere redenen geen goed alternatief en niet op grote schaal realiseerbaar.”

3.5.4. Overige aandachtspunten

Impact op netinfrastructuur

Wanneer er gekozen wordt voor een groengas scenario zal het bestaande gasnet in stand gehouden moeten worden. Daarnaast dient er een biogasnet aangelegd te worden die de boerderijen verbindt met de centrale hub waar groengas geproduceerd wordt. Een ander belangrijk aandachtspunt is dat er waarschijnlijk een beperkte verzwaring van het elektriciteitsnet nodig is wanneer alle woningen gebruik gaan maken van een hybride warmtepomp. De verantwoordelijkheid daarvoor ligt bij Liander.

Organisatorische en juridische aandachtspunten

Deze optie heeft mogelijk organisatorische en juridische aandachtspunten, die in een later stadium nader kunnen worden onderzocht, bijvoorbeeld:

- Eigenaarschap;
- Verantwoordelijkheid voor beheer;
- Vergunningsplichtigheid, indien het groengas niet via het net wordt geleverd maar lokaal opgewekt;
- Organisatievorm.

3.6. Waterstof

3.6.1. Technische aspecten

Algemeen en locatie

In het waterstof scenario worden woningen geïsoleerd tot minimaal Label D, en voorzien van een hybride warmtepomp die het huis onder milde weersomstandigheden verwarmt (een buitentemperatuur hoger dan 7 °C). Wanneer de warmtepomp de gevraagde warmte niet meer kan leveren, schakelt de waterstofketel bij. De aankomende 15 jaar zal er echter mogelijk nog geen waterstofgas beschikbaar zijn voor huishoudens en zal de normale CV-ketel op aardgas ingeschakeld worden wanneer er een piek in de warmtevraag is (een tussenoplossing). Of waterstof na 2030 wel beschikbaar komt is onzeker. In principe is het ook mogelijk om woningen alleen op waterstof te verwarmen. Echter is er voorlopig (ook na 2030) niet voldoende duurzaam waterstof beschikbaar, waardoor het deels elektrificeren van de warmtevraag meestal financieel voordeliger zal zijn.

Isolatie en woningaanpassingen

Isolatie tot een redelijk isolatieniveau (grofweg Label D) wordt vaak gehanteerd als vereiste voor een hybride warmtepomp, en daarom is daar voor de voorbeeldberekeningen ook vanuit gegaan. De warmtepomp werkt efficiënter als er geïsoleerd is. Hoe slechter de isolatie, hoe meer de woning op puur waterstof verwarmd moet worden. Naast een warmtepomp dient een waterstofketel geïnstalleerd te worden. Hiervoor is voldoende ruimte nodig. Ook zijn er beperkte aanpassingen nodig aan de leidingen in de woning en de gasmeter. De aanleg van laagtemperatuur radiatoren of vloerverwarming is optioneel.

Realisatie termijn

Groen waterstofgas, dat wil zeggen, waterstofgas dat geproduceerd is met behulp van duurzaam opgewekte elektriciteit is tot op heden nog nauwelijks beschikbaar. Het is het meest aannemelijk dat groene waterstof⁴ op termijn geproduceerd zal worden met stroom van een windpark op zee die getransporteerd wordt naar electrolyzers op land waar waterstof gemaakt zal worden. Voorlopig is hernieuwbare elektriciteit hard nodig om de elektriciteitsvoorziening te verduurzamen. Voor toepassing van groene waterstof is fors meer windenergie nodig, ook omdat er rekening gehouden moet worden met de rendementsverliezen bij de productie van elektriciteit naar waterstof en de omzetting naar warmte. Wanneer waterstof beschikbaar komt, zal dit allereerst gebruikt gaan worden in industriële processen waarvoor hogetemperatuur warmte of vuur benodigd is. De mogelijke energiebronnen die deze industrieën kunnen inzetten voor hun verduurzamingsopgave zijn veel beperkter dan die van huishoudens. Het beperkte aanbod en de grote vraag zal vermoedelijk leiden tot hoge waterstof prijzen. Hierdoor wordt het voor huishoudens financieel onaantrekkelijk om hun woning te verwarmen met behulp van waterstof. Pas wanneer de productie van duurzaam waterstof zo grootschalig is dat de kosten lager worden, wordt dit een interessant alternatief voor huishoudens. Over het algemeen wordt aangenomen dat waterstof in ieder geval tot 2030 geen significante rol zal spelen in de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Wel kennen de eerste waterstof(ready) ketels de eerste commerciële toepassing (Technology Readiness Level 8) grootschalige groene waterstofproductie bestaat alleen nog als demonstratiesysteem (Technology Readiness Level 7).

Waterstofproject Berkeloord in Lochem

In de wijk Berkeloord in Lochem wordt al geëxperimenteerd met waterstof. In deze wijk staan veel monumentale herenhuizen die rond 1900 gebouwd zijn, sommigen met de status gemeentelijk - of Rijksmonument. Berkeloord heeft een beschermd stadsgezicht. Energiemaatregelen zoals isoleren of zonnepanelen is in deze wijk daardoor niet eenvoudig en soms ook niet toegestaan. Door de slechte isolatie zijn de woningen minder geschikt voor de toepassing van warmtepompen of aansluiting op een laagtemperatuur warmtenet. Ze zullen ook in de toekomst afhankelijk blijven van hogetemperatuur verwarmingssystemen.

De belangenvereniging 'Beschermd Stadsgezicht Berkeloord', LochemEnergie, Alliander en Remeha zijn een project gestart om te onderzoeken of waterstof voor dit type huizen op termijn een vervanger kan zijn voor aardgas. Onderdeel van de pilot is het onderzoeken van mogelijke isolatiemaatregelen voor dergelijke oude huizen en het testen of het huidige gasnet geschikt is voor het transport van waterstof. Daarnaast worden alle barrières en oplossingen beschreven. Het is belangrijk om te beseffen dat het gaat om onderzoeken en experimenteren voor de toekomst. Financieel en technisch gezien is waterstof op dit moment nog geen haalbare oplossing voor alle woningen.

Meer informatie over het project is te vinden op:

<https://www.alliander.com/nl/nieuws/lochem-bereidt-zich-voor-op-waterstof/>

⁴ Waterstof geproduceerd met groene elektriciteit (niet fossiel)

Naast opwekking uit elektriciteit is het ook mogelijk om groene waterstof op te wekken uit methaan in bijvoorbeeld biogas. Dit concept is uitgelegd in hoofdstuk 2. Er is een haalbaarheidsonderzoek opgestart om van Larens biogas waterstof te maken.

Verwachte warmtevraag

De warmtevraag zal niet veranderen, als er geen isolatiemaatregelen worden genomen.

Zelfvoorzienend

In het waterstof scenario kunnen bewoners vooralsnog niet zelfvoorzienend worden. Het kan niet uitgesloten worden dat er op termijn mogelijkheden ontstaan om op perceelniveau waterstof op te wekken.

Keuzevrijheid

Het antwoord op de vraag of bewoners keuzevrijheid hebben is niet éénduidig. Het is waarschijnlijk dat er in de toekomst meerdere aanbieders van waterstof zullen zijn. Echter zullen aanpassingen aan het gasnet om het waterstof-proof te maken naar verwachting enkel geïmplementeerd worden als (bijna) iedereen in een straat gelijktijdig overschakelt op de nieuwe oplossing. De keuze om over te gaan op waterstof ligt dus niet bij individuele bewoners.

Gedoe en comfort

De installatie van zowel een hybride warmtepomp als waterstof ketel vergt een groter ruimtebeslag dan de huidige CV-ketel. Ook zorgen de beperkte aanpassingen aan het leidingnet en de gas meter voor enig 'gedoe' in huis en in de straat. Afhankelijk van het type warmtepomp kan deze ook gebruikt worden voor koeling van de woning op warme dagen. En ook de eventuele verbetering van de isolatie kan bijdragen aan meer comfort in huis. Het geluid van de hybride warmtepomp wordt door sommige mensen als storend ervaren.

CO₂ besparing

Wanneer waterstof met groene energie gemaakt wordt, is deze in principe CO₂ neutraal. De uitstoot voor de infrastructuur aanleg (bijvoorbeeld wind- en zonneparken) wordt hier net als in de andere scenario's buiten beschouwing gelaten.

De productie van waterstof uit biogas lijkt CO₂ neutraal te kunnen. Eerder is eerder beschreven waarom Larens biogas CO₂-neutraal geproduceerd kan worden.

Extra voordelen

De technische risico's van het systeem zijn laag, omdat er sprake is van redundantie. Als één van beide apparaten niet functioneert kan het andere apparaat het overnemen.

Risico's, knelpunten en onzekerheden

Net als bij biogas is er onzekerheid over de toekomstige beschikbaarheid en betaalbaarheid van groene waterstof in de gebouwde omgeving. Er wordt nu nog te weinig groene elektriciteit opgewekt om grootschalig groene waterstof te produceren. Bovendien wordt er veel vraag naar waterstof vanuit de transport- en industriesector verwacht. Groene stroom omzetten naar waterstof, en dan verbranden voor warmte is bovendien minder efficiënt dan die groene elektriciteit direct gebruiken met een warmtepomp. Daarom is de hybride warmtepomp met waterstof, die veel zuiniger is dan een waterstofketel, de interessantste optie voor waterstof in de gebouwde omgeving. De mogelijke veiligheidsrisico's zijn gaslekken en de ontvlambaarheid van gassen.

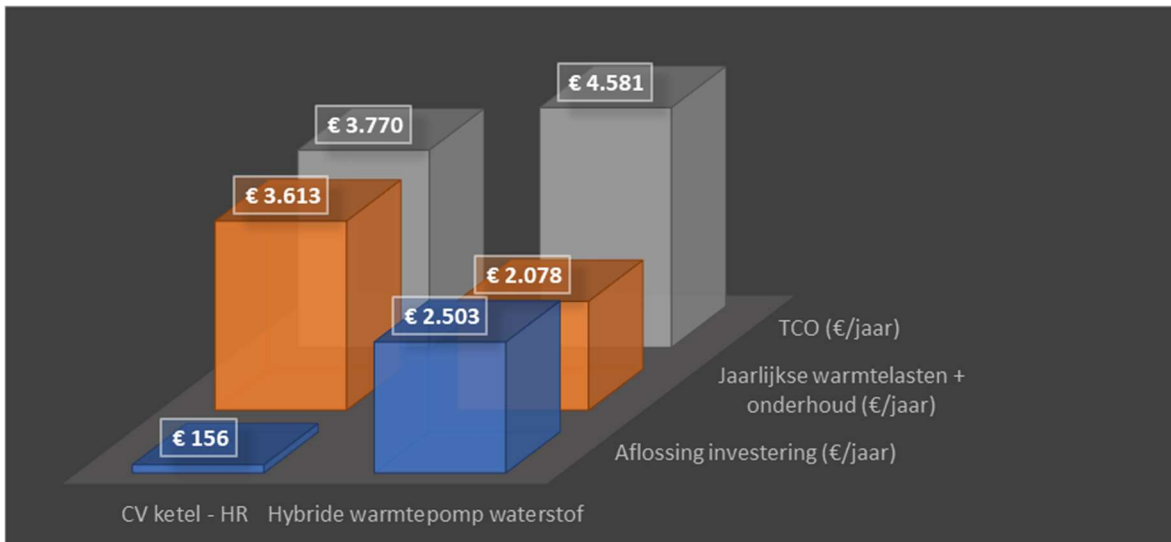
3.6.2. Financiële aspecten

In de figuren hieronder staan de investeringen en jaarlijkse kosten voor de bewoner afgebeeld, voor de drie voorbeeldwoningen. Links wordt het financiële plaatje geschetst wanneer de woning zonder verdere isolatiemaatregelen de huidige cv-ketel vervangt voor een nieuwe. De rechter kolommen geven de situatie weer wanneer de voorbeeld woning overstapt naar een hybride warmtepomp met waterstofketel.

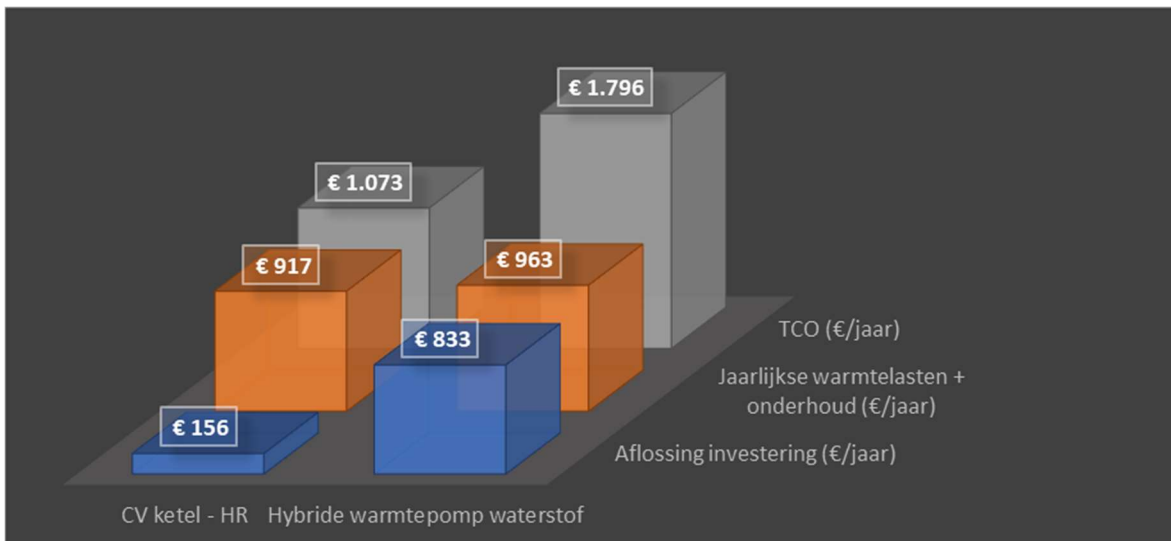
In de **blauwe** kolommen wordt de (gemiddelde) **jaarlijkse aflossing, of afschrijving op de investering** getoond. Deze is berekend door de investeringskosten te delen door de levensduur (afschrijftermijn) van de producten. Voor het warmtesysteem is gerekend met 15 jaar en voor isolatie (en eventueel infrastructuur) met 30 jaar. In de berekeningen wordt er verder vanuit gegaan dat bewoners de investering financieren met behulp van een lening waarover zij 3% rente betalen (na correctie voor inflatie). Een andere manier om hiernaar te kijken is dat bewoners die de investering betalen met eigen spaargeld gecompenseerd worden voor het rendement dat ze hadden kunnen behalen wanneer ze dit geïnvesteerd zouden hebben tegen een rendement van 3 %. Mogelijke subsidies zijn in deze berekening niet meegenomen.

In **oranje** worden de (gemiddelde) **jaarlijkse warmte en onderhoudslasten** weergegeven. Energieverbruik is hierin de grootste kostenpost.

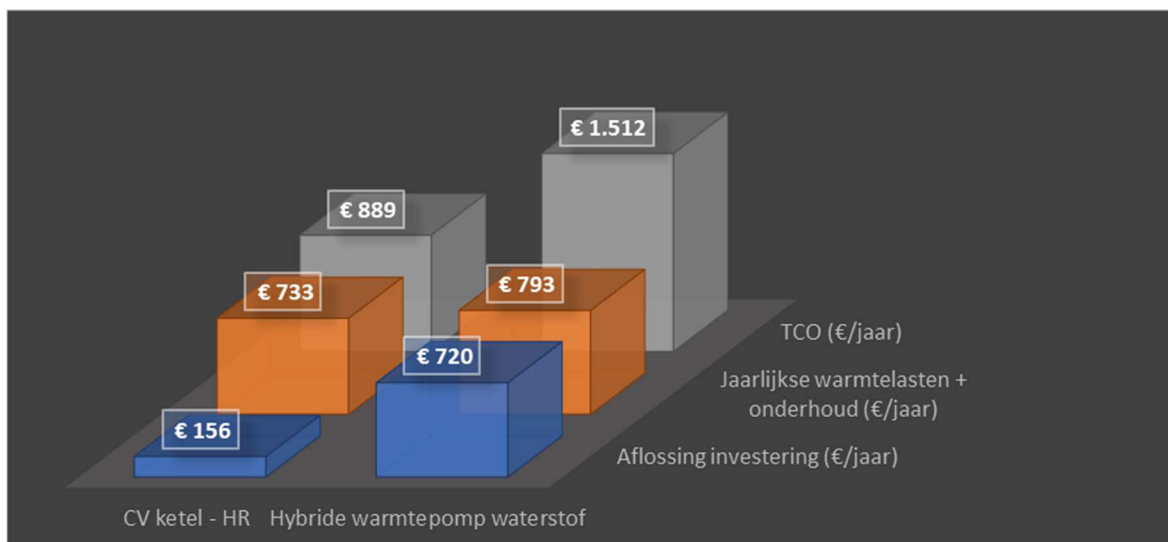
In **grijs** wordt de **Total Cost of Ownership (TCO)** weer gegeven. De TCO wordt berekend als de optelsom van de jaarlijkse aflossing op de investering (blauw) en de jaarlijkse warmte en onderhoudslasten. In feite geeft de TCO dus de jaarlijkse kosten weer die je als eigenaar van het energiesysteem hebt als je alle kosten gelijkmatig zou verdelen over de levensduur van de producten (tabel 14 geeft de aangenomen levensduur weer). De tijd waarop de uitgave gedaan wordt maakt hierin niet uit. Daarom wordt de TCO gebruikt om de verschillende scenario's financieel met elkaar te vergelijken.



Figuur 25 Voorbeeldwoning met Label G, jaarlijkse kosten en totale kosten in waterstof systeem



Figuur 26 Voorbeeldwoning met Label C investering, jaarlijkse kosten en totale kosten in hybride waterstof systeem



Figuur 27 Voorbeeldwoning met Label A investering, jaarlijkse kosten en totale kosten in hybride waterstof systeem

Investeringskosten inwoner

De hybride warmtepomp kost 8.000 tot 12.000 EUR. Een waterstof ketel kost ongeveer 1.000 EUR meer dan een conventionele CV-ketel. Mogelijk komen hier nog extra kosten bij voor het geschikt maken van de leidingen voor waterstof.

Veranderde energie en onderhoudslasten inwoner

De prijs van (groene) waterstof in de toekomst is onzeker, maar waarschijnlijk relatief duur door de hoogwaardigheid, beperkte aanbod en grote vraag. Met name voor sommige industriële processen zullen er weinig alternatieven zijn. PBL verwacht een kostprijs (dus excl. BTW etc.) van 2,40 tot 5,30 EUR/kg in 2030.⁵ Voor deze berekening is uitgegaan van 5,50 EUR/kg, aangezien we nu uitgaan van een directe overstap, en om rekening te houden met schaarste en winstmarges.

De gebruikte waterstof is relatief duur en wordt daarom toegepast in combinatie met een luchtwarmtepomp. Het grootste deel van het jaar zal de warmte volledig door de warmtepomp verzorgd kunnen worden, met een heel gunstig rendement. Alleen op koude dagen zal de waterstofketel inspringen. Hierdoor blijven de kosten beperkt. De onderhoudskosten van het systeem zijn relatief laag.

PV-panelen

De kosten en besparingen van het plaatsen van PV-panelen om de extra elektriciteitsvraag van de warmtepomp te compenseren zijn apart berekend, en in de tabel hieronder gezet. Het aantal panelen is begroot op de elektriciteitsvraag van de warmtepomp. Ook is er uitgegaan van volledige saldering, waardoor de kosten voor elektriciteit van de warmtepomp tot nul worden gebracht.

⁵ https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-waterstof-voor-de-gebouwde-omgeving-operationalisering-in-de-startanalyse-2020_4250.pdf

Tabel 17 Kosten en besparingen PV-panelen om elektriciteitsvraag van warmtepomp te compenseren voor de drie voorbeeldwoningen

Woning	Onderdelen	Hybride
Label G voorbeeldwoning	Aantal panelen	19
	Investering PV	8.000 EUR
	Jaarlijkse besparing PV	1.100 EUR
	Nieuwe TCO	4.100 EUR
Label C voorbeeldwoning	Aantal panelen	7
	Investering PV	3.500 EUR
	Jaarlijkse besparing PV	400 EUR
	Nieuwe TCO	1.700 EUR
Label A voorbeeldwoning	Aantal panelen	5
	Investering PV	2.500 EUR
	Jaarlijkse besparing PV	250 EUR
	Nieuwe TCO	1.450 EUR

Maatschappelijke kosten

Waterstof kan mogelijk via het huidige gasnet getransporteerd worden, en het elektriciteitsnet wordt minder belast dan bij all-electric. Maar voor de productie van groene waterstof is veel extra groene elektriciteit nodig, en door de beperkte beschikbare hoeveelheid in de toekomst is het voor de maatschappij mogelijk gunstiger om waterstof toe te passen op een hoogwaardigere manier (bijvoorbeeld in de industrie).

3.6.3. Bereidheid

Van de 54 bewoners die de enquête invulden spreekt 61 % een warmtepomp met eventueel een hybride warmtepomp (erg) aan. Slechts 21 % van hen spreekt de oplossing (helemaal) niet aan. Waterstof+hybride is daarmee de oplossingsrichting die het meeste draagvlak geniet onder bewoners. Bewoners die de oplossing niet aanspreekt, geven bijvoorbeeld de volgende redenen:

“Ben tegenstander van aardgasvrij”

“Tijd genoeg. Er zijn nog veel dingen in ontwikkeling. Ik ga dit niet als tussenstap gebruiken”

Bewoners die waterstof juist erg aanspreekt als alternatief voor aardgas zien dit als een zekere aardgasloze eindoplossing. Ook het hergebruik van het aardgasnet wordt als positief ervaren.

“Waterstof is het meest toekomstgericht. Behoud van 2 energiebronnen. Elektra en waterstof. Niet eerst investeren in lokale ‘tijdelijke’ oplossingen. Kies voor de lange termijn!”

“Het bestaande aardgasleidingnet kan goed gebruikt worden voor waterstofgas.”

3.6.4. Overige aandachtspunten

Organisatorische en juridische aandachtspunten

Deze optie heeft mogelijk organisatorische en juridische aandachtspunten, die in een later stadium nader kunnen worden onderzocht, bijvoorbeeld:

- Eigenaarschap;
- Verantwoordelijkheid voor beheer;
- Uitvoeringsvormen.

Impact op netinfrastructuur

Wanneer massaal over wordt gegaan op hybride warmtepompen is een beperkte verzwaring van het elektriciteitsnet nodig. De verantwoordelijkheid hiervan ligt bij Liander. Voor het leveren van waterstofgas zijn beperkte aanpassingen aan het gasnet nodig. De verantwoordelijkheid hiervoor ligt bij Liander en bij de Gasunie voor de hoofdleidingen.

3.7. Kleinschalig laagtemperatuur warmtenet

3.7.1. Technische aspecten

Algemeen en locatie

In dit transitiepad zou in een klein deel van de huizen in de kern van Laren (volgens de PBL-analyse 14 % van de woningen) aangesloten worden op een kleinschalig collectief warmtenet. De warmte voor dit systeem zou opgewekt worden uit zon- of asfaltthermie. De opgewekte warmte kan tijdelijk worden opgeslagen in een WKO en voor gebruik worden opgewaardeerd met een collectieve warmtepomp. Via een afleverset komt er dan warmwater de huizen binnen.

Isolatie en woningaanpassingen

Gezien de lage temperatuur van de bron dienen de huizen geïsoleerd te zijn tot Label B of beter en voorzien te worden van laagtemperatuur radiatoren of vloerverwarming. Daarnaast moet de bestaande cv-ketel vervangen worden door een afleverset.

Realisatietermijn

Voor laagtemperatuur warmtenetten en zonthermie zijn technieken benodigd die commercieel toegepast worden (Technology Readiness Level 9). Asfaltthermie is nog in opkomst (Technology Readiness Level 9) De realisatietermijn is dus mede afhankelijk van de bron die gekozen wordt. Realistisch gezien zal het minimaal 5-10 jaar duren voordat een warmtenet geëxploiteerd zou kunnen worden. Een belangrijke reden hiervoor is dat er voldoende bewoners in een klein gebied bereid moeten zijn om de overstap te maken. Bovendien vergt de realisatie van een warmtenet veel organisatie. Zo zal er een zonthermiepark of asfaltthermie aangelegd moeten worden. Er wordt onderzocht of toepassing onder de N332 kansrijk is. Die weg wordt in 2023 door de provincie gerenoveerd. Mogelijk is 2023 iets te kortdage. Er wordt daarom ook gekeken naar de volgende asfaltwegen: Deventerweg, Holterweg, Oosterenkweg, Sportparkweg en Vonkertweg, Banninksweg, Veldhoenkamp, Elsmaat, Postelstraat, Verwoldseweg.

Verwachte warmtevraag

Door de isolatiemaatregelen zal de warmtevraag afnemen. De warmtevraag zal een gemiddelde afname van ongeveer 18 % hebben bij een sprong naar Label B.

Zelfvoorzienend

Met een collectief warmte systeem worden individuele bewoners niet zelfvoorzienend. Echter is het wel zo dat alle warmte en elektriciteit die hiervoor nodig is lokaal opgewekt kan worden.

Keuzevrijheid

De exploitatie van een collectief warmtesysteem wordt gebruikelijk uitbesteed aan één partij. Wanneer een woning aangesloten is op het warmtenet kan alleen via deze partij de warmte afgenomen worden. Hier heeft de bewoner geen keuze meer in. De energiewet is ervoor om te voorkomen dat het gebrek aan concurrentie leidt tot onacceptabel hoge energielasten.

Gedoe en comfort

Afhankelijk van de woning kan de overstap naar een laagtemperatuur energienet tot enig gedoe leiden. Immers dient het huis geïsoleerd en voorzien te worden van een laagtemperatuur afgifte systeem. Ook de cv-ketel dient vervangen te worden door een afleverset. Dit alles zal bovendien moeten gebeuren binnen een afgesproken periode, zodat alle woningen ongeveer gelijktijdig overgaan. In de wijk kan tijdelijk enige overlast ontstaan doordat de straat open moet voor de aanleg van het warmtenet en verwijdering van het gasnet.

CO₂ besparing

Een kleinschalig warmtenet op zonthermie kan woningen CO₂-neutraal van warmte voorzien, ervanuit gaande dat de collectieve warmtepomp draait op groene energie. De aanleg van een zonthermiepark, of periodieke asfaltvervanging wordt hierin niet meegerekend (net als voor de andere scenario's de aanleg van de bron niet is meegerekend).

Extra voordelen

Bij asfaltthermie kan in de winter de installatie gebruikt worden om het asfalt te verwarmen, om de weg sneeuwvrij te maken. Dit bespaart een grote hoeveelheid pek en schade aan milieu en wegdek. Uiteraard vraagt dit wel extra energie precies op het moment dat de vraag van huishoudens ook het hoogste is. Meestal is het met collectieve systemen niet mogelijk om koude te leveren in de zomer.

Risico's knelpunten en onzekerheden

Een zeer belangrijk knelpunt voor een kleinschalig warmtenet is de slechte businesscase. Laren heeft een betrekkelijk lage woningdichtheid wat betekent dat er relatief veel meters leiding aangelegd moeten worden per huishouden. Hierdoor lopen de maatschappelijke kosten hoog op en is het sterk de vraag of dit rendabel kan worden. Anderzijds is er nog geen bestaande warmtebron waarvan gebruik gemaakt kan worden. De realisatie van een zonthermie park of asfaltthermie vergt veel organisatie en de vergunningsprocedures kunnen mogelijk roet in het eten gooien.

Een ander risico is de aansluitingsfactor. Als er niet genoeg bewoners mee willen doen verslechtert de business case.

3.7.2. Financiële aspecten

De kosten van een laagtemperatuur warmtenet zijn van veel factoren afhankelijk. Onder andere het aantal aansluitingen, woningdichtheid, type warmtenet, type warmtebron, enzovoort. Het is daardoor lastig een nauwkeurige schatting te maken van de werkelijke kosten. De aannames uit de Startanalyse van PBL worden in dit rapport als uitgangspunt genomen (zie figuur 13). Dit betekent dat we aannemen dat 125 woningen in de kern Laren (14 %) wordt aangesloten op het warmtenet.

Investeringskosten inwoner

De startanalyse schat de jaarlijkse afschrijving op het warmtenet zelf op 70.000 EUR per jaar, en de warmtebron op 110.000 EUR per jaar. Als de kosten voor het warmtenet door de exploitant wordt doorberekend aan de bewoners, en er 125 woningen op worden aangesloten, is dit ongeveer 1.500 EUR per jaar per woning aan afschrijving op de investering (40.000 - 50.000 oEUR ver 30 jaar).

Veranderde energie en onderhoudslasten inwoner

De onderhoudslasten zijn volgens de startanalyse nog 80.000 EUR per jaar. Dat komt neer op 650 EUR per jaar per woning. Verder zijn de energiekosten sterk afhankelijk van de gekozen bron. In deze berekening is uitgegaan van een warmtesysteem op basis van een aquathermiebron, als er een andere bron beschikbaar is (zoals asfaltthermie) kunnen de uitkomsten anders zijn.

Maatschappelijke kosten

Voor het toepassen van een laagtemperatuur warmtenet is vaak verzwaring van het elektriciteitsnet noodzakelijk, vergelijkbaar met het all electric scenario. Ook zal het gasnet mogelijk verwijderd moeten worden. Deze kosten zijn de verantwoordelijkheid van de netbeheerder en zullen uiteindelijk door de gehele samenleving betaald worden.

3.7.3. Bereidheid

74 % van de 54 enquête respondenten geeft aan dat een kleinschalig warmtenet hem/haar niet, of helemaal niet aanspreekt. Geen enkele respondent geeft aan dat deze optie zeer aansprekend is. Daarmee is het gemeten draagvlak voor deze oplossing de laagste van de vier. Echter moet dit beeld genuanceerd worden. Veel respondenten geven terecht aan dat zij denken dat een warmtenet voor hen geen realistische (financieel haalbare) oplossing is omdat zij buitenaf wonen en de afstand tussen de huizen te groot is. Ook zijn er respondenten die aangeven dat isolatie tot Label B of beter voor hun woning niet haalbaar is en daardoor een warmtenet als oplossing af valt.

“Mijn woning is uit 1938 en ik heb m.i. geen mogelijkheden voor laagtemperatuur verwarming dus de mogelijkheden zijn beperkt. Hybride ketel zou een optie zijn. Aardgasvrij zie ik op korte termijn niet zitten, Russisch gas wel.”

“Ik zou mijn vrijstaande woning in het buitengebied volledig van vloerverwarming moeten voorzien om voor all-electric te kunnen gaan. Dit wordt een te grote ingreep. Daarom kies ik liever voor een hybride systeem. Een kleinschalig warmtenet zie ik in het buitengebied niet snel komen.”

Van de 32 respondenten in de kern van Laren geven 13 respondenten aan dat de optie van een kleinschalig warmtenet hen aanspreekt, of enigszins aanspreekt. Echter geven zij allen in hun toelichting aan liever over te gaan op een andere oplossing zoals waterstof of groengas, of niet afhankelijk te willen zijn van 1 partij die de prijs bepaalt.

“Ik wil zelfvoorzienend zijn. Niet afhankelijk van een grote partij die de prijs bepaalt.”

“Ik heb problemen met een 'niet vrije' keuze van energieleverancier, en zijn er te veel problemen in testwijken. Verbouwing in wijk en huis zie ik ook tegen op.”

3.7.4. Overige aandachtspunten

Organisatorische en juridische aandachtspunten

Het opzetten van een kleinschalig warmtenet is organisatorisch een uitdagende klus. Zo zal verder onderzocht moeten worden, of en waar er mogelijkheden zijn voor zonthermie of asfalthermie in de omgeving van het warmtenet. En ook de werking en locatie van de WKO dient verder uitgewerkt te worden. Wanneer er een businesscase blijkt te zijn dient er een partij gevonden te worden die het aan te leggen warmtenet wil exploiteren. Misschien nog wel uitdagender is het meekrijgen van de bewoners. Voor een warmtenet is het nodig dat er voldoende bewoners die dichtbij elkaar wonen mee doen. Aangezien het gaat om een laagtemperatuur bron dienen zij bovendien voor aansluiting allen hun woning geïsoleerd en aangepast te hebben voor een laagtemperatuur bron.

Impact op netinfrastructuur

Dit transitiepad vergt behoorlijk veel aanpassingen aan de publieke infrastructuur, zo zal er een kleinschalig warmtenet aangelegd moeten worden met een centrale warmtepomp en WKO. Voor de aanleg van asfaltthermie moet de provinciale weg bovendien op de schop.

3.8. Vergelijking van transitiepaden

3.8.1. Financiële vergelijking van mogelijke eindoplossingen

Onderstaande tabellen laten de kosten voor overgang naar een aardgasvrij warmtesysteem zien voor de drie voorbeeldwoningen die we in dit rapport beschouwen. Hoe de tabellen geïnterpreteerd kunnen worden wordt geïllustreerd aan de hand van een voorbeeld in het tekstkader in paragraaf 3.8.3.

Door de Total Cost of Ownership (TCO) van de verschillende oplossingen te vergelijken kan een eerlijke vergelijking gemaakt worden. De TCO geeft de jaarlijkse kosten weer die je als eigenaar van het energiesysteem hebt als je alle kosten gelijkmatig zou verdelen over de levensduur van de producten. Omdat woningen in de meeste gevallen pas over zullen gaan op een nieuw warmtesysteem als hun oude CV vervangen moet worden, zijn ook de kosten voor het vervangen van de CV weergegeven ter vergelijking. Immers zijn een nieuwe CV en het verwarmen van een woning op aardgas ook niet gratis. Het is zeer belangrijk om te beseffen dat bovenstaande rekenvoorbeelden horen bij de voorbeeldwoningen die aan het begin van het hoofdstuk geïntroduceerd zijn.

Voor andere woningen met eenzelfde energielabel kan de rekensom anders uitvallen, bijvoorbeeld doordat de woning groter, of juist kleiner is, de bewoners de verwarming graag een halve graad hoger, of lager zetten, of er andere woningaanpassingen nodig zijn. Bovenstaande getallen geven daarom met name een denkrichting aan. *Larenaren wordt aangeraden contact op te nemen met een installateur of energiecoach voor een berekening die afgestemd is op hun woonsituatie* (hierover meer in hoofdstuk 4).

Voorbeeldwoning Label G

Tabel 18 Kosten overzicht van elk scenario voor de voorbeeldwoning Label G

Kosten	Referentie CV	All-electric	Hybride warmtepomp + CV	Waterstof + hybride warmtepomp	LT warmtenet
Isolatie (EUR)	0	80.000	38.000	38.000	80.000
Systeem (EUR)	2.000	30.000	12.000	13.000	60.000
Totaal investering (EUR)	2.000	110.000	50.000	51.000	140.000
Operationeel (EUR/jaar)	3.600	1000	1.600	2.000	2.000
Totaal (TCO) (EUR/jaar)	3.800	5.900	4.000	4.600	7.500

Tabel 18 laat zien dat voor de voorbeeldwoning Label G, isolatie tot Label D en de installatie van een hybride warmtepomp op groengas het goedkoopste alternatief voor aardgas is. De benodigde investering om aardgasvrij te worden bedragen 50.000 EUR. De TCO voor het hybride scenario is 200 EUR hoger dan die voor de Referentie CV. Dit betekent dat wanneer de lasten gelijk over de afschrijftijd van de investeringen verdeeld zouden worden (met correctie voor inflatie en rente) de energielasten van de woning gemiddeld 200 EUR per jaar hoger zouden liggen dan wanneer er alleen een nieuwe CV-ketel geïnstalleerd zou worden. Tabel 18 laat zien dat wanneer de bewoners de complete energievraag op zouden wekken met eigen zonnepanelen, zij (op basis van TCO) gemiddeld 200 EUR per jaar goedkoper uit zullen zijn dan wanneer ze niet isoleren en alleen gebruik blijven maken van een CV- op aardgas. De totale investering van 58.000 EUR zal onder de genoemde voorwaarden dus op termijn worden terugverdiend.

De overgang naar een all-electric systeem, of lagetemperatuur warmtenet zijn de duurste opties voor de voorbeeldwoning Label G. Dit is te verklaren doordat de woning extreem goed geïsoleerd moet worden en er een nieuw warmtesysteem geïnstalleerd dient te worden. Voor deze oudere woningen vergt dit grote verbouwingen en is het bereiken van deze isolatie graad soms zelfs onmogelijk. De zeer hoge TCO van deze oplossingen geeft aan dat de energiebesparing die deze verbouwing oplevert financieel gezien niet opwegen tegen de hoge kosten.

Voorbeeldwoning Label C

Tabel 19 Kosten overzicht van elk scenario voor de voorbeeldwoning Label C

Kosten	Referentie CV	All-electric	Hybride warmtepomp + CV	Waterstof + hybride warmtepomp	LT warmtenet
Isolatie (EUR)	0	41.000	0	0	40.000
Systeem (EUR)	2.000	14.000	10.000	11.000	50.000
Totaal investering (EUR)	2.000	55.000	10.000	11.000	50.000
Operationeel (EUR/jaar)	1.000	350	650	960	2.000
Totaal (TCO) (EUR/jaar)	1.150	3.000	1.400	1.800	3.000

Tabel 19 laat zien dat voor de voorbeeldwoning Label C de installatie van een hybride warmtepomp op groengas het goedkoopste alternatief voor aardgas is, gevolgd door een hybride warmtepomp met waterstof (zodra dit beschikbaar komt). De benodigde investeringen hiervoor bedragen respectievelijk 10.000 en 11.000 EUR. De TCO voor hybride met groengas is 250 EUR hoger dan die voor de Referentie CV. Dit betekent dat wanneer de lasten gelijk over de afschrijftijd van de investeringen verdeeld zouden worden (met correctie voor inflatie en rente) de energielasten van de woning gemiddeld 250 EUR per jaar hoger zouden liggen dan wanneer er alleen een nieuwe CV-ketel geïnstalleerd zou worden. Tabel 19 laat zien dat wanneer de bewoners de energievraag van de warmtepomp op zouden vangen door zelf zonnepanelen te installeren, zij gemiddeld nog slechts 150 EUR per jaar duurder uit zullen zijn dan bij het vervangen van de CV.

Hoe de kosten precies uitvallen is sterk afhankelijk van de situatie, Zou de voorbeeldwoning-Label C jaarlijks meer dan 1.500 m³ aardgas verbruiken in plaats van de aangenomen 1.200 m³, dan is een hybride warmtepomp met groengas nu al goedkoper dan een cv-ketel op aardgas (zonder eigen zonnepanelen).

De overgang naar een all-electric systeem, of lagetemperatuur warmtenet zijn de duurste opties voor de voorbeeldwoning Label C. Dit is te verklaren doordat er veel woningaanpassingen nodig zullen zijn voordat deze overstap gemaakt kan worden. Denk daarbij aan verregaande isolatie en het installeren van nieuwe radiatoren. De energiebesparing die dit oplevert, weegt financieel gezien niet op tegen de hoge kosten.

Voorbeeldwoning Label A

Tabel 20 Kosten overzicht van elk scenario voor de voorbeeldwoning Label A

Kosten	Referentie CV	All-electric	Hybride warmtepomp + CV	Waterstof + hybride warmtepomp	LT warmtenet
Isolatie (EUR)	0	0	0	0	0
Systeem (EUR)	2.000	8.000	8.000	9.000	40.000
Totaal investering (EUR)	2.000	8.000	8.000	9.000	40.000
Operationeel (EUR/jaar)	750	250	500	800	2.000
Totaal (TCO) (EUR/jaar)	900	950	1.100	1.500	2.500

Tabel 20 laat zien dat de gemiddelde jaarlijkse kosten voor de voorbeeldwoning Label A met slechts 50 EUR per jaar omhoog zullen gaan bij het installeren van een all-electric warmtepomp in plaats van een nieuw cv-ketel op aardgas. Wanneer deze woning de volledige elektriciteitsvraag van de warmtepomp zou opwekken met eigen zonnepanelen zouden de gemiddelde jaarlijkse kosten zelfs afnemen met 50 EUR per maand. Daarmee is een all-electric systeem met eigen zonnepanelen nu al goedkoper dan het installeren van een nieuwe CV-ketel.

De overgang naar een lagetemperatuur warmtenet is met een TCO van 2.500 EUR/jaar de duurste optie voor de voorbeeldwoning Label A. Dit komt met name door de hoge kosten voor de aanleg van de infrastructuur. Ook de hybride warmtepomp met waterstof is met 1.500 EUR/jaar relatief duur. Dit komt doordat de prijs van waterstof naar verwachting hoog zal zijn en het huis twee systemen (een cv-ketel op waterstof en ene hybride warmtepomp) nodig zal hebben.

3.8.2. Eigen PV-zonnepanelen ten behoeve van de (hybride) warmtepomp

Het is een optie om eigen zonnepanelen te installeren ten behoeve van de (hybride) warmtepomp. Tabel 21 beschrijft de veranderingen hiervan op de kosten. De TCO incl. PV-panelen geldt voor de complete oplossing bestaande uit isolatie, het warmtesysteem en de zonnepanelen. De totale investering kan berekend worden door de 'extra investering PV' uit deze tabel op te tellen bij de 'totale investering' uit de bovenstaande tabellen. In de berekeningen wordt ervan uitgegaan dat er voldoende ruimte beschikbaar is om de benodigde zonnepanelen te plaatsen. In werkelijkheid zal dit niet bij elke woning mogelijk zijn.

Tabel 21 Verandering in kostenoverzicht, wanneer het extra elektriciteitsverbruik van de (hybride) warmtepomp opgewekt wordt met eigen PV-zonnepanelen

Voorbeeld woning	Kosten	All-electric	Hybride warmtepomp + CV	Waterstof + hybride warmtepomp
Label G	Extra investering PV (EUR) ***	7.000	8.000***	8.000***
	Jaarlijkse besparing PV (EUR/jaar)	950	1.100	1.100
	TCO incl. PV-panelen (EUR/jaar)	5.500	3.600	4.100
Label C	Extra investering PV (EUR)	4.000	3.500	3.500
	Jaarlijkse besparing PV (EUR/jaar)	450	400	400
	TCO incl. PV-panelen (EUR/jaar)	2.900	1.300*	1.700
Label A	Extra investering PV (EUR)	3.000	2.500	2.500
	Jaarlijkse besparing PV (EUR/jaar)	350	250	250
	TCO incl. PV-panelen (EUR/jaar)	850**	1.050	1.450

* Van alle gepresenteerde alternatieven is dit voor de voorbeeldwoning Label C over de jaren het goedkoopste alternatief voor (alleen) een aardgas-CV.

** Van alle gepresenteerde alternatieven is dit over de jaren het goedkoopste alternatief voor de voorbeeldwoningen Label G en A, wanneer de huidige CV aan vervanging toe is. De oplossing is daarmee goedkoper dan (alleen) een aardgas CV.

*** Voordat de voorbeeldwoning Label G over kan gaan op all-electric moet deze zeer goed geïsoleerd worden (Label B, of beter). Het energieverbruik van de woning neemt daardoor sterk af. Na isolatie tot Label B, of beter verbruikt een all-electric warmtepomp minder elektriciteit, dan een hybride warmtepomp in dezelfde woning die tot Label D geïsoleerd is. Hierdoor heeft de woning in het all-electric scenario minder zonnepanelen nodig om aan de elektriciteitsvraag te voldoen, dan in de hybride scenario's

3.8.3. De eerste stap: isoleren

De grootste besparingen in jaarlijkse energielasten worden gemaakt door het isoleren van de woning. Dit is goed te zien wanneer de verschillende voorbeeldwoningen met elkaar vergeleken worden. Liggen de gemiddelde jaarlijkse kosten (TCO) voor de voorbeeldwoning Label G met CV nog op 3.000 EUR, bij de voorbeeldwoning Label C is dit 1.200 EUR en voor de voorbeeldwoning Label A 900 EUR per jaar. Ook bij de andere energiesystemen is deze trend te zien.

Het terugbrengen van de energievraag door isolatie brengt voor veel huizen een financieel voordeel, soms op korte termijn, en soms op (zeer) lange termijn. Ook wanneer we naar Laren als geheel (of landelijk) kijken is het terugdringen van de energievraag een belangrijke eerste stap naar aardgasvrij. Voor zowel de voorbeeldwoning Label G als de voorbeeldwoning Label C zijn een hybride warmtepomp met groengas of waterstof de goedkoopste alternatieven voor aardgas. We weten nu al dat er landelijk gezien een tekort zal zijn aan deze duurzame brandstoffen. Veel woningen zullen deze overstap dus niet kunnen maken, simpelweg omdat er niet voldoende groengas, of waterstof beschikbaar is. Door het isoleren van woningen zorgen we er samen voor dat we minder energie nodig hebben. Op die manier kunnen zo veel mogelijk huishoudens gebruik maken van deze duurzame brandstoffen. Wanneer er niet voldoende geïsoleerd wordt, is het mogelijk dat de schaarste van groengas en waterstof groter wordt dan verwacht, waardoor de kosten van deze scenario's in de praktijk hoger uitvallen (lager is ook mogelijk bijvoorbeeld door subsidies). Isoleren doen we dus niet alleen voor onszelf, maar ook voor de samenleving als geheel.

Goed isoleren vergt grote investeringen, bij slecht geïsoleerde woningen (zoals de voorbeeldwoning Label G) worden de eerste maatregelen (bijvoorbeeld tot Label C) vaak snel terugverdiend. De investering om redelijk geïsoleerde woningen (zoals de voorbeeldwoning Label C) nog verder te isoleren zijn een stuk minder financieel aantrekkelijk. Om isolatie te stimuleren, en dit ook financieel aantrekkelijk te maken voor redelijk geïsoleerde huizen zijn er verschillende subsidies en financieringsvormen beschikbaar (zie hoofdstuk 4).

3.8.4. (Hybride) warmtepomp bij vervanging CV (zowel tussen- als eindoplossing)

Eerder zagen we al dat het voor de voorbeeldwoning Label A op termijn ongeveer even duur is om het huis te verwarmen met een all-electric warmtepomp als met een CV-ketel op gas en bij gebruik van eigen zonnepanelen zelfs iets goedkoper. De verwachting is dat warmtepompen de aankomende jaren steeds goedkoper en stiller gaan worden. Wanneer de CV-ketel in dit soort goed geïsoleerde woningen vervangen moet worden is het dus de moeite waard om te onderzoeken of een all-electric warmtepomp een goede oplossing kan zijn. Mogelijk ben je voor hetzelfde geld in één klap aardgas vrij en bespaar je veel CO₂ uitstoot.

Voor slecht en redelijk geïsoleerde woningen is het bij de vervanging van de CV-ketel verstandig om te overwegen deze te combineren met een hybride warmtepomp. Zeker wanneer de woning meer dan 1.500 m³ aardgas per jaar verbruikt, zal dit in veel gevallen financieel voordelig uitvallen. Op dit moment kost het inkopen van groengas 0,02 EUR per m³ meer dan aardgas. Dit betekent dat het financiële plaatje voor de hybride warmtepomp + CV-scenario voor groengas en aardgas vrijwel niet verschillen. Wanneer men gewoon aardgas en grijze stroom in blijft kopen zal men met behulp van de hybride warmtepomp al snel 50 % minder CO₂ uitstoten. Wanneer groene stroom wordt ingekocht kan dit zelfs oplopen tot 75 à 90 %. Daarmee is een hybride warmtepomp + CV op aardgas al een hele grote verbetering ten opzichte van alleen een CV-ketel op aardgas. Een prima tussenoplossing naar een aardgasvrije toekomst. Bovendien is het voor veel woningen in Laren aannemelijk dat de hybride warmtepomp zal blijven en de CV op aardgas op een gegeven moment zal draaien op groengas, of vervangen moet worden voor een waterstofketel. Daarmee is de hybride installatie dus ook de eindoplossing.

Voor de slecht geïsoleerde woningen blijft isolatie belangrijk. Dit kan op momenten dat het goed uitkomt, bijvoorbeeld gevel-, dak-, of vloerisolatie toepassen wanneer er toch al een verbouwing plaatsvindt, of overgaan op HR++ glas wanneer de kozijnen geschilderd moet worden. Voor het plaatsen van een hybride warmtepomp is het namelijk niet noodzakelijk om te wachten tot de woning goed geïsoleerd wordt. Met elke isolatie stap zal men minder gas gaan gebruiken en kan de warmtepomp de woning vaker van voldoende warmte voorzien. Ook voor deze woningen kan een hybride warmtepomp meteen al voordelen opleveren (zowel financieel als CO₂).

3.8.5. Toelichting tabellen aan de hand van een voorbeeld

Wat betekenen de tabellen voor de bewoners van de voorbeeldwoning Label C?

Stel, de bewoners van de voorbeeldwoning Label C moeten binnenkort hun CV-ketel vervangen. Ze hebben besloten dat ze over willen gaan naar een all-electric oplossing zodat ze helemaal van het aardgas zijn en CO₂ neutraal. Om dit mogelijk te maken moeten zij hun woning eerst isoleren tot Label B. Volgens tabel 20 zijn de investeringskosten voor isolatie 41.000 EUR. De kosten aanschaf en installatie van de all-electric warmtepomp bedragen 14.000 EUR. Daarmee komt de totale investering voor het overschakelen van systeem uit op 55.000 EUR. De jaarlijkse operationele kosten om de woning van warmte te voorzien en het systeem te onderhouden bedragen ongeveer 350 EUR per jaar (dit is inclusief 500 EUR algemene heffingskorting die de overheid op dit moment geeft op de energierekening).

Ter vergelijking, wanneer de bewoners een nieuwe CV-ketel op gas zouden nemen en hun woning niet zouden isoleren zouden de investeringskosten ongeveer 2.000 EUR bedragen. De jaarlijkse operationele kosten om de woning van warmte te voorzien en het systeem te onderhouden bedragen dan ongeveer 1.000 EUR per jaar.

Vergelijken van de oplossingen met Total Cost of Ownership (TCO)

De investeringskosten van de all-electric oplossing liggen dus hoger dan die voor een CV, maar de jaarlijkse operationele kosten liggen lager. Om de oplossing financieel met elkaar te vergelijken op de lange termijn, gebruiken we de Total Cost of Ownership (TCO). Deze term drukt uit wat de gemiddelde jaarlijkse kosten voor het systeem zijn wanneer je deze zou spreiden over de afschrijftermijn (levensduur) van de maatregelen. Tabel 14 geeft aan van welke afschrijftermijnen wordt uitgegaan. In de berekening voor de TCO wordt bovendien uitgegaan van een rentepercentage van 3 %, om te corrigeren voor inflatie en/of een eventuele lening waarmee de initiële investering gefinancierd wordt. Je zou de TCO namelijk ook kunnen zien als de kosten die je jaarlijks zou hebben wanneer je de investering doet met behulp van een lening, die je jaarlijks afbetaalt (annuitair, dus met gelijke jaarlijkse betalingen). In het geval van de voorbeeldwoning Label C ligt de TCO voor een all-electric systeem op ongeveer 3.000 EUR per jaar en die voor een nieuwe CV-ketel op 1.200 EUR per jaar. De all-electric oplossing zal de bewoners gemiddeld dus ongeveer 1.900 EUR per jaar extra kosten. De hybride warmtepomp heeft een TCO van 1.400 EUR per jaar en is daarmee gemiddeld slechts 250 EUR per jaar duurder een nieuwe CV op gas, en een stuk duurzamer.

Kunnen de kosten niet verder omlaag wanneer bewoners zelf hun elektriciteit opwekken met behulp van zonnepanelen?

Ja dat kan! Stel, de bewoners uit de voorbeeldwoning Label C kiezen ervoor om PV-zonnepanelen te plaatsen. Ze plaatsen voldoende om hun warmtepomp volledig op zonne-energie te laten draaien. Tabel 21 laat zien dat de investeringen voor de zonnepanelen ongeveer 4.000 EUR bedragen, daarmee komen de totale investeringen (inclusief isolatie en warmtepomp) uit op 62.000 EUR. De zonnepanelen leveren een jaarlijkse kostenbesparing van 450 EUR op ten opzichte van de situatie zonder zonnepanelen (maar met warmtepomp) doordat de bewoners geen elektriciteit (of aardgas) in hoeven te kopen. Onder de huidige regelingen van de algemene heffingskorting, waarbij iedereen 500 EUR korting krijgt op zijn energierekening, betekent dat dat de bewoners 100 EUR toe krijgen op de energielasten. De gemiddelde jaarlijkse kosten (TCO) komen daarmee uit op 2.900 EUR.

Wat is financieel de meest gunstige oplossing voor de bewoners van de voorbeeldwoning Label C?

Om te bepalen wat financieel de meest gunstige oplossing is voor de voorbeeldwoning Label C vergelijken we de (TCO) van alle oplossingen, met en zonder PV-panelen. Voor de bewoners van de voorbeeldwoning Label C is het op dit moment het goedkoopste om een CV-ketel te blijven gebruiken. Voor een hybride warmtepomp bedraagt de TCO inclusief PV-zonnepanelen 1.300 EUR. Daarmee is het gemiddelde verschil met een CV-ketel nog 150 EUR per jaar waar dit zonder zonnepanelen nog 250 EUR per jaar bedroeg.

De all-electric oplossing valt op dit moment met een TCO van rond de 3.000 EUR per maand het duurste uit voor de bewoners van de voorbeeldwoning Label C. Ongeacht of zij zonnepanelen plaatsen of niet. Dit is te verklaren door de hoge investeringskosten voor betere isolatie van de woning.

Bij nader inzien neigen de bewoners van de voorbeeldwoning Label C er nu toch naar om hun CV-ketel te vervangen voor een hybride warmtepomp en eventueel zonnepanelen te installeren. Voor ze een besluit nemen zullen ze echter eerst een energiecoach raadplegen, die voor hen in meer detail kan bekijken of een combinatie van enkele isolatiemaatregelen en een hybride warmtepomp bijvoorbeeld niet nog financieel voordeliger uit kan vallen. Ook kan de coach het adviseren over gunstige subsidies, leningen en collectieve inkoopmaatregelen (zie hoofdstuk 4) en een eventuele fasering van maatregelen. Over ongeveer 15 jaar, wanneer de hybride warmtepomp aan vervanging toe is zullen de bewoners immers weer ongeveer voor dezelfde keuze staan en is het verstandig om nu alvast de eerste isolatie stappen te nemen.

Kunnen de alternatieve energie oplossingen ook financieel voordeliger zijn?

Ja, dat kan zeker. Dit is het geval voor de voorbeeldwoningen Label A en Label G.

Voor de voorbeeldwoning Label G laat tabel 21 zien dat het isoleren van de woning tot label D en het plaatsen van een hybride warmtepomp en PV-zonnepanelen met een TCO van 3.600 EUR gemiddeld 200 EUR per jaar goedkoper is dan het plaatsen van een nieuwe CV-ketel. De verlaging van de jaarlijkse energierekening wegen in dit geval dus financieel op tegen de initiële investeringskosten van circa 54.000 EUR.

Voor de voorbeeldwoning Label A is het financieel het meest voordelig om over te gaan naar een warmtepomp en eigen zonnepanelen. Met een TCO van 850 EUR is dit gemiddeld 50 EUR per jaar goedkoper dan de aanschaf van een nieuwe CV-ketel op gas. Ook zonder zonnepanelen komt de all-electric warmtepomp niet ongunstig uit de bus. Deze is dan 50 EUR per jaar duurder. Het is dus ook te overwegen om de investering voor de warmtepomp en de panelen over meerdere jaren te verspreiden.

3.8.6. Vergelijking van transitiepaden op andere criteria

Tabel 22 geeft een overzicht van de impact van de verschillende transitiepaden weer op verschillende criteria die voor burgers van belang zijn. Door middel van kleuren wordt aangegeven of de oplossing gunstig, of ongunstig scoort op de criteria, in de cel wordt beschreven waarom dit het geval is. Ook de tussenoplossing van een hybride warmtepomp met een CV op aardgas is meegenomen in de vergelijking.

Wat in grote lijnen opvalt is dat (nieuwe) goed geïsoleerde woningen, met laagtemperatuur warmteafgifte systemen met relatief weinig gedoe en kosten van het aardgas af kunnen. De opgave voor de oudere slechter geïsoleerde woningen is een stuk groter. In de meest gunstige scenario's maken ze gebruik van een hybride warmtepomp en een (duurzame) brandstof.

De hybride warmtepomp met een CV op waterstof scoort relatief vaak 'ongunstig'. Dit komt doordat groene waterstof op dit moment nog niet beschikbaar is en het gebruik ervan naar verwachting duur zal zijn. Ook brengt het geen andere voordelen met zich mee ten opzichte van (Larens) groengas.

Ook het kleinschalig warmtenet scoort relatief vaak 'ongunstig' met name doordat de (oude) slecht geïsoleerde woningen veel woningaanpassingen zouden moeten doen om hierop aangesloten te worden. Ook het 'vastzitten' aan één leverancier van warmte zal sommige burgers tegenstaan.

De all-electric en hybridewarmtepomp met CV op groengas scoren relatief vaak gunstig doordat deze oplossingen voor respectievelijk goed geïsoleerde en minder goed geïsoleerde woningen het meest financieel gunstige alternatief voor aardgas vormen. Daarnaast leveren beide technieken aanvullende voordelen op, zoals de mogelijkheid om zelfvoorzienend te worden en de woning te koelen (all-electric), of een bijdrage te leveren aan het oplossen van de stikstofcrisis.

Tabel 22 Criteriumanalyse transitiepaden

Legenda:

- Rood = ongunstig
- Oranje = gemiddeld
- Groen = gunstig
- Grijs = nog onduidelijk

Criterion	Kleinschalig lagetemperatuur warmtenet	Waterstof + hybride warmtepomp	Groengas + hybride warmtepomp	Warmtepomp geheel elektrisch	Tussenoplossing: Aardas + hybride warmtepomp
Wat is de CO₂-besparing van de oplossing t.o.v. huidige oplossing met aardgas.	Indien grijze stroom: Middelmatig	Indien beschikbare waterstof opgewekt met fossiele bronnen (huidige situatie): Laag	Indien ingekocht groengas: Hoog/ Middelmatig, afhankelijk van de bron	Indien grijze stroom: Middelmatig	indien grijze stroom: Middelmatig, tenminste 50 % reductie
	Indien groene stroom: Hoog	Indien groene waterstof beschikbaar is: Hoog	Indien Larens groengas beschikbaar is: Hoog	Indien groene stroom: Hoog	Indien groene stroom: Hoog 75 % -90 % reductie
In welke mate kunnen bewoners/ Laren zelfvoorzienend worden in hun eigen energiebehoefte?	bewoners: niet zelfvoorzienend afhankelijk van collectief systeem	bewoners: niet zelfvoorzienend in waterstof. Deels zelfvoorzienend bij eigen elektriciteit opwek eventueel met opslag	bewoners: zelfvoorzienend zijn in groengas kan alleen op papier. Deels zelfvoorzienend bij eigen elektriciteit opwek eventueel met opslag	bewoners: deels zelfvoorzienend bij eigen elektriciteit opwek. Volledig zelfvoorzienend in combinatie met energie opslag	bewoners: niet zelfvoorzienend in aardgas. Deels zelfvoorzienend bij eigen elektriciteit opwek eventueel met opslag
	Laren: zelfvoorzienend, gebruik van lokale energiebron en warmte opslag	Laren: Het is nog onduidelijk op welke schaal groene waterstof geproduceerd kan worden	Laren: er is onvoldoende groengas om heel Laren te voorzien. Afhankelijk van gasnet Voor buffering (opslag) van groengas. Mogelijk om eigen elektriciteit op te wekken	Laren: Middelmatig, zelfvoorzienend is in theorie mogelijk, er is veel energie opwek en opslag nodig	Laren: niet mogelijk om zelfvoorzienend te worden, afhankelijk van nationale aardgasproductie
Wat zijn de investeringskosten voor de oplossing door de inwoner? (inclusief: woningaanpassingen: isolatie en installaties.)	(Nieuw) huis met goede isolatie (Label B of beter) en lagetemperatuur-verwarming: alleen kosten voor afleverset	(Nieuw) huis met / redelijke goede isolatie (Label D of beter): alleen aanschaf kosten hybride warmtepomp	(Nieuw) huis met redelijke / goede isolatie (Label D of beter): alleen aanschaf kosten hybride warmtepomp	(Nieuw) huis met goede isolatie (Label B of beter) en lagetemperatuur-verwarming: aanschafkosten warmtepomp	(Nieuw) huis met redelijke / goede isolatie (Label D of beter): alleen aanschaf kosten hybride warmtepomp
	(Oud) huis met matige slecht isolatie hoge Zeer hoge investeringskosten voor het geschikt maken van de woning (niet altijd mogelijk) en installatie afleverset	(Oud) huis met matige/ slechte isolatie: Isolatie tot Label D en aanschaf hybride warmtepomp	(Oud) huis met matige/ slechte isolatie: Isolatie tot Label D en aanschaf hybride warmtepomp	(Oud) huis met matige/ slechte isolatie: Isolatie tot Label D en aanschaf hybride warmtepomp	(Oud) huis met hoge temperatuur-verwarming: Zeer hoge investeringskosten voor het geschikt maken van de woning (niet altijd mogelijk) en aanschaf warmte pomp

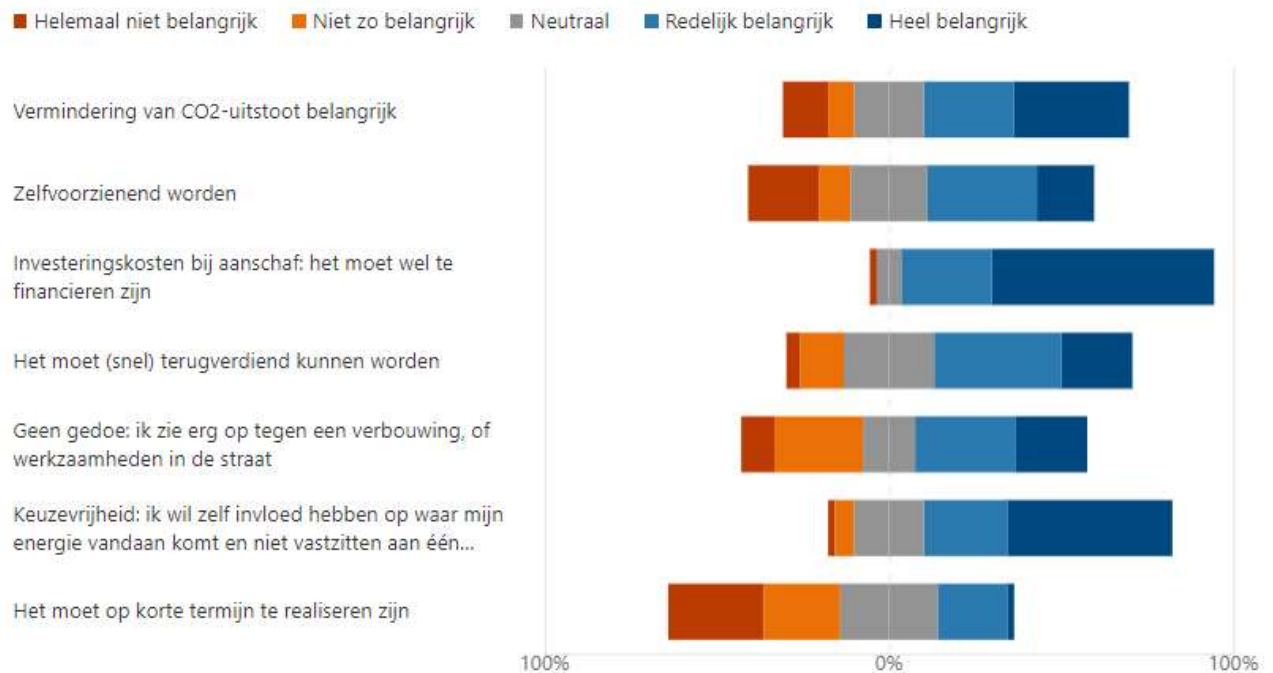
<p>Wat is de terugverdientijd van de oplossing?</p> <p>(of terwijl, hoe staan de investeringskosten in verhouding tot de verlaging van de energielasten?)</p>	<p>(Nieuw) huis met lagetemperatuur-verwarming: De in vestering is laag, maar de warmte levering is relatief duur</p>	<p>(Nieuw) huis met goede isolatie en lagetemperatuur-verwarming: nog niet beschikbaar, maar waarschijnlijk wordt waterstof duur</p>	<p>(Nieuw) huis met goede isolatie en lagetemperatuur-verwarming:</p>	<p>(Nieuw) huis met goede isolatie en lagetemperatuur-verwarming: Voor een Label A woning kan dit nu al goedkoper zijn</p>	<p>(nieuw) huis met goede isolatie: De besparingen wegen op relatief korte termijn op tegen de investeringskosten</p>
	<p>(Oud) huis met slechte isolatie en hoge temperatuur-verwarming: De zeer hoge investeringen voor de woning aanpassingen worden nauwelijks terugverdiend</p>	<p>(Oud) huis met matige/ slechte isolatie: nog niet beschikbaar, maar waarschijnlijk wordt waterstof duur</p>	<p>(Oud) huis met matige/ slechte isolatie: op termijn woonlasten neutraal</p>	<p>(Oud) huis met matige slechte isolatie en hoge temperatuur-verwarming: De zeer hoge investeringen voor de woningaanpassingen worden nauwelijks terugverdiend</p>	<p>(Oud) huis met matige/ slechte isolatie: op termijn woonlasten neutraal</p>
<p>Welk gedoe brengt de oplossing met zich mee?</p> <p>(Hoe veel woningaanpassingen zijn nodig, wat is het ruimtebeslag in huis en is er daardoor tijdelijk of permanent minder comfort en meer geluidsoverlast.)</p>	<p>(Nieuw) huis met goede isolatie en lagetemperatuur-verwarming: installatie afleverset. Opbreken straat voor aanleg warmtenet</p>	<p>(Nieuw) huis met redelijk/ goede isolatie en lagetemperatuur-verwarming: extra ruimte beslag in huis voor warmtepomp en buffervat. Mogelijke geluidshinder. Extra isolatie kan wenselijk zijn, maar is niet noodzakelijk</p>	<p>(Nieuw) huis met redelijke/ goede isolatie en lagetemperatuur-verwarming: extra ruimte beslag in huis voor warmtepomp en buffervat. Mogelijke geluidshinder. Extra isolatie kan wenselijk zijn, maar is niet noodzakelijk</p>	<p>(Nieuw) huis met redelijke/ goede isolatie en lagetemperatuur-verwarming: Isolatie tot Label B, of beter is noodzakelijk voor een deel van de woningen. Dit levert een toename in comfort. extra ruimtebeslag buffervat. Mogelijke geluidshinder</p>	<p>(Nieuw) huis met redelijke/ goede isolatie en lagetemperatuur-verwarming: extra ruimtebeslag warmtepomp en buffervat. Mogelijke geluidshinder. Extra isolatie kan wenselijk zijn, maar is niet noodzakelijk</p>
	<p>(Oud) huis met slechte isolatie en hoge temperatuur-verwarming: Veel woning aanpassingen, grondige isolatie, installeren nieuw warmteafgifte systeem en afleverset.</p> <p>Opbreken straat voor aanleg warmtenet</p>	<p>(Oud) huis met slechte isolatie en hoge temperatuur-verwarming: Veel woning aanpassingen: aanbrengen van isolatie tot Label D of hoger, levert een toename in comfort. extra ruimte beslag in huis voor warmtepomp +buffervat. Mogelijke geluidshinder.</p>	<p>(Oud) huis met slechte isolatie en hoge temperatuur-verwarming: Veel woning aanpassingen: aanbrengen van isolatie tot Label D of hoger, levert een toename in comfort. extra ruimte beslag in huis voor warmtepomp +buffervat. Mogelijke geluidshinder.</p>	<p>(Oud) huis met slechte isolatie en hoge temperatuur-verwarming: Zeer veel woning aanpassingen, grondige isolatie en installeren nieuw warmteafgifte systeem, extra ruimte beslag buffervat. Mogelijke geluidshinder. Meer comfort door isolatie. Let op, isolatie tot het gewenste niveau is niet altijd mogelijk</p>	<p>(Oud) huis met slechte isolatie en hoge temperatuur-verwarming: extra ruimtebeslag warmtepomp en buffervat. Mogelijke geluidshinder. Extra isolatie tot Label D wordt sterk aanbevolen en is financieel aantrekkelijk</p>
<p>Hoeveel keuzevrijheid hebben inwoners over bij welke organisatie zij energie inkopen, of hoe deze opgewekt wordt?</p>	<p>Er kan alleen warmte afgenomen worden van het warmtenet</p>	<p>Er is nog geen groene waterstof beschikbaar. Het is onbekend of meerdere partijen dit aan zullen bieden</p>	<p>Er zijn meerdere partijen die groengas en elektra aanbieden</p>	<p>Er zijn meerdere partijen die groengas en elektra aanbieden</p>	<p>Er zijn meerdere partijen die aardgas en elektra aanbieden</p>

Op welke termijn is de oplossing te realiseren?	Middellange tot lange termijn	Lange termijn	korte termijn bij inkoop huidige leveranciers. middellange termijn voor lokale productie	korte termijn	korte termijn
Zijn er extra voordelen van deze oplossing voor inwoners?	afhankelijk van het gekozen systeem kan het mogelijk zijn om in de zomer koude te leveren. Dit is niet gebruikelijk	Ingekocht, geen	Draagt bij aan het oplossen van de stikstofproblematiek Helpt boeren met mestoverschot en reductie van stank in de omgeving	Koeltevoorziening in de zomer	geen
		Larens waterstof uit biogas (zie groengas scenario)			
Wat zijn de maatschappelijke kosten voor deze oplossing? (Totale kosten gemaakt door overheden, en de samenleving zoals bijvoorbeeld vervuiling afname van, natuur, enzovoort.)	Hoge kosten voor de coördinatie en aanleg van infrastructuur	Voor de productie van groene waterstof moet veel infrastructuur ontwikkeld worden. waterstof zal beperkt beschikbaar zijn. Vergt aanpassingen aan het elektriciteitsnet	Lage kosten groengas zal commercieel geproduceerd worden Larens groengas draagt bij aan oplossing stikstofproblematiek. Sommige andere vormen van groengas worden minder milieuvriendelijk geproduceerd. Beperkte beschikbaarheid voor woningen. Vergt aanpassingen aan het elektriciteitsnet.	Vraagt aanpassingen aan het elektriciteitsnet. De enorme energie besparing door alle isolatiemaatregelen leveren veel voordelen op voor het milieu	minimale investering met grote milieu winst. Vergt aanpassingen aan het elektriciteitsnet
		voor Larens waterstof uit biogas gelden naast de genoemde infrastructuur investeringen dat dit bijdraagt aan een oplossing voor de stikstofproblematiek			

Figuur 28 geeft aan hoe belangrijk Larenaren (54 respondenten) de beoordelingscriteria vinden. De deelnemers aan de online enquête vinden de initiële investeringskosten en keuzevrijheid van energieleverancier de belangrijkste criteria. Of de oplossing op korte termijn realiseerbaar is, wordt het minst belangrijk gevonden.

5. Wat is belangrijk voor u, als u zou kiezen om aardgasvrij te worden?

[More Details](#)



Figuur 28 Respons van Larenaren over beoordelingscriteria

3.9. Conclusie en fasering

Goed geïsoleerde woningen kunnen meteen over op All-electric

Voor goed geïsoleerde woningen, zoals de voorbeeldwoning Label A, is het overstappen naar een all-electric oplossing veruit het goedkoopste alternatief voor aardgas. Wanneer de bewoners zelf PV-zonnepanelen installeren om in de energiebehoefte te voorzien, is deze oplossing op dit moment zelfs al goedkoper dan een CV-ketel op aardgas.

De conclusie van het onderzoek luidt daarom dat goed geïsoleerde woningen op een logisch vervangingsmoment vanaf heden meteen van het aardgas af kunnen door over te stappen op all-electric warmtepompen. All-electric is voor deze woningen de zogenoemde aardgasvrije 'eindoplossing'. Zeker in de kern van Laren is het verstandig om rekening te houden met eventuele geluidsoverlast. Woningcorporatie Viverion heeft inmiddels een aantal woningen met warmtepomp in beheer en geeft aan dat geluidsoverlast daar geen problemen oplevert.

Voor woningen in de kern van Laren wordt de aankomende tijd nog onderzocht welke mogelijkheden er zijn om samen met de buren/buurt kleinschalige warmte collectieven op te starten. Bijvoorbeeld met gebruik van zonthermie, asfaltthermie, of een collectieve warmtepomp. Ook het delen van een warmtepomp via een bodemlus met de buren is voor deze woningen een goede optie, die door bewoners zelf geïnitieerd kan worden.

Slecht geïsoleerde woningen buiten de kern van Laren kunnen meteen isoleren en over op een hybride warmtepomp + CV op groengas en eventueel later waterstof. Hybride + aardgas kan een tussenoplossing zijn

Slecht geïsoleerde woningen, zoals de voorbeeldwoning Label G, bevinden zich met name buiten de kern van Laren. Op deze locaties zal een warmtenet nooit haalbaar worden. Deze woningen wordt aanbevolen vanaf nu te beginnen met isolatie tot in ieder geval Label D om de energievraag terug te brengen. Bij de meeste woningen is isolatie tot label C financieel rendabel (Label B, of hoger niet). Daarnaast is het verstandig om wanneer de CV vervangen moet worden te overwegen om ook een hybridepomp te plaatsen. Naar alle waarschijnlijkheid bestaat de aardgasvrije eindoplossing voor deze woningen ook uit een hybride warmtepomp, aangevuld met een CV op groengas of waterstof. In de periode 2030-2040 zou onderzocht kunnen worden of er al meer helderheid is over welk gas er op termijn geleverd zal worden. Op dit moment kan de CV die de hybride warmtepomp ondersteund draaien op aardgas, of groengas.

Redelijk geïsoleerde woningen binnen de kern van Laren, heroverweeg de eindoplossing in 2030-2040, isoleren is altijd goed

Uit de enquête onder inwoners van Laren blijkt het warmtenet op dit moment weinig populariteit te genieten. Bovendien blijkt uit het financiële overzicht dat het lagetemperatuur warmtenet voor de meeste woningen de duurste optie is. Alleen voor de voorbeeldwoning Label C zijn de kosten (gemiddeld 3.000 EUR/jaar) ongeveer gelijk aan het overstappen naar een all-electric systeem. Daarmee is de optie op dit moment nog steeds ruim 2x duurder dan het goedkoopste alternatief voor aardgas, een hybride warmtepomp met CV op groengas. Echter zal er in de toekomst waarschijnlijk niet genoeg groengas en/of waterstof beschikbaar zijn voor alle woningen, waardoor deze alternatieven voor aardgas duurder uitvallen dan nu verwacht wordt.

In de periode 2030 - 2040 wanneer er meer duidelijkheid is over de prijs en de beschikbaarheid van duurzame brandstoffen (die is erg onzeker), zou daarom opnieuw geëvalueerd kunnen worden of het voor 'matig' geïsoleerde woningen in de kern van Laren zoals de voorbeeldwoning Label C nog steeds wenselijk is om uiteindelijk over te gaan op een individuele oplossing, of dat aansluiting op een lagetemperatuur warmtenet toch goedkoper is. Op dit moment lijkt de aanleg van een warmtenet daarom geen goed alternatief. Het is zeker dat isolatie van deze woningen altijd een bijdrage levert aan de transitie, echter kan dit vaak niet uit zonder subsidies. Woningen in de kern zouden eventueel bij vervanging van de CV over kunnen gaan op een hybride warmtepomp, deze is immers binnen 15 à 20 jaar weer aan vervanging toe en het eventuele warmtenet zal er niet binnen 15 jaar liggen. Echter is het dus nog niet zeker dat dit ook de eindoplossing wordt.

Voor woningen in de kern van Laren wordt de aankomende tijd nog onderzocht welke mogelijkheden er zijn om samen met de buren/buurt kleinschalige warmte collectieven op te starten. Bijvoorbeeld met gebruik van zonthermie, of asfaltthermie. Dit kan, bij voldoende isolatie van de woning een goede eindoplossing zijn.

Redelijk geïsoleerde woningen buiten de kern van Laren kunnen meteen isoleren en over op een hybride warmtepomp + CV op groengas of aardgas. Heroverweeg in 2030-2040 of hybride + groengas, of waterstof optimaal zijn, of dat verdere isolatie + all-electric gunstiger is

Voor redelijk geïsoleerde woningen (zoals de voorbeeldwoning Label C) buiten de kern van Laren is het zeker dat er ingezet zal worden op individuele oplossingen. Op dit moment lijkt verregaande isolatie en een all-electric warmtepomp een duur alternatief. Echter zou op termijn kunnen blijken dat er te weinig waterstof/ groengas beschikbaar is waardoor deze alternatieven voor aardgas duurder uitvallen dan nu verwacht wordt. In de periode 2030 - 2040 wanneer er meer duidelijkheid is over de prijs en de beschikbaarheid van duurzame brandstoffen (die is erg onzeker), zou daarom opnieuw geëvalueerd kunnen worden of een hybride systeem voor 'redelijk' geïsoleerde woningen nog steeds het gunstigst uitpakt, of dat all-electric toch gunstiger uitpakt.

Redelijk geïsoleerde woningen kunnen dus bij vervanging van hun CV, nu al overstappen op een hybride warmtepomp in de wetenschap dat dit misschien een tussenoplossing is. Wanneer zij blijven isoleren kan de CV-ketel op enig moment verwijderd worden en wordt er dus overgegaan op all-electric. Het is zeer wenselijk om deze woningen bij verbouwing meteen beter te isoleren. Wanneer er geen aanpassingen gepland staan kan verdere isolatie van deze woningen vaak niet uit zonder subsidies. Hoofdstuk 4 geeft aan welke subsidies er nu al zijn, dit kan steeds veranderen, maar een energiecoach kan hier zeker advies over geven.

Ontwikkeling duurzaam Larens gas en collectieve warmtebronnen

Na dit onderzoek zijn we er nog niet. Er wordt meteen doorgepakt door een haalbaarheidsstudie uit te voeren naar het opwekken van Larens biogas en opwerking naar groengas of waterstof. Ook wordt onderzocht of er mogelijkheden zijn voor de toepassing van asfaltthermie. Bijvoorbeeld onder de N332. Uiteraard worden de ontwikkelingen van (innovatieve) warmtebronnen voor een kleinschalig warmtenet zoals asfaltthermie en zonthermie op de voet gevolgd.

Conclusies op een rijtje

Goed geïsoleerde woning (label A)

- All-electric warmtepomp is ongeveer even duur als een nieuwe CV-ketel
- Warmtepomp + zonnepanelen is waarschijnlijk goedkoper dan een nieuwe CV

Redelijk geïsoleerde woning (label C/D)

- Isoleren bij natuurlijke vervangmomenten
- Overweeg hybride warmtepomp bij vervanging CV en $> 1000 \text{ m}^3$ verbruik

Slecht geïsoleerde woning (label G)

- Isoleren tot label C/D loont!
- Een hybride warmtepomp is de goedkoopste eindoplossing
- Isolatie (label C/D) + hybride warmtepomp + zonnepanelen is goedkoper dan CV op aardgas

label B

label E/F

Figuur 29 Conclusies per woningtype. Let op! Iedere gebruiker en elke woning is anders, win daarom persoonlijk advies in!

Vervolg 2030-2040

Voor redelijk geïsoleerde woningen kan in de periode 2030-2040 onderzocht worden of er al meer duidelijkheid is over de eindoplossing. Op dit moment lijkt een hybride warmtepomp met een duurzame brandstof de meest financieel gunstige eindoplossing. Afhankelijk van de prijsontwikkelingen van met name groengas en waterstof, en in mindere mate elektriciteit en isolatiemateriaal, zou een all-electric oplossing toch goedkoper kunnen uitvallen.

Bij hoge brandstofprijzen zou ook een kleinschalig warmtenet in de kern van Laren financieel haalbaar kunnen zijn. Ook deze optie zal in 2030-2040 dus opnieuw bekeken moeten worden.

De weg naar aardgasvrij in 2050

De overheid heeft als doel om alle woningen in 2050 aardgasvrij te hebben. Elke 15 à 20 jaar is de CV-ketel/warmtepomp aan vervanging toe. Dit betekent dat er nog 1- 2 vervangmomenten zijn voordat we Nederland aardgasvrij is. Dit betekent dat huishoudens niet acuut voor een aardgasvrije techniek hoeven te kiezen, maar kunnen wachten met investeren tot hun oude systeem aan vervanging toe is. Het is dan mogelijk om meteen een 'eindoplossing' te installeren zoals een all-electric warmtepomp. Maar ook een tussenstap, zoals een hybridepomp +aardgas kan nu al een goede stap zijn. Naar 2050 toe kan dan overgestapt worden op all-electric of een duurzaam gas. Kortom, elke 15 à 20 jaar kan er weer opnieuw gekozen worden voor de meest verstandige oplossing.

OPTIES vanaf NU

Optie 1 All-electric warmtepompen

Optie 2 Hybride warmtepompen met aardgas en groengas

OPTIES in de nabije TOEKOMST

Kansrijk

Groengas uit Laren

Kansrijk

Waterstof uit Laren / Lochem

Kansrijk

Kleinschalig warmtenet uit bijvoorbeeld asfalt

ISOLEREN IS ALTIJD GOED

Figuur 30 Samenvatting van opties: nu en in de toekomst

4. Financiering en organisatie

4.1. Subsidies en regelingen bewoners

Tabel 23 vat regelingen en financieringsopties voor particulieren samen. Een nadere uitwerking staat in bijlage III. Met behulp van subsidies kan het voor Larenaren rendabeler worden om hun woning te isoleren, of over te gaan op een duurzaam warmtesysteem. In de financiële overzichten in hoofdstuk 3 is geen rekening gehouden met eventuele subsidies. Hier is bewust voor gekozen omdat de subsidies aan verandering onderhevig zijn en woning/ verbouwing afhankelijk zijn (bijvoorbeeld de oppervlakte en het type isolatie dat wordt toegepast). Ook staan in onderstaande tabel enkele leningsvormen. Met de meerkosten van financiering via een lening is in de financiële overzichten van hoofdstuk 3 wel rekening gehouden. Er wordt uitgegaan van een lening met 3 % rente (of het mislopen van 3 % rendement als het eigen geld anders geïnvesteerd zou worden). In werkelijkheid hebben duurzaamheidsleningen een lager rentepercentage.

Tabel 23 Samenvatting regelingen en financieringsopties voor particulieren

Regelingen	Omschrijving			
Nationaal	Instelling	Vorm	Transitiepad	Omschrijving
ISDE <i>Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing</i>	Rijk / RVO	Subsidie	Warmtepomp geheel elektrisch Groengas evt. met hybride warmtepomp Waterstof met hybride warmtepomp Isoleren	Subsidie voor warmtepompen of zonneboilers voor particulieren, zakelijke gebruikers, commerciële verhuurders en leveranciers. En subsidie voor: isolatiemaatregelen door woningeigenaren, een aansluiting op een warmtenet door woningeigenaren en VvE's en investeringen in kleinschalige energieopwekking met zonnepanelen en windturbines door zakelijke partijen met een kleinverbruikersaansluiting.
SEEH <i>Subsidie Energiebesparing Eigen Huis</i>	Rijk / RVO	Subsidie	Isoleren	Stimuleren van energiebesparende maatregelen in bestaande koopwoningen. Dit is alleen voor Vereniging van Eigenaren (VvE)
Het Nationaal Warmtefonds	Rijk / SVn / Banken	Revolverend ⁶	Isoleren	Het stimuleren van particuliere woningeigenaren om energiezuinige maatregelen te treffen.
SDE++ <i>Stimulering Duurzame Energieproductie</i>	Rijk / RVO	Subsidie	Warmtepomp geheel elektrisch Groengas evt. met hybride warmtepomp Waterstof met hybride warmtepomp Kleinschalig warmtenet	Subsidie voor investeringen op het gebied van hernieuwbare elektriciteit en hernieuwbare energie.
Lokaal	Instelling	Vorm	Transitiepad	Omschrijving

⁶ Een **revolverend** fonds is een fonds waaruit budget wordt toegekend aan derden, zonder dat dit beperkt is tot een boekjaar. De geldverstrekking vindt veelal plaats in de vorm van een lening. ... Hiermee onderscheiden **revolverende** fondsen zich van subsidies, die eenmalig verstrekt worden zonder dat er geld terugvloeit.

Toekomst bestendig wonen	Gemeente Lochem	Leningen	Alle transitiepaden	Een lening met een aanzienlijke korting op de rente voor de financiering van maatregelen die uw woning verduurzamen en eventueel te ontdoen van asbest.
Overig	Instelling	Vorm	Transitiepad	Omschrijving
Groene leningen	Banken	Leningen	Alle transitiepaden	Een groenlening is een persoonlijke lening speciaal voor duurzame investeringen of energiebesparende maatregelen. Bijvoorbeeld voor zonnepanelen, een warmteboiler, dak- en spouwmuurisolatie of een warmtepomp. Er zijn helaas maar een paar banken die groene leningen aanbieden. Alleen GreenLoans (ABN AMRO), ING en Rabobank hebben op dit moment groene leningen.
Duurzame monumenten leningen	Restauratiefonds	Leningen	Isoleren	Een laagrentende lening die wordt verstrekt aan een eigenaar van een rijksmonument die het pand wil verduurzamen.
Maatwerklening	Stimuleringsfonds Volkshuisvesting (SVn)	Leningen	Alle transitiepaden	Wilt u uw woning of appartementencomplex duurzaam maken? Dat kan met behulp van onze aantrekkelijke financieringen; ook als u geen spaargeld of reserves heeft of wilt gebruiken. Afhankelijk van hoeveel energie u verbruikt, kan de besparing genoeg zijn om de maandelijkse aflossing van de financiering te dekken.
WOAB woningabonnement	WOAB	Abonnement	Alle transitiepaden	Voor particulieren die hun woning willen verduurzamen middels een abonnement. Met het woningabonnement (WOAB) helpt WOAB jou om je huis energiezuinig en comfortabel te maken zonder investering of extra kosten. WOAB geeft niet alleen advies over de techniek en financiën, ze voeren ook alle werkzaamheden voor je uit. Net als het onderhoud en eventuele reparaties tijdens de looptijd van het abonnement.

4.2. Informatie zoeken online

Bewoners die aan de slag willen, kunnen in eerste instantie online informatie inwinnen. Er is immers al veel te vinden. Hiervoor verwijzen we naar de volgende betrouwbare websites:

- Aardgasvrijlaren.nl;
- Lochemenergie.net;
- Milieucentraal.nl;
- Eigenhuis.nl;
- Consumentenbond.nl.

Ook geeft het overzicht met kleine maatregelen (bijlage II) van de energiecoöperatie Gooise energiebesparingstips.

4.3. Rol energiecoaches en loketten

Uiteindelijk is iedere woonsituatie anders, daarom is persoonlijk advies wenselijk. De energiecoach van burger-energiecoöperatie LochemEnergie is een deskundige vrijwilliger die bij bewoners thuis, samen met de bewoner kijkt naar de mogelijkheden voor energiebesparing én energie opwek die passend zijn. Het resultaat is een advies, afgestemd op de persoonlijke situatie waarin ook informatie wordt gegeven over de mogelijkheden voor subsidies en financiering. Bewoners krijgen tips om hun woning energiezuiniger te maken en krijgen informatie over de diverse energiemaatregelen. De energiecoach probeert de burger op weg te helpen, door inzichtelijk te maken wat voor hem of haar van belang is. Het gesprek van 1 à 2 uur is gratis.

Larenaren kunnen de hulp inschakelen van lokale energiecoaches via het energieloketlochem.nl of lochemenergie.net.

Online rekentool HOOMdossier

HOOMdossier is een online tool voor woningeigenaren (en huurders) die hun huis willen verduurzamen. Het dossier levert je op basis van gegevens over energieverbruik en gedrag een planningsadvies op maat voor verduurzamingsmaatregelen. De tool geeft ook inzicht in wat elke maatregel kost en oplevert. Het resultaat is een meerjarenplan waarin zowel energiebesparende maatregelen als relevante onderhoudsaspecten zijn meegenomen. In eerste instantie kan hiermee berekend worden wat isolatie van een specifieke woning kost en oplevert. In de toekomst wordt het ook mogelijk om alternatieve warmtesystemen door te rekenen. Onderstaande figuren geven een eerst indruk van de tool.

LochemEnergie heeft een licentie voor HOOMdossier aangeschaft. Hiermee krijgt elke inwoner die meedoet, voor een klein bedrag, een eigen omgeving waarin je aan de slag kunt. Alleen als jij ervoor kiest deel je deze informatie met de energiecoach van LochemEnergie. Je kunt de data dus ook privé houden. Maar als je de data deelt kun je betere begeleiding en advies krijgen van de energiecoach. Het is de bedoeling dat Aardgasvrij Laren gebruik maakt van de licentie van LochemEnergie. Het HOOMdossier wordt nog geüpdatet om ook warmtealternatieven te tonen. Op dit moment is het vooral geschikt voor mensen die starten met de isolatieopgave.

Bewoners kunnen zelfstandig aan de slag met het HOOMdossier, maar het is vooral een handig instrument waarmee ze samen met de energiecoach verduurzamingsmaatregelen kunnen kiezen en plannen.

Beste gebruiker,

Hartelijk welkom in het Hoomdossier! Hier kunt u uw woning in kaart brengen en advies inwinnen over welke energiebesparende maatregelen passend zijn voor uw woning.

Beantwoord de vragen over uw huis, kies welke verbeteringen gewenst zijn en ontdek wat het kost en wat het oplevert.



Hoe specifieker uw antwoorden, hoe beter het advies. Bij (bijna) iedere vraag staat ook een (i), door hierop te klikken krijgt u extra informatie over wat er bedoeld wordt en hoe u het antwoord kunt vinden. Komt u er toch niet uit, neem dan via het enveloppe boven in de menulist contact met ons op.

Huidig adres: Landslenerweg 13, 7241KZ Lochem



Algemene gegevens

Gebouwenkenmerken Huidige staat Gebruik **Interesse** KLEINE MAATREGELEN

Interesse

Opslaan

HR CV-ketel	Misschien, meer informaal	Isolerende beglazing	Nee, geen interesse
Zonnepanelen	Ja, op termijn	Gevelisolatie	Ja, op korte termijn
Zonneboiler	Misschien, meer informaal	Vloerisolatie	Misschien, meer informaal
Ventilatie	Ja, op korte termijn	Dakisolatie	Nee, geen interesse

Motivatie

1. Heeft u verbouwingsspinnen?

2. Zijn er kracht(en) en/of problemen met uw woning?

3. Toelichting op interesse en motivatie

Vorige

Opslaan

Figuur 31 Illustraties HOOMdossier

LochemEnergie en kleine collectieve oplossingen

LochemEnergie zet zich in om bottom-up energie initiatieven van de grond af te krijgen. Daarbij gaat het vooral om kleine collectieve oplossingen. Ziet u als bewoner van de gemeente kans om samen met de buren/buurt een collectief systeem op te zetten zoals bijvoorbeeld een collectieve warmtepomp, dan vindt u bij LochemEnergie enthousiastelingen die graag met u meedenken.

4.4. Onafhankelijk energie adviseur

Isoleren is prijzig, anderzijds valt er op energie veel te besparen. Als u echt serieus bezig wil met het isoleren, of aardgasvrij maken van uw huis kunt u onafhankelijk advies krijgen van een energieadviseur in winnen. Hij rekent tegen betaling (200 à 300 EUR) voor u uit wat in uw situatie verstandig is. Het voordeel van dit advies is dat dit onafhankelijk is en u de adviseur hierop aan kunt spreken.

4.5. Installateur

Installateurs kijken met een praktisch oog naar uw woning en kunnen ook zien wat er nodig is om de gewenste isolatie/ warmte systemen te plaatsen. Denk bijvoorbeeld aan het verleggen van leidingen. Zij kunnen u dan ook exacte berekeningen geven van wat maatregelen kosten. De Larense installateurs hebben inmiddels ervaring met (hybride) warmtepompen en kunnen u goed helpen. Uiteraard vinden zij het prettig als u zelf al advies heeft ingewonnen via een van de eerdergenoemde kanalen en een idee heeft van wat u wilt/kan.

4.6. Collectiviteit

Isolatie, (hybride) warmtepompen, zonnecollectoren, het zijn allemaal 'individuele oplossingen'. Dat wil zeggen, maatregelen die per huis uitgevoerd worden en waarvoor de huiseigenaren dus aan de lat staan. Dit kan een grote klus zijn en AGVL beseft dan ook dat niet iedereen een energie-expert is, of zin heeft om alles te regelen. Daarom is nagedacht over een manier voor Larenaren om samen op te trekken. Zo kunnen bewoners tijd besparen en financieel schaalvoordeel behalen.

De voorgestelde collectieve aanpak voor Laren is gebaseerd op een model dat op dit moment in praktijk wordt gebracht in de wijk Berkum in Zwolle (Berkum Energie Neutraal (BEN)). De aanpak werkt als volgt:

- **Momenten van deelname:** De transitieperiode tot 2050 wordt opgeknipt in tijdsvakken van 5-15 jaar: bijvoorbeeld: een periode tot 2025, een tweede periode van 2025 tot 2030 etc. Bewoners kunnen per tijdsvlak vrijwillig kiezen om deel te nemen.
- **Stap 1:** Een energiecoach gaat langs bij de deelnemende woningen en stelt een energieadvies op, met daarin aangegeven welke maatregelen getroffen zouden kunnen worden, wat het ongeveer kost en wat het oplevert.
- **Stap 2:** Samen met de bewoners wordt een keuze gemaakt welke maatregelen zij (in deze periode) willen treffen. De uitkomst hiervan is een lijst met in te kopen duurzaamheidsmaatregelen.

- **Stap 3:** Alle lijsten met in te kopen duurzaamheidsmaatregelen worden gebundeld zoals hieronder aangegeven. Met dit totaalpakket worden offertes aangevraagd bij verschillende leveranciers, installateurs, aannemers etc. Uiteraard met een voorkeur voor lokale partijen.

Maatregel	Aantal woningen	Hoeveelheid maatregel
Spouwmuurisolatie		m ²
Gevelisolatie		m ²
Dakisolatie		m ²
Vloerisolatie		m ²
Glasisolatie (HR++/ tripleglas		m ²
Hybride warmtepomp	-	stuks
All-electric warmtepomp	-	stuks
Zonneboiler	-	stuks
PV-panelen	-	Panelen (m ²)
PVT-panelen	-	Panelen (m ²)

- **Stap 4:** De offertes worden vergeleken en de maatregelen worden collectief ingekocht. De organisatie regelt dat alle deelnemende huishoudens de gevraagde maatregelen en services ontvangen en stemt de logistiek tussen leveranciers en bewoners af.

Organisatievorm: Centrale aansturing en een centraal aanspreekpunt is voor deze aanpak noodzakelijk. Dit zou gerealiseerd kunnen worden door de oprichting van een eigen coöperatie voor AGVL en/of een energiedienstenbedrijf (Energy service company, EsCo). In hoeverre de organisatie deelnemende huishoudens kan/wil ontzorgen kan nog verder uitgewerkt worden.

4.7. Woningabonnement

Het woningabonnement is een manier om inwoners te ontzorgen bij het nemen van duurzaamheidsmaatregelen. We onderscheiden financiële en technische ontzorging. In Deventer is een firma die deze diensten aanbiedt (WOAB), maar we kunnen het ook in Laren met een eigen energiedienstenbedrijf organiseren.

Uitgangspunt voor de inwoner is de hoogte van de huidige energierekening, dus vóór het nemen van de eerste maatregelen. Dit bedrag leg je vast voor een periode van 10, 15 of 20 jaar. Uit de hoogte van de energiebesparing worden de investeringen in verduurzaming gefinancierd. Vaak betekent dit dat niet alle maatregelen in en aan de woning in de eerste jaren gerealiseerd kunnen worden. Isolatie van de 'schil' van de woning kan worden beperkt tot de ruimtes die daadwerkelijk in gebruik en verwarmd zijn. Onverwarmde slaapkamers, zolders, hal e.d. worden niet altijd meegenomen. Wil je meer maatregelen uitvoeren dan bestaat de mogelijkheid eigen geld hiervoor in te brengen. Het is ook mogelijk de energiezuinige apparatuur in het totaalpakket mee te nemen. Dan is er sprake van totale financiële ontzorging. De technische ontzorging betekent dat de firma alle maatregelen uitvoert, je hebt dan geen gedoe over aanschaf, aanleg, aansluiting en functioneren. De firma geeft een energieprestatiegarantie af, en zij dragen hiervoor de verantwoordelijkheid en het financiële risico.

Met een woningabonnement:

- Word je duurzame verbouwing van A tot Z geregeld;
- Komt een energieadviseur bij je thuis;
- Heb je een fors lagere energierekening;
- Los je per maand af of (deels) uit eigen middelen.

Het WOAB garandeert dat:

- Alle reparatie- en onderhoudskosten voor hun rekening zijn;
- Alle maatregelen gedurende de gehele looptijd onder garantie vallen;
- De afgegeven Energie Prestatie Garantie wordt gehaald.

4.8. Meeliften met ontwikkelingen van woningbouwcoöperaties

Woningbouwcorporatie Viverion biedt private woningen die tussen de corporatiewoningen staan standaard aan om mee te doen met verduurzamen op het moment dat zij de andere woningen aanpakken. Deze woningen kunnen daardoor meeliften op het collectiviteitsvoordeel dat via de corporatie behaald kan worden. Helaas is het voor andere woningen niet mogelijk om mee te liften. Dit heeft te maken met de afbakening van taken waar de corporaties mee te maken hebben.

4.9. Maatschappelijke financieringsmogelijkheden en ondersteuning

Landelijke subsidie: proeftuin aardgasvrije wijken

De landelijke subsidie voor proeftuin aardgasvrije wijken. Een daarvoor aangestelde commissie adviseert over de aanvraag. Er zijn in de laatste ronde 19 van de 71 aanvragen toegekend. De volgende ronde wordt gebaseerd op een evaluatie tot nu toe. Daarbij wordt de nadruk gelegd op stapsgewijze oplossingen met een grote mogelijke CO₂-besparingen die als aanvulling op het bestaande palet aan mogelijkheden dienen. In overleg met de wethouder is geconcludeerd dat deze subsidie niet als kansrijk traject voor Laren wordt gezien.

Regionaal: OostNL

Oost NL is de ontwikkelingsmaatschappij van Oost-Nederland. In opdracht van de provincies Gelderland en Overijssel en het ministerie van Economische Zaken en Klimaat versterken zij de regionale economie. Ze laten ondernemers die bijdragen aan maatschappelijke oplossingen duurzaam innoveren, investeren en internationaliseren. Bijvoorbeeld via het innovatie en energiefonds Gelderland. Meer info is te vinden op: <https://oostnl.nl/nl/innovatie-en-energiefonds-gelderland>.

DENG (duurzame energienetwerken Gelderland) is een ander fonds onder het management van Oost NL. DENG financiert de ontwikkeling van infrastructuur voor lokale, duurzame energie in Gelderland, zoals warmte- en koude-netten en transportleidingen voor biogas. Meer info is te vinden op: <https://oostnl.nl/nl/showcase/deng-0>

Regionaal: provincie Gelderland

Via de provincie Gelderland is er een subsidiemogelijkheid via de LTI aanpak provincie Gelderland. LTI staat voor Lange Termijn Integraal Investeren. Het is een werkwijze, die versnelling en opschaling van de aanpak van grote maatschappelijke opgaven mogelijk maakt, in langjarige samenwerking en cofinanciering met andere stakeholders (overheden, bedrijfsleven en kapitaalmarkt).

Maatschappelijk rendement is het gevolg. Meer info is te vinden op:

[https://gelderland.notubiz.nl/document/9600331/1/GS-brief%20aanpak%20en%20cofinanciering%20grote%20maatschappelijke%20opgaven](https:// gelderland.notubiz.nl/document/9600331/1/GS-brief%20aanpak%20en%20cofinanciering%20grote%20maatschappelijke%20opgaven)

Expertteam Warmte in Gelderland (EWG)

Gemeentes voeren de regie in de warmtetransitie en lopen daarbij aan tegen tal van vragen. De provincie Gelderland heeft geïdentificeerd dat om de grote opgave van de warmtetransitie in Gelderland te ondersteunen en aan te jagen, onvoldoende kennis en expertise aanwezig is bij de gemeentes in de provincie om deze vragen te beantwoorden. De provincie is voornemens om een Expertteam Warmte in Gelderland (EWG) te formeren, dat erop is gericht de gemeentes op dit punt te ondersteunen. Het EWG ondersteunt maar neemt niet over. Het ondersteunt gemeentes bij de Transitievisie Warmte, de wijkuitvoeringsplannen en warmteprojecten, waarbij de gemeentes bepalen welke vorm van ondersteuning nodig is. Deze aanpak doet recht aan de grote verschillen in ambitie, beleid, startsituatie en eigenschappen die tussen de gemeentes bestaan. Het EWG haalt actief wensen en behoeften op bij gemeentes en komt zo tot ondersteuning op maat.

5. Referenties

1. Start Analyse PBL 2018
2. <https://www.pbl.nl/publicaties/achtergrondrapport-bij-de-startanalyse-aardgasvrije-buurten>, https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-startanalyse-aardgasvrije-buurten-achtergrondrapport_4049.pdf
3. GM0262_bebouwing.xlsx, data bewerking van Startanalyse PBL [1]
4. <https://warmtepompplein.nl/warmtepomp-werking/>
5. <https://warmtepompplein.nl/warmtepomp-prijs/>, geraadpleegd juni 2020
6. <https://expertisecentrumwarmte.nl/kennis/factsheets/techniefactsheets+energiebronnen/bodemenergie+en+wko/default.aspx>, geraadpleegd juni 2020
7. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Koude-warmteopslag>, geraadpleegd juni 2020
8. <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/07/RVO.nl%20-%20Factsheet%20WKO%20en%20warmtepompen.pdf>
9. <https://energieambassadeurs.nl/warmtepomp/>
10. <https://warmtepomp-weetjes.nl/soorten/bodemenergie-warmtepomp/>
11. <https://thuiscomfort.nl/nieuws/warmtepomp-koud-kunstje.html>
12. <https://kennis.greenhome.nl/warmtepomp/bodem-water-warmtepomp/>
13. <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/energiezuinig-verwarmen-en-warm-water/warmtepomp-combi-en-hybridewarmtepomp/>, Milieu Centraal
14. Gegevens Liander kleinverbruik Laren 2018.xlsx & Laren - Postcode Geolocatie Verbruik.xlsx
15. <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/snel-besparen/grip-op-je-energierekening/energierekening/>, geraadpleegd juni 2020
16. GM0262_BU02620200_tabellen.pdf
17. Label en kosten verduurzaming.xlsx, data bewerking van Startanalyse PBL [1]
18. The Future of Fuel, Worcester – Bosch
19. <https://www.installatie.nl/nieuws/ketelhandel-omarmt-waterstof/>
- 20.
21. <https://stedin.net/over-stedin/~media/files/stedin/position-papers/waterstof-workingpaper.pdf?la=nl-nl>
22. <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/energietransitie/roadmaps/naar-co2-neutrale-brand-en-grondstoffen/waterstof-voor-een-duurzame-energievoorziening/tien-dingen-die-je-moet-weten-over-waterstof/>
23. <https://geothermie.nl/index.php/nl/geothermie-aardwarmte/wat-is-geothermie>
24. <https://www.thermogis.nl/thermogis-mapviewer>
25. 'Een klimaatneutrale warmtevoorziening voor de gebouwde omgeving – update 2016, De route naar een klimaatneutraal Nederland', CE Delft, september 2016
26. Gasbesparing door schillabel B.xlsx
27. Lochem Energie, 'Isoleren van je huis van <jaartal>', zie 20 Verkenning/Isolatie
28. <https://opwegmetwaterstof.nl/bijmengen-van-waterstof-op-het-gasnetwerk-wat-zijn-de-mogelijkheden/#:~:text=Bijmengen%20van%20waterstof%20bij%20aardgas,van%203%20%25%20vol%20zijn%20gekeurd.>
29. <https://zenmo.com/wp-content/uploads/2019/02/Energieke-Wegen-Rijkswatersta-Auke-Hoekstra.pdf>
30. <https://allecijfers.nl/ buurt/verspreide-huizen-verwolde-lochem/>

6. Samenvatting

De projectgroep Aardgasvrij Laren heeft onderzoek uitgevoerd om te komen tot een warmtetransitieplan (WTP) voor Laren, Exel en het omliggende buitengebied. Nieuwbouwwoningen worden aardgasvrij gebouwd en vallen daarom buiten de scope van het onderzoek.

De uitgangspunten voor het onderzoek zijn:

- Aardgasvrij Laren is voor iedereen betaalbaar op termijn;
- De alternatieven voor aardgas verkennen we gezamenlijk;
- Het WTP is van Laren;
- We zetten de eerste stappen naar een Aardgasvrij Laren;
- Besparing van energie op lange termijn.

Relatie tot transitievisie warmte Lochem

Het onderzoek van Aardgasvrij Laren is een initiatief door en voor burgers. De onderzoeksresultaten zijn bedoeld om Larenaren perspectief te bieden, maar worden niet vastgesteld door de gemeenteraad. Dit betekent dat het geen officieel overheidsbeleid wordt.

In de loop van het onderzoek van Aardgasvrij Laren is de gemeente Lochem een soortgelijk onderzoek gestart voor de gehele gemeente. De inzichten en resultaten van het voorliggende WTP worden meegenomen in de Transitievisie Warmte (TVW) Lochem. De TVW Lochem zal worden vastgesteld door de gemeenteraad en daarmee richtinggevend zijn voor de acties van de gemeente op het gebied van de energietransitie.

Strategie voor energietransitie

Trias energetica beschrijft een strategie van drie stappen die gevolgd kunnen worden voor het verduurzamen van het energiegebruik van de gebouwde omgeving. In volgorde van prioriteit zijn de stappen als volgt:

1. Beperk de energievraag;
2. Gebruik energie uit duurzame bronnen;
3. Gebruik eindige (fossiele) energiebronnen zo efficiënt mogelijk (als stap 1 en 2 niet voldoende zijn).

Deze drie stappen vormden de rode draad voor dit onderzoek. Zo is met behulp van de huizenvoorraad en huidige energievraag een inschatting gemaakt van de mogelijke beperking van de energievraag (stap 1). Ook is onderzocht met welke bronnen Laren de (resterende) energiebehoefte kan invullen (stap 2). Tot slot worden de alternatieve oplossingen uitgezet in de tijd. Hierin blijft fossiele brandstof (de eerste jaren) een rol spelen waar dit echt niet anders kan (stap 3).

Energievraag en besparingspotentieel

Het gasverbruik in Laren is ongeveer 5 miljoen m³ en het elektriciteitsverbruik 18 miljoen kWh. Er zijn geen specifieke uitschieters gevonden in de energievraag. Met een gemiddelde aardgasprijs voor particulieren van 0,81 EUR is de totale jaarlijkse uitgave in Laren 3,3 miljoen EUR. Met de huidige energielabels is er in Laren energiebesparing met 18 % mogelijk als alle huizen opgewaardeerd worden tot Label B. Dit zou betekenen dat de aardgasvraag door isolatie van 4,8 miljoen m³ per jaar teruggebracht kan worden naar 3,9 miljoen m³ per jaar.

Onderzochte alternatieve warmtetechnieken

De onderzochte alternatieve technieken voor het verwarmen van woningen zijn onder te verdelen in acht categorieën:

1. Elektrische individuele warmtepomp;
2. Bodemenergie en Warmte-koude opslag (WKO);
3. Hernieuwbaar gas met hybride warmtepomp/ HR-ketel:
 - a. Biogas of groengas;
 - b. Grote centrale vergistingsinstallatie;
 - c. Monomestvergisting op boerderijniveau;
 - d. Waterstof.
4. Zonthermie;
5. Restwarmte;
6. Geothermie;
7. Innovatieve technieken:
 - a. Asfaltthermie;
 - b. Aquathermie;
 - c. Warmte uit oppervlaktewater;
 - d. Riothermie.

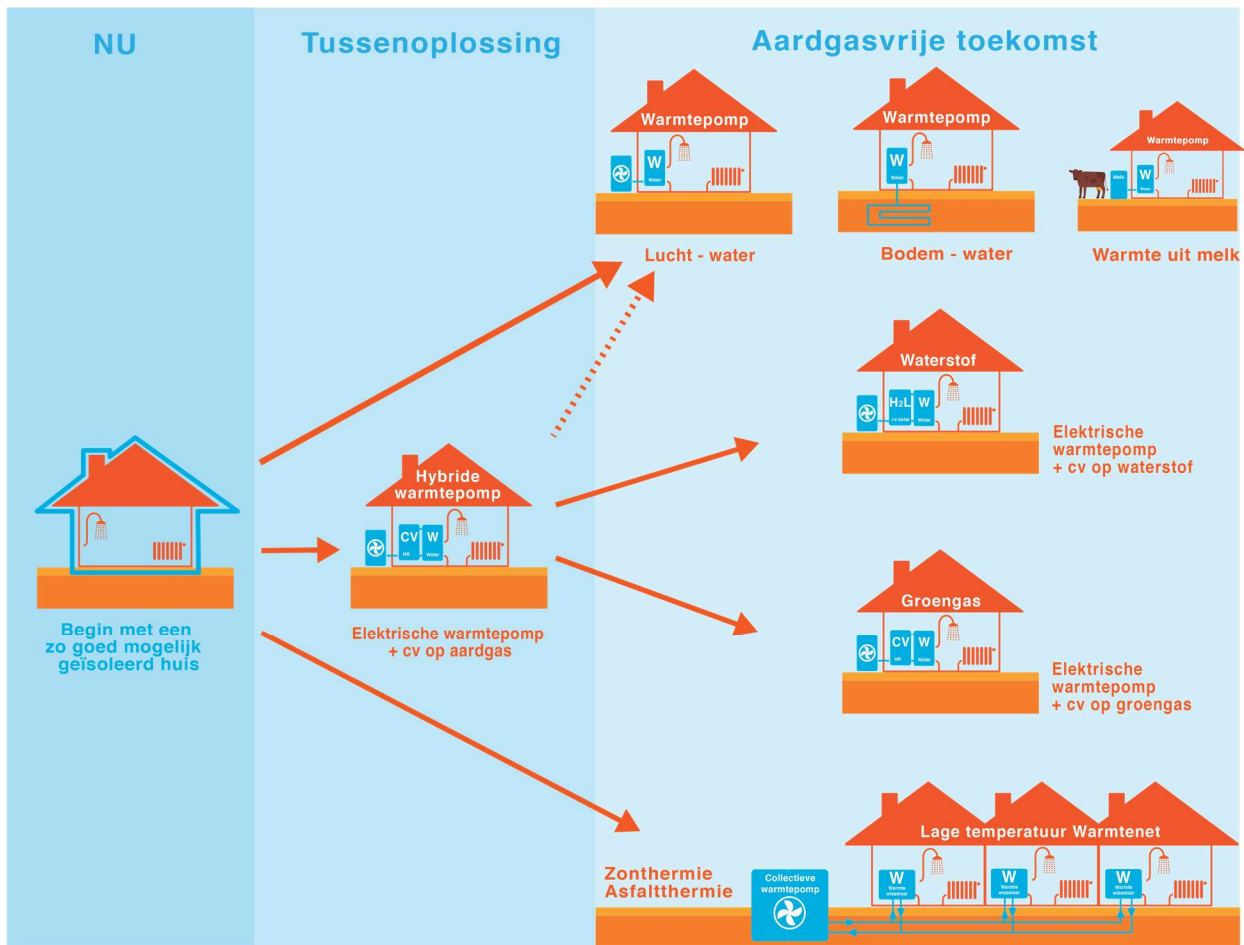
In het rapport wordt de werking van deze technieken beschreven en de randvoorwaarden om deze werkend te krijgen. Hierbij wordt ingegaan op de voor- en nadelen van de techniek en de eventuele variaties die mogelijk zijn. Ook wordt vastgesteld of de techniek voor Laren en omgeving, vanuit technisch oogpunt kansrijk is.

Transitiepaden

Uit de technische analyse komen vier kansrijke alternatieven voor aardgas naar voren om de (resterende) energiebehoefte in Laren in te vullen:

- All-electric warmtepomp (bodem-water, lucht-water, of milk to heat);
- Groengas (eventueel uit monovergisting op boerderijschaal);
- Waterstof (eventueel uit monovergisting op boerderijschaal);
- Kleinschalig laagtemperatuur warmtenet in de kern van Laren op basis van zonthermie, of asfaltthermie en WKO.

Sommige van deze oplossingen zijn direct mogelijk, anderen laten nog even op zich wachten. Door de verschillende kansrijke oplossingen in de tijd te zetten ontstaan 4 transitiepaden (figuur 32).



Figuur 32 Kansrijke transitiepaden

Deze paden bestaan naast elkaar, want heel Laren hoeft niet over op dezelfde alternatieve energiebron. In de toekomst zullen we steeds vaker zien dat binnen gemeenten gebruik gemaakt wordt van verschillende systemen. Zo krijgt elk gebied zijn eigen 'energiemix'. Bij individuele oplossingen kunnen bewoners zelf kiezen wanneer zij de overstap maken.

De conclusies op een rijtje

1. Individuele oplossingen zowel in kern als buitengebied;
2. Verduurzamen als CV-ketel aan vervanging toe is;
3. Isoleren is altijd goed!
4. Voor elk huis is er al een duurzaam alternatief!

De weg naar aardgasvrij in 2050

De overheid heeft als doel om alle woningen in 2050 aardgasvrij te hebben. Elke 15 à 20 jaar is de CV-ketel/warmtepomp aan vervanging toe. Dit betekent dat er nog 1-2 vervangmomenten zijn voordat Nederland aardgasvrij is. Dit betekent dat huishoudens niet acuut voor een aardgasloze techniek hoeven te kiezen, maar kunnen wachten met investeren tot hun oude systeem aan vervanging toe is. Het is dan mogelijk om meteen een 'eindoplossing' te installeren zoals een all-electric warmtepomp. Maar ook een tussenstap, zoals een hybridepomp + aardgas kan nu al een goede stap zijn. Naar 2050 toe kan dan overgestapt worden op all-electric of een hybride warmtepomp + duurzaam gas. Kortom, elke 15 à 20 jaar kan er weer opnieuw gekozen worden voor de meest verstandige oplossing.

OPTIES vanaf NU

Optie 1 All-electric warmtepompen

Optie 2 Hybride warmtepompen met aardgas en groengas

OPTIES in de nabije TOEKOMST

Kansrijk

Groengas uit Laren

Kansrijk

Waterstof uit Laren / Lochem

Kansrijk

Kleinschalig warmtenet uit bijvoorbeeld asfalt

ISOLEREN IS ALTIJD GOED

Figuur 33 Samenvatting van opties: nu en in de toekomst

Nu

In het onderzoek is voor 3 Larense voorbeeldwoningen onderzocht hoe zij vanuit technisch en financieel perspectief het beste van het aardgas af zouden kunnen en hoe daar nu al mee begonnen kan worden:

- Voorbeeldwoning met Label A: Een vrijstaande woning uit 2000 met Label A.
- Voorbeeldwoning met Label C: Een 2-onder-1-kap woning uit 1981 met Label C;
- Voorbeeldwoning met Label G: Een vrijstaande woning uit 1912 met Label G;

Figuur 34 geeft hier de resultaten van weer. Nu is elke woning en het gebruik ervan anders. Wanneer iemand bijvoorbeeld een woning met label B heeft, kan worden nagegaan of een tussenvorm tussen maatregelen voor Label A en Label C mogelijk is. Het is verstandig om voor elke woning persoonlijk advies in te winnen.

Goed geïsoleerde woning (label A)

- All-electric warmtepomp is ongeveer even duur als een nieuwe CV-ketel
- Warmtepomp + zonnepanelen is waarschijnlijk goedkoper dan een nieuwe CV

Redelijk geïsoleerde woning (label C/D)

- Isoleren bij natuurlijke vervangmomenten
- Overweeg hybride warmtepomp bij vervanging CV en $>1000 \text{ m}^3$ verbruik

Slecht geïsoleerde woning (label G)

- Isoleren tot label C/D loont!
- Een hybride warmtepomp is de goedkoopste eindoplossing
- Isolatie (label C/D) + hybride warmtepomp + zonnepanelen is goedkoper dan CV op aardgas

label B

label E/F

Figuur 34 Conclusies per woningtype. Let op! Iedere gebruiker en elke woning is anders, win daarom persoonlijk advies in!

Naast individuele oplossingen bestaan er mogelijk kansen voor kleinschalige collectieve oplossingen. Denk daarbij uit warmte uit asfalt-, of zonnethermie die met behulp van een warmtenet aan woningen geleverd wordt. Deze mogelijkheden worden de komende tijd op kleine schaal verder onderzocht.

Vervolg 2030-2040

Voor redelijk geïsoleerde woningen kan in de periode 2030-2040 onderzocht worden of er al meer duidelijkheid is over de eindoplossing. Op dit moment lijkt een hybride warmtepomp met een duurzame brandstof de meest financieel gunstige eindoplossing. Afhankelijk van de prijsontwikkelingen van met name groengas en waterstof, en in mindere mate elektriciteit en isolatiemateriaal, zou een all-electric oplossing toch goedkoper kunnen uitvallen.

Bij hoge brandstofprijzen zou ook een kleinschalig warmtenet in de kern van Laren financieel haalbaar kunnen zijn. Ook deze optie zal in 2030-2040 dus opnieuw bekeken moeten worden.

Aan de slag!

Bewoners die aan de slag willen kunnen zich op de volgende manieren goed voorbereiden:

- Lees je in op verschillende betrouwbare websites;
- Vraag gratis persoonlijk advies van een energiecoach van LochemEnergie;
- Maak gebruik van de HOOM-rekentool van LochemEnergie om te kijken wat voor jouw situatie financieel gunstig kan zijn. Dit kan alleen, of samen met de energiecoach;
- Win advies in van een onafhankelijk energieadviseur;
- Ga naar je installateur voor praktisch advies en offertes;
- Laat je volledig ontzorgen met een woningabonnement

Financiering

Er zijn diverse regelingen en financieringsopties voor particulieren, bijvoorbeeld ISDE, SEEH, SDE++, toekomstbestendig wonen, groene leningen, duurzame monumenten leningen, maatwerkleningen en WOAB woningabonnementen.

Bijlage I Procesverantwoording

Aanpak

Paragraaf 1.2 geeft weer welke partijen er intern bij dit onderzoek betrokken zijn geweest en hoe frequent zij geïnformeerd werden. In de verkenningsfase van dit onderzoek is veel informatie opgezocht op internet. Met ondersteuning van de procesbegeleider Witteveen+Bos is een eerste interpretatie van de startanalyse tot stand gekomen en zijn de resultaten daarvan gepresenteerd aan de bewoners van Laren.

De financiële doorrekening en beoordeling van de kansrijke opties is tevens uitgevoerd door de procesbegeleider. De projectgroep heeft via contact met verschillende bedrijven en deelname aan webinars de kansen voor opwekking van biogas en de toepassing van asfaltthermie verkend. Ook is er steeds (door interviews en rondvraag) goed gepeild hoe Larenaren tegen het onderzoek aankeken. Er is dan ook veel energie en tijd gaan zitten in de communicatie naar burgers.

Communicatieplan

Het communicatie- en participatieplan is gebaseerd op de ADKAR theorie voor veranderprocessen. Deze theorie beschrijft de vijf volgordeelijke stappen die individuen doorlopen tijdens een veranderproces:

1. **Awareness:** Bewustwording van de noodzaak tot veranderen
2. **Desire:** De wil en het besluit deel te willen nemen aan de verandering
3. **Knowledge:** De kennis hoe te veranderen
4. **Ability:** De vaardigheden en competenties voor de nieuwe situatie
5. **Reinforcement:** Maatregelen om de verandering te borgen.

Elke individu doorloopt het proces op zijn eigen manier en op een ander moment. In dit onderzoek onderzochten de werkgroepen van Aardgasvrij Laren hoe de transitie/ verandering eruit kan komen te zien. Logischerwijs was de communicatie naar burgers in eerste instantie met name gericht op het bewust worden van de noodzaak om van het aardgas te gaan en ook het verlangen om aardgas vrij te worden aan te wakkeren (Awareness en Desire). Bijvoorbeeld door middel van interviews in Laren! magazine met Larenaren die vooroplopen in de energietransitie en het wegnemen van obstakels en onzekerheden. Daar waar zekerheid was over de noodzakelijke verandering heeft ook communicatie plaats gevonden over de benodigde kennis en praktische stappen die Larenaren kunnen nemen (Knowledge en Ability). Nu de transitiepaden helder zijn is het zaak om individuen in de verschillende stappen te blijven ondersteunen (Reinforcement)

Over het algemeen is er tijdens dit onderzoek voor gekozen om te communiceren vanuit de volgende kernboodschappen:

- Tijden veranderen, wat komt er na aardgas ...
- Er is heel veel wél mogelijk.
- Van het isoleren van je huis, krijg je nooit spijt

In de communicatie naar burgers toe is :

- Steeds benadrukt dat het om een onderzoek gaat. Dat is de feitelijke situatie. Door hier helder over te zijn hoopt de projectgroep achterdocht over mogelijke andere intenties te voorkomen.
- Gekozen voor herkenbare taal. Woorden als warmtetransitieviesie, transitiepaden zijn niet gebruikt in de publieke communicatie. Enerzijds omdat ze ambtelijk, technisch en moeilijk te begrijpen zijn. Anderzijds omdat ze suggereren dat er een pad uitgestippeld wordt voor mensen (In dit inhoudelijk eindrapport is wel jargon gebruikt).

De communicatiestrategie is hieronder per fase uitgewerkt.

Fase 1: Opstart fase

Deze eerste korte projectfase stond in het teken van kennismaken en afstemmen van de verantwoordelijkheden.

Fase 2: Verkenning van alternatieve energietechnieken

Inhoudelijk

In deze fase is de huidige stand van zaken in beeld gebracht. Ook is geïnventariseerd welke alternatieve energietechnieken er bestaan. Het resultaat hiervan gaf input voor hoofdstuk 1 en 2 van dit rapport.

Informereren Larenaren

In deze eerste fase was de communicatie gericht op het weer onder de aandacht brengen van Aardgasvrij Laren. Het antwoord volgende vragen stond centraal:

- Waarom Aardgasvrij? En hoe doe je dat?
- Wat doet Aardgasvrij Laren?

Deze boodschap is onder de aandacht gebracht met behulp van interviews in Laren! Magazine, waarin Larenaren die vooroplopen in de energietransitie aan het woord kwamen. Ook is via Laren! Magazine en de vrijwilligersbank van Stichting Welzijn Lochem opgeroepen om vrijwilliger te worden van Aardgasvrij Laren. Er is geprobeerd aansluiting te vinden bij de informatieavonden die vanuit LochemEnergie werden georganiseerd. Sommigen moesten echter geannuleerd worden vanwege het coronavirus en het beperkt animo voor onlinebijeenkomsten.

Ophalen bij Larenaren

Er zijn interviews gehouden onder Larenaren die al aardgasvrij wonen, of hiermee bezig zijn. Enerzijds leverden deze interviews technisch en financieel inzicht aan de werkgroep techniek. Anderzijds werd in deze interviews ook gepeild hoe Larenaren kijken naar de opgave om aardgasvrij te worden. Wat motiveerde de koplopers? En hoe kijkt de buurt naar de initiatieven die zij namen? Hiermee vormden deze interviews een eerste peiling van wat er leeft in Laren en wat Larenaren belangrijk vinden. Hieruit kwam sterk naar voren dat Larenaren graag zelf een keuze maken en dan ook doorpakken op het moment dat het hen uitkomt. Zonder 'gedoe' van buitenaf. Een samenvatting van de resultaten is te vinden in bijlage 3.

Vorbereiding fase 3

Er is een logo gemaakt en een website opgezet die dusdanig is ingericht dat Larenaren er zowel terecht kunnen voor praktische tips, als voor informatie over de voortgang van het project en de bijbehorende financiële en technische afwegingen. Dit gebeurt door middel van informatiepagina's en FAQ's waar ook nieuw gestelde vragen kunnen worden beantwoord. Ook is er rekening gehouden met de mogelijkheid om door te linken naar een online survey zodat Larenaren in fase 3 hun mening konden achterlaten. Er is bewust gekozen om geen social media in te zetten om twee redenen. Ten eerste om te voorkomen dat enkele tegenstanders het onderwerp zouden kapen en negatief beïnvloeden voordat er onderzoek gedaan is. In de tweede plaats omdat het veel tijd kost om reacties te volgen en erop te reageren. Vragen beantwoorden via de mail kost minder tijd, bovendien is de tijdsdruk minder groot. Eén van de grote voordelen van Facebook zou zijn dat bewoners elkaar kunnen vinden en samen op kunnen trekken. In deze fase van het project ligt er echter nog geen kant en klaar advies.

Fase 3 uitwerking van scenario's

Inhoudelijk

In deze fase is beoordeeld welke alternatieve energietechnieken mogelijk kansrijk zouden zijn voor (delen) van Laren. Aan het einde van deze fase waren hoofdstuk 1 en 2 van dit rapport gereed.

Communicatie doelen

In deze fase stonden de volgende punten centraal in de communicatie:

- Informeren van Larenaren en stakeholders over de stand van zaken van het onderzoek naar alternatieve energietechnieken;
- Informeren van Larenaren en stakeholders over mogelijk kansrijke alternatieven voor aardgas;
- Ophalen wat Larenaren belangrijk vinden, welke technieken hun voorkeur hebben en wat hen zou helpen in het verander proces;
- Larenaren inspireren en informeren over besparingsmaatregelen, met name woningisolatie, en doorverwijzen naar praktische hulp.

Informatiebijeenkomst

In de loop van deze fase had de werkgroep techniek inzicht in de mogelijk kansrijke transitie scenario's. 25 november 2020 werd de projectvoortgang met de Larenaren en stakeholders besproken in de vorm van een online informatiebijeenkomst. De volgende punten kwamen hierin aanbod:

- Waarom werken we aan een WTP voor een aardgasvrij Laren en wat is dat?
 - Binnen welke kaders gebeurt dit? Waar hebben we invloed op, en waarop niet?
- Wat hebben we tot nu toe onderzocht en wat gaat er nog volgen?
- Ophalen welke criteria Laren belangrijk vindt bij het kiezen van een goed alternatief voor aardgas
- Presentatie van onderzoek naar energietechnieken:
 - Welke technieken vormen kansrijke bouwstenen voor het WTP van Laren en welke niet?
- Als we deze technieken combineren wat zijn dan kansrijke oplossingen in de tijd?
 - Conclusie: De eerste stap is altijd het besparen van energie en dus het isoleren van woningen;
 - Wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende oplossingen? Wanneer zijn ze geschikt?
- De eerste stap is het isoleren van je woning: hoe doe je dat? En wie kan je daarbij helpen?
- Oproep voor geïnteresseerden om als vrijwilliger bij te dragen aan de ontwikkeling van het plan in verschillende functies.

Informereren Larenaren

Larenaren werden over de informatiebijeenkomst geïnformeerd via de krant en de website. Informatie over de projectvoortgang en technische mogelijkheden was te allen tijde te lezen op de website. Via Laren! Magazine deelden we verhalen van Larenaren over hoe zij de aanpassingen in hun huis hebben getroffen en hoe ze dat bevallen is.

Participatie

Tijdens de eerste informatieavond werd de mening van Larenaren gepeild. Daarnaast was op de website een online enquête te vinden waarin Larenaren hun mening konden aangeven hoe zij in de warmtetransitie staan, hoe aantrekkelijk ze de alternatieven voor aardgas vinden en waarom. Ook werd wederom gevraagd naar welke ondersteuning zou helpen om een volgende stap te zetten.

De groep was van plan te onderzoeken of een wijkgerichte aanpak met energiecoaches zoals bij LochemEnergie ook in Laren kan worden opgezet. Zo doende zouden de wijkambassadeurs kunnen ophalen wat er leeft in Laren en bewoners te helpen bij het isoleren van hun huis. Er werd ook gedacht over een workshop Isoleren kan je Leren! Helaas kwam dit plan door de corona lock-down niet van de grond.

Fase 4 Uitwerken voorkeursscenario's

Inhoudelijk

In deze fase werden de kansrijke alternatieven uit fase 3 verder uitgewerkt. Dat wil zeggen: er werd nader onderzoek gedaan naar de technische en financiële haalbaarheid van de oplossingen en werd de impact die de alternatieven hebben beoordeeld op verschillende aspecten (hoofdstuk 3). Ook is in deze fase onderzoek gedaan naar de verschillende opties om de alternatieven voor aardgas te financieren en de transitie in Laren te organiseren. Daarnaast werd een nieuw initiatief gestart om de opwek van biogas nader te onderzoeken. Aan het einde van deze fase waren de onderzoeksresultaten bekend.

Informereren

Tijdens deze fase werd in Laren! Magazine aandacht besteed aan initiatieven van burgers om hun woning te verduurzamen. Daarbij werd inzicht gegeven in wat een energiecoach hierin kan betekenen, één van de laagdrempelige hulp die Larenaren kunnen inroepen.

Laren bevat ongeveer 1800 huishoudens. Een onlinebijeenkomst zou hooguit 50 of 60 huishoudens bereiken en de kranten worden ook niet door iedereen gelezen. Daarom is besloten alle huishoudens in Laren een brief van vier pagina's te sturen. Daarin:

- Wie en wat is Aardgasvrij Laren. Wie zijn ondersteuners;
- Resultaten op hoofdlijnen;
- Mogelijke vervangingen voor aardgas in Laren;
- Uitkomsten voor eigenaren van een goed, redelijk en een slecht geïsoleerd huis. (energielabel A, C en G);
- Hoe je zelf aan de slag kunt;

De brief is een week voor verzending aangekondigd op de website, in de lokale bladen en sociale media. De brief bevatte tegelijkertijd een uitnodiging voor de onlinebijeenkomst weer een week later.

Informatiebijeenkomst

19 mei is een tweede onlinebijeenkomst gehouden. In deze bijeenkomst zijn de onderzoeksresultaten gepresenteerd. Daarbij werden de opties voor woningen met energielabel A, C en G begeleid met persoonlijke verhalen van projectgroepleden die zelf in een woning met een van die labels wonen. Het doel van de bijeenkomst was bewoners informeren over hun opties en de vervolgstappen die zij zouden kunnen nemen. Daarnaast was er ruimte voor vragen en discussie om te peilen of de resultaten daadwerkelijk draagvlak genoten. Als resultaat van deze bijeenkomst is er in de conclusies van het onderzoek nu explicieter benoemd dat kleinschalige collectieven ook op de korte termijn tot de opties kan behoren.

Participatie

In deze projectfase, tot het versturen van de brief stond de online enquête nog open. Verder bestond de participatiemogelijkheid in deze fase uit het inbrengen van discussiepunten tijdens de onlinebijeenkomst.

Fase 5: Uitwerken warmtetransitieplan en vervolg

Inhoudelijk

Deze laatste fase stond met name in het teken van alles op papier zetten. De projectgroep heeft de mogelijkheid gekregen om het concept rapport in te zien en hierop te reageren. Vervolgens zijn de nodige aanpassingen doorgevoerd.

Informereren

Na de definitieve afronding van het onderzoek in juni 2021, zal er nog een grote publicatie komen in de lokale bladen in september 2021. De resultaten van dit onderzoek zijn ook bruikbaar voor de andere woningen in de gemeente Lochem.

Het onderzoeksrapport is zeer inhoudelijk en compleet. Hierdoor is het een goed naslagwerk, maar minder prettig leesbaar voor bewoners die snel willen weten wat er onderzocht is. Daarom wordt er gewerkt aan een korte 'bewonersversie' die makkelijk leesbaar is.

Participatie

De belangrijkste vorm van participatie in deze fase was het tegenlezen van de onderzoeksresultaten door de projectgroep waarin een brede groep stakeholders vertegenwoordigd is.

En hoe verder?

Tijdens dit onderzoek hebben we de koplopers van de energietransitie weten mee te nemen in de eerste vier stappen van het veranderproces zoals beschreven in de ADKAR theorie. Echter zijn er nog veel meer Larenaren die nog aan het begin van dit proces staan. Daarom vindt de werkgroep het heel belangrijk om de komende jaren consequent de noodzaak en wenselijkheid van de transitie onder de aandacht te blijven brengen en daarnaast mensen te ondersteunen met de gewenste kennis en kunde om zelf aan de slag te gaan. Daarnaast wordt gekeken naar manieren om de bevindingen van dit onderzoek naar beleidsmakers terug te koppelen. In de hoop dat toekomstig beleid de transitie zal verstevigen.

Naast communicatie zal een aantal technische haalbaarheidsonderzoeken worden opgestart, om de kansrijkheid van alternatieven op een dieper detail niveau uit te werken.

Communities of Practice en kennisdeling

Tijdens dit onderzoek heeft de werkgroep Aardgasvrij Laren op verschillende manieren deelgenomen aan initiatieven waarin kennis gedeeld werd. Wijk van de Toekomst is een initiatief van het Gelders Energie Akkoord. Wijk van de Toekomst organiseert Kennisateliers, praktijkbijeenkomsten voor wijkcoalities en intervisiebijeenkomsten voor procesbegeleiders. De werkgroepleden hebben tijdens dit frequent onderzoek deelgenomen aan wijk coalities en Kennisateliers. Hierbij werd kennis gedeeld over onderwerpen als financiering, bewonerscommunicatie participatie en integrale duurzame wijkontwikkeling.

Daarnaast is onder andere deelgenomen aan de volgende bijeenkomsten en activiteiten:

- Duurzame huizenroute: december 2020 online verschillende huizen bezocht;
- 3 december 2020 - webinar financieren particuliere duurzaamheidsmaatregelen;
- In februari en maart 2021 - info avonden gemeente Lochem over grootschalige wind en zon;
- 1 februari 2021 webinar circulaire economie;
- 22 februari 2021 online Expertisecentrum Warmte;
- 4 maart 2021 webinar Programma aardgasvrije wijken;
- 25 maart 2021: Nieuwe troeven in warmtepompenland (Eisma Media, webinar);
- 1 april 2021 webinar de energietransitie plannen en inkopen;
- 27 mei 2021: online opening waterstofhuis in Apeldoorn;
- 27 mei 2021: PAW business case warmtenet.

Tevens is samenwerking gezocht met LochemEnergie. Zij organiseerden eind 2020 enkele webinars (<https://www.lochemenergie.net/online-bijeenkomsten>). Via de werkgroep is deelname door Larenaren gepromoot.

Na de bijeenkomst is ook de website geüpdatet, waar de uitkomsten van het onderzoek gecommuniceerd terug te vinden zijn.

Bijlage II: Besparingstips

Bewustwording (geen kosten, wel opbrengsten)

- Inzicht in eigen verbruik (hoeveel kWh elektriciteit, hoeveel kubieke meter gas en hoeveel liter water verbruik je per jaar?);
- Thermostaat lager zetten, laagjes kleding dragen, dekentje over de benen (niet op blote voeten lopen);
- Slimme thermostaat goed programmeren;
- De was buiten drogen indien mogelijk;
- Wasmachine draaien met (bijna) volle trommel;
- Regenwater opvangen;
- Douchetijd beperken (zandloper);
- Temperatuur van CV-ketel en boiler aanpassen;
- Spoelstop op toilet gebruiken;
- De kraan niet onnodig laten lopen bij handenwassen en tandenpoetsen;
- Waterkoker alleen vullen met benodigde hoeveelheid water;
- Sluipverbruik beperken (apparatuur uitschakelen i.p.v. standby modus);
- Licht uit in ruimtes waar je niet bent;
- Bij vervanging en aanschaf van apparatuur letten op energieverbruik van het apparaat.

Kleine maatregelen (tot € 100)

- Tochtstrips langs ramen en deuren;
- Radiatorfolie;
- Deurdrangers;
- Brievenbusborstel;
- Leidingisolatie;
- LED-verlichting i.p.v. gloeilampen;
- Sensoren op verlichting;
- Waterbesparende douchekop.

Grote maatregelen (investeringen, terugverdientijd > 3 jaar)

- (Enkel-) glas vervangen door HR++;
- Vloer- en kruipruimte isoleren;
- Spouwmuurisolatie;
- Dakisolatie;
- Lagetemperatuur verwarming, dus andere radiatoren;
- Vloerverwarming in combinatie met warmtepomp.

Bijlage III: Interview onder Larenaren

Vragenlijsten

Verduurzaming huis vanuit technisch, financieel en juridisch oogpunt (waar je staat kan je ook jullie lezen)

Doel van de enquête

1. Inventariseren van wensen en mogelijkheden voor het verduurzamen van woningen vanuit technisch oogpunt;
2. Inventariseren voor het verduurzamen van woningen vanuit financiële e/o juridisch oogpunt;
3. Inventariseren welke drempels er op technisch, financieel en juridisch vlak liggen en inventariseren welke mogelijkheden er zijn om mensen over die drempel heen te helpen.

Algemene gegevens

Naam van de bewoner	Antwoord
Straat en huisnummer	
Postcode en woonplaats	
Telefoonnummer	
Emailadres	

Gegevens van de woning

Onderwerp	Antwoord
Soort woning (vrijstaand, hoekwoning, tussenwoning, appartement, boerderij)	
Type dak (plat, schuin, riet, gezamenlijk, e.d.)	
Bouwjaar van de woning	
Inhoud van de woning (m ³)	
Woonoppervlak van de woning (m ²)	
Aanvullende toelichting (m.b.t. bouw, Onderhoud, ligging etc.)	
Aantal bewoners en woongedrag	

Gegevens m.b.t. energieverbruik, isolatie, verwarming en comfort

Onderwerp	Antwoord
Bijzonderheden m.b.t. energieverbruik, Jaarafrekening/jaarverbruik, (bijzondere) apparatuur	
Wat is de situatie m.b.t. isolatie: - Spouw - Vloer - Dak - Glas	
Wat is de situatie m.b.t. verwarming: - CV ketel - Thermostaat - Radiatorfolie - Vloerverwarming	
Wat is de situatie m.b.t. ventilatie - Badkamer - Woonkamer - Keuken	
Wat zijn de klachten m.b.t. comfort	
Overige bijzonderheden (bijv. airco, sfeerverwarming)	

Oriëntatie- en informatiefase

1. Vanuit welke motivatie ben je begonnen met het verduurzamen van je huis? Wat zijn in volgorde je belangrijkste beweegredenen?
2. Waar ben je begonnen met het inwinnen van informatie?
3. Heb je partijen ingeschakeld voor hulp en/of deskundig advies?
4. Zo ja, waarom die partij(en)?
5. Zo nee, waarom niet? (dus: waarom heb je het alleen gedaan?)
6. Heb je of ga je samen en/of gelijktijdig met anderen (bijv. burens) maatregelen uitvoeren?
7. Waarom wel of niet?
8. Is dit je goed bevallen of had je hier beter een andere werkwijze kunnen kiezen?
9. De financiële drempel om een huis te verduurzamen, of zelfs van het aardgas af te halen is voor veel mensen een belangrijke drempel. Heb je gebruik gemaakt van leningen e/o subsidies of andere financieringsmogelijkheden, en denk je dat de overheid (gemeente provincie rijk) iets kan doen voor Laren?
10. Wat denk je van gezamenlijke projecten? (van samen zonnepanelen kopen, tot de hele wijk collectief van het gas af)
11. Heb je voor de financiering gebruikt gemaakt van laagrentende leningen voor verduurzaming Zo ja welke (Bank, Gemeente/SVn, andere geldverstrekkers). Wat is je ervaring met die instantie(s) hierbij?

Vorbereidingsfase

1. Welke technische maatregelen heb je getroffen om je huis te verduurzamen?
2. Hoe heb je bepaald welke maatregelen je gaat uitvoeren?
3. Hoeveel offertes heb je gevraagd?
4. Hoe heb je je keuze gemaakt?
5. Had je een vergunning nodig voor het uitvoeren van de maatregelen? Welke ervaringen heb je met het aanvragen hiervan?

Uitvoeringsfase

1. Heb je de verduurzaming onderdeel laten zijn van een verbouwing van je huis of heb je dit separaat uitgevoerd? Wat zou je hierin aanraden?
2. Welke volgorde van het uitvoeren van maatregelen zou je aanraden aan anderen om te doen?
3. Is het werk uitgevoerd binnen de geplande tijd?
4. Is het uitgevoerd binnen het gestelde budget?
5. Ben je tevreden over de uitvoering? Zo nee, waarom niet?
6. Tegen welke uitdaging/problemen liep je aan in deze fase?
7. Hoe is dit opgelost?

Oplevering

1. Waar ben je tegenaan gelopen?
2. Hoe zijn deze opleverpunten opgelost?

Na ingebruikname

1. In hoeverre voldoen de maatregelen aan de vooraf gestelde eisen/voorwaarden?
2. Bijvoorbeeld: hoeveel energie wordt er bespaard? Komt dat overeen met de gegevens uit de offerte/aanname?
3. Wat doen de getroffen maatregelen met uw wooncomfort?
4. Waren de aspecten die je wel bevallen, ook de aspecten waar je vooraf veel van had verwacht?
5. Waren de aspecten die je niet bevallen, ook de aspecten waar je vooraf weinig van had verwacht?
6. Heb je nog andere aan/of afraders? Zijn er dingen die je op een andere manier had willen doen of juist op dezelfde manier? Welke andere bevindingen vind je relevant om te delen met anderen?
7. Kun je (bij benadering) aangeven wat de verduurzamingsmaatregelen gekost hebben (indien mogelijk per onderdeel).

van het geheel

1. Wat zijn je ervaringen met de genomen maatregelen? Raad je ze aan of juist af?
2. Wat was de grootste meevaller op technisch gebied tijdens het verduurzamen van je huis?
3. Wat was de grootste tegenvaller op technisch gebied tijdens het verduurzamen van je huis?
4. Wat zou je achteraf anders hebben gedaan? En waarom?
5. Hoeveel denk je dat de maatregelen kosten die je nog niet gerealiseerd hebt?
6. Welke financiële prikkels kunnen je helpen om meer verduurzamingsmaatregelen uit te voeren?
7. Welke verdere plannen voor verduurzaming heb je? Zijn de huidige verduurzamingsmaatregelen onderdeel van een groter plan?
8. Tegen welke juridische zaken ben je aangelopen? (vergunningen, e.d.)
9. Wat vinden je burens van de verduurzaming van je huis?
10. Wat vinden je familie en vrienden van de verduurzaming van je huis?

Tips en aanbevelingen voor anderen die nog willen beginnen

1. Wat zijn valkuilen geweest voor jou en wil je anderen niet aandoen?
2. Welke bruikbare tips wil je delen?

Samenvatting interview onder Larenaren

In totaliteit hebben 8 huishoudens uit Laren meegedaan aan de enquête die we opgesteld hebben om informatie over duurzaamheid op te halen in Laren. Wat leeft er onder de bewoners, wat hebben ze al gedaan, wat is de achterliggende motivatie, welke bruikbare tips levert dat op?

De deelnemers wonen in een nieuwbouwwoning (5x), een gerenoveerde boerderij in het buitengebied, een gerenoveerde woning in de kern Laren en een woning uit de periode '75-'85 in de kern Exel.

Drie eigenaren van nieuwbouwwoningen hebben zelf met een architect, lokale aannemer en lokale installateur gewerkt en zijn tevreden over het eindresultaat, de kosten, het kennisniveau, het gehele proces. Het bouwbesluit is de dwingende basis (energiezuinig, levensloopbestendig, onderhoudsarm). Daar zijn eigen wensen in het kader van duurzaamheid aan toe gevoegd. Bewustzijn van milieu en klimaat spelen een belangrijke rol bij hun keuze. De twee nieuwbouwwoningen die deel uitmaken van een groter bouwplan hadden minder keuzemogelijkheden, maar zijn ook tevreden. Allen roemen het comfort van hun woning, en de lagere energierekening.

De eigenaren van de woning uit de periode '75-'85 hebben gekozen voor het WOAB(Woningabonnement) voor het uitvoeren van de duurzaamheidsmaatregelen. Zij hebben bewust gekozen voor volledige ontzorging (financieel en technisch), zijn zeer tevreden over het gehele proces van voorbereiding, realisatie en in gebruik zijn van alle voorzieningen.

De boerderij uit het buitengebied is grotendeels door de eigenaar zelf gerenoveerd, met inzet van lokale partijen. De gerenoveerde woning in de kern Laren is ook door lokale partijen gerealiseerd, tot grote tevredenheid van de eigenaren.

Alle bewoners van bovenstaande huizen zijn content met hun keuzes, roemen het comfort, delen hun ervaringen graag met anderen. De meesten keuzes zijn beïnvloed door belangstelling voor duurzaamheid, zorg voor het klimaat, en een lagere energierekening in de toekomst. Er is gebruik gemaakt van enkele subsidies (warmtepompen) en BTW-teruggave op zonnepanelen.

Tips: praat over je duurzaamheidswensen met mensen die zelf al wat gerealiseerd hebben, en laat het zien en voelen, (haal het dichtbij en maak het tastbaar), neem de vrees weg dat het allemaal erg duur is.

