

4. Welke duurzame verwarming kiezen we?

Iedereen is gewend aan het verwarmen op aardgas. Nu we het verwarmen met aardgas en andere fossiele brandstoffen voor 2050 willen stoppen is de vraag vooral: “hoe verwarmen we onze woning in de toekomst?”.

Die vraag levert in eerste instantie voor een technisch antwoord op. Niet omdat we de belangrijkste vraag “wat kost het?” niet willen beantwoorden. Maar om een antwoord te geven is het praktisch dat je eerst weten welke techniek mogelijk is, en welke techniek niet.

Keuzevrijheid start met goede informatievoorziening. In de gemeente Dalfsen hebben we maar een beperkt aantal warmtebronnen, die als vervanging van aardgas kunnen dienen.

We realiseren ons dat het lezen van de volgende tekst veel vaktermen bevat, die we proberen zo goed mogelijk uit te leggen. Toch is het belangrijk om te weten welke invloed een techniek heeft op je gebouw.

We beginnen straks met de beschikbare warmtetechnieken en -bronnen in de gehele gemeente. Daarna gaan we trechteren, om te komen tot de meest praktisch toepasbare techniek voor de buurt **Polhaar**.

Voor we dat doen nog even een kleine cursus “verwarmen met aardgas voor beginners”. Daarmee is het makkelijker te zien welke verschillen duurzame verwarming heeft met de huidige cv-ketel.

4.1 Welke duurzame verwarmingsbronnen zijn er in de gemeente Dalfsen?

We willen uiterlijk 2050 de verwarmingsbron “aardgas” vervangen met een andere meer duurzame verwarmingsbron.

Op basis van onderzoek zijn er in de gemeente Dalfsen een aantal warmtebronnen in meer of mindere mate beschikbaar:

1. Buitenlucht
2. Ventilatielucht
3. Bodem – bodemenergie (0-500 meter) en **ondiepe geothermie (500-1.000 meter)**
4. Oppervlakte- en afvalwater
5. Zon
6. Industrie (restwarmte)
7. Groen Gas
8. Waterstof

Zoals te zien in figuur 2 is er een apparaat nodig om energie op te wekken uit een verwarmingsbron.

Warmtebronnen 1 tot en met 6 hebben een elektrische warmtepomp nodig als apparaat.

De warmtebronnen 7 en 8 vereisen een (aangepaste) cv-ketel als apparaat, en kunnen via het bestaande aardgasnet worden geleverd.

4.2 Wat is het verschil tussen individueel en collectief verwarmen ?

We maken inderdaad onderscheid tussen individueel verwarmen en collectief verwarmen. Het onderscheid is heel eenvoudig; met hoeveel mensen gebruik je één verwarmingsbron?

Laten we beginnen bij de meest bekende warmtebron, namelijk aardgas. We maken met zijn allen gebruik van aardgas, via het aardgasnetwerk. Aardgas is daarmee een collectief systeem.

Een warmtepomp kan gebruik maken van warmte uit buitenlucht. Als de buitenunit één woning verwarmt is dat een individuele warmtepomp. Als de unit meerder woningen verwarmt via bijvoorbeeld een warmtenet, dan spreken we van een collectief systeem.

De toepassing van Groen Gas of waterstof is net als aardgas een collectieve oplossing, omdat we dan gebruik van het huidige collectieve aardgasnetwerk.

Het kiezen van een individuele verwarmingssysteem betekent dat je geen afstemming hoeft te doen met anderen. Als je kiest voor een collectief systeem, dien je juist samen op te trekken om te komen tot de uitvoering.

Als je kiest voor bodemwarmte, is het slaan van een (warmte)bron wenselijk. Als je daar met één woning op aansluit zijn de kosten van de bron voor de eigenaar van de woning. Als je met meer woningen op één bron kunt aansluiten, kun je de kosten verdelen.

In de navolgende paragrafen bespreken we de verschillende apparaten en leggen de verschillen uit met de cv-ketel.

4.3 Welke gegevens zijn er bekend over de technieken?

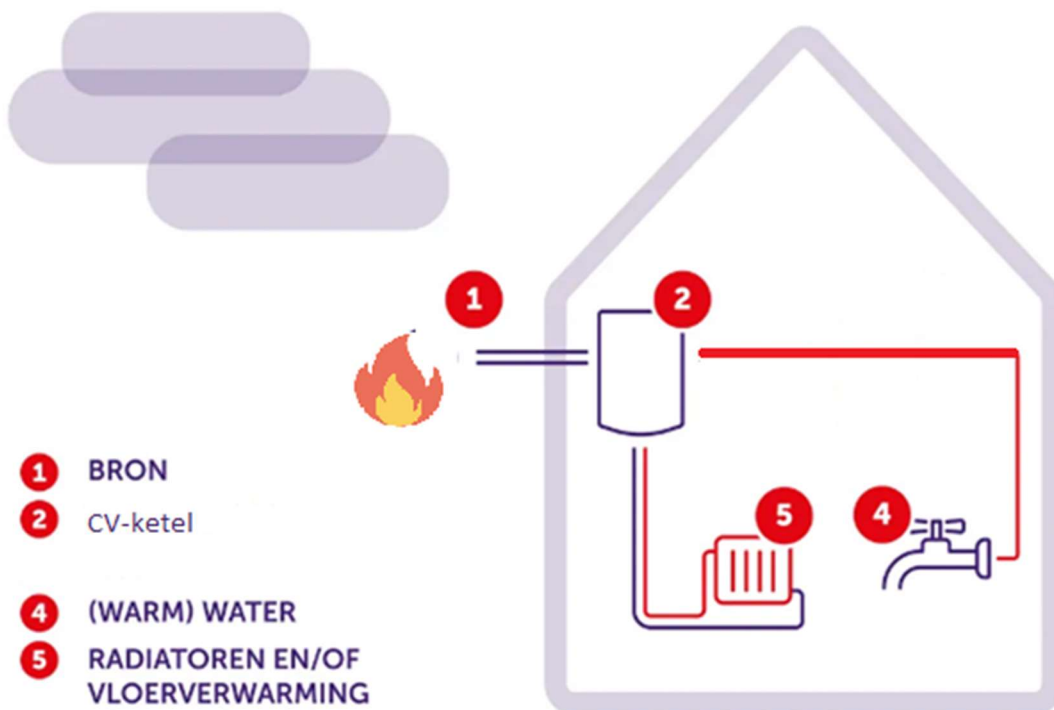
We hebben in de gemeente de volgende verwarmingssystemen om uit te kiezen:

Apparaat	Verwarmingsbron	Codering	Opmerking
Warmtepomp	(Buiten)lucht, bodem of water	S1	individueel
Warmtepomp	Bodem of water	S2 / S3	collectief
Hybride warmtepomp	Buitenlucht & aardgas	S4	Alleen aardgasvrij met groen gas of waterstof
CV-ketel	Groen gas	S4	Beperkt beschikbaar
Waterstof CV-ketel	Waterstof	S4	Zeer beperkt beschikbaar

Bewoners van de gemeente Dalfsen kunnen kiezen uit bovenstaande vijf technieken. Voordat we een keuze gaan maken lichten we de technieken eerst toe.

4.3.1 Hoe werkt de cv-ketel?

In figuur 4.1 is het systeem weergegeven van de cv-ketel.



Figuur 4.1 Schematische weergave van verwarming met een cv-ketel

Een klimaatinstallatie (want naast verwarming is warm water en ventilatie ook belangrijk voor een comfortabele woning) bestaat uit een aantal onderdelen, die we in figuur 4.2 kort toelichten.

Onderdeel	Toelichting
Verwarmingsbron	De bron voor warmte is de verbranding van aardgas .
Apparaat	Het apparaat dat warmte maakt is de cv-ketel , door verbranden van aardgas.
Bron apparaat	De cv-ketel werkt op elektriciteit (ofwel, bij een elektriciteitsstoring werkt de cv-ketel niet).
Afgiftesysteem	De warmte wordt in de woning gebracht door radiatoren, vloerverwarming of luchtkanalen en -roosters .
Temperatuur	De meeste cv-ketels zijn ingesteld op een hogere afgiftetemperatuur (50-70°C) voor radiatoren. Bij vloer- en luchtverwarming en laag temperatuur radiatoren is de afgiftetemperatuur lager (35-45°C). Hoe lager de afgiftetemperatuur, hoe hoger het rendement van het apparaat dat de warmte opwekt.
Warm tapwater	De cv-ketel maakt warm water voor onder andere douchen. Er is geen opslag van warm water in een boiler nodig.
Koeling	Een cv-ketel kan niet koelen . Voor koeling is een aparte installatie nodig, bij voorkeur met passieve koeling (zonder airco).
Isolatie	Isolatie is geen beperking voor het gebruik van een cv-ketel . Hoe beter de isolatie van de woning, hoe lager het aardgasverbruik.
Ventilatie	Veel woningen hebben natuurlijke ventilatie via (klep)ramen, waar je zelf je ventilatie moet organiseren. Ventilatie is heel belangrijk voor een gezonde woning. Met extra isolatie worden kieren gedicht, en gaat het ventileren steeds minder vanzelf. Het is dan ook verstandig goed te kijken naar de toepassing van mechanische ventilatie . Met een CO ₂ sensor kan dat bijdrage aan en comfortabel en gezonde woning.

Figuur 4.2 **Onderdelen van de klimaatinstallatie (cv-ketel)**

Belangrijk voor de vergelijking straks met duurzame verwarmingstechnieken is dat elektriciteit ook een voorwaarde is voor een werkende cv-ketel, en dat een cv-ketel niet kan zorgen voor koeling in de woning.

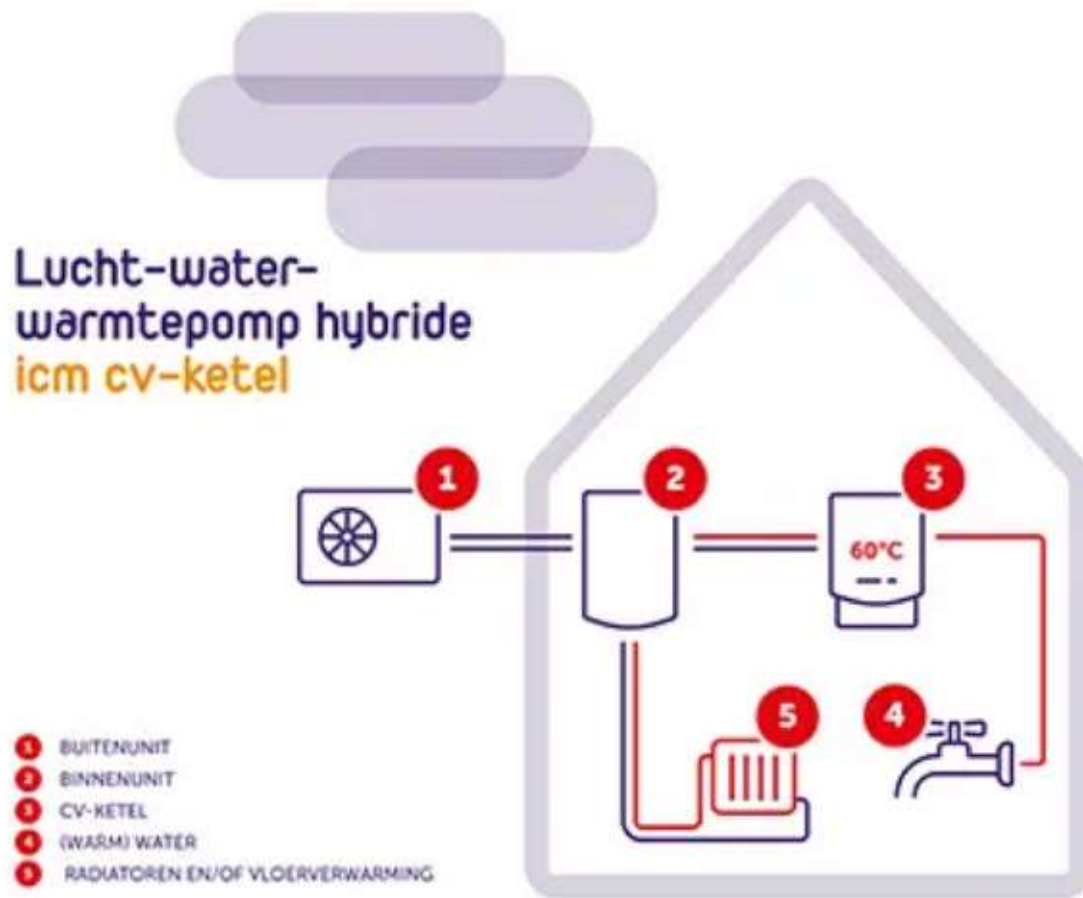
We zien een groeiend aantal “airco units” bij woningen, met name voor het koelen van slaapkamers op de verdiepingen. De kosten van een airco zijn relatief beperkt, maar ze gebruiken elektriciteit om te kunnen koelen in de zomer, aanvullend op het gasverbruik van de cv-ketel in de winter.

Als gemeente proberen we in te zetten op zogenaamde “passieve koeling”, ofwel koeling die geen energie kost. Denk aan zonwering, zomernachtventilatie en de vergroening van “stenen tuinen”.

De cv-ketel is alleen een aardgasvrije techniek bij gebruik van een duurzaam gas (groen gas of waterstof) in plaats van aardgas.

4.3.2 Hoe werkt de individuele hybride warmtepomp?

In figuur 4.3 is het systeem weergegeven van de hybride warmtepomp.



Figuur 4.3 Schematische weergave van een hybride warmtepomp (bron: Vereniging Eigen Huis).

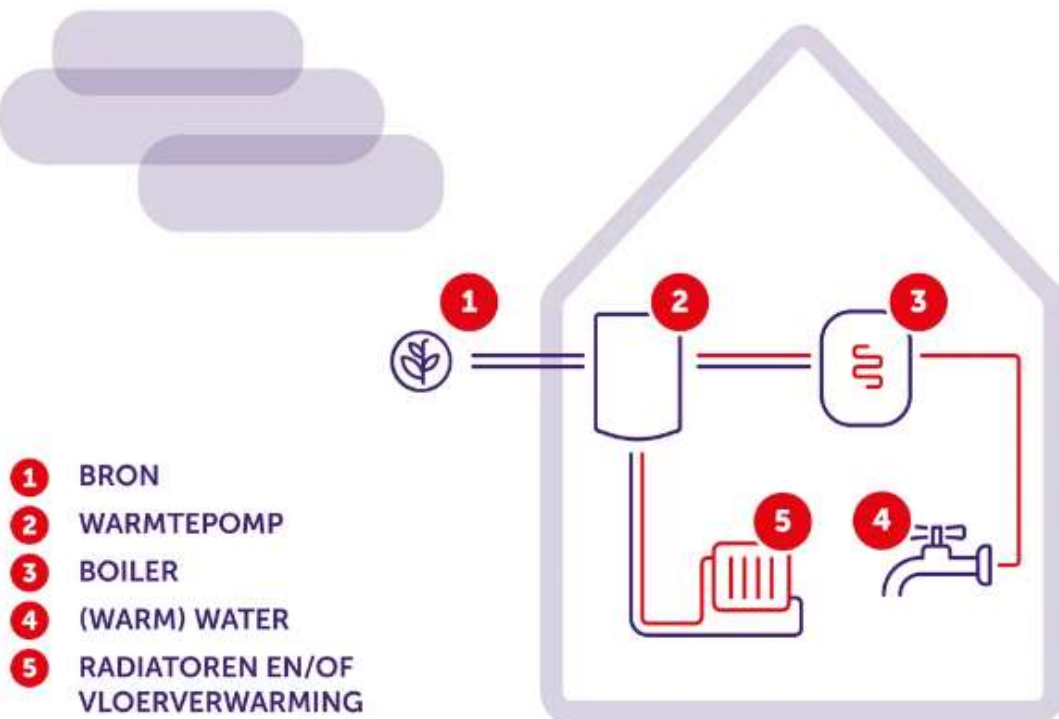
Onderdeel	Toelichting
Verwarmingsbron	De bron voor warmte is de buitenlucht en de verbranding van aardgas .
Apparaat	Het apparaat dat warmte maakt is de warmtepomp , met behulp van een buitenunit . De cv ketel springt bij op koude dagen,
Bron apparaat	De warmtepomp en cv-ketel werken op elektriciteit .
Afgiftesysteem	De warmte wordt in de woning gebracht door radiatoren, vloerverwarming of luchtkanalen en -roosters .
Temperatuur	De meeste warmtepompen kunnen worden ingesteld op een hogere afgiftetemperatuur (50-70°C) voor radiatoren. Bij vloer- en luchtverwarming en laag temperatuur radiatoren is de afgiftetemperatuur lager (35-45°C). Hoe lager de afgiftetemperatuur, hoe hoger het rendement van het apparaat dat de warmte opwekt.
Warm tapwater	De cv-ketel maakt warm water voor onder andere douchen. Er is geen opslag van warm water in een boiler nodig.
Koeling	Een hybride warmtepomp kan koelen. Door koeling ontstaat echter extra elektriciteitsverbruik in de zomer, waarbij de buitenunit koude uit de lucht haalt.
Isolatie	Isolatie kan een beperking zijn voor het gebruik van een warmtepomp. Hoe beter de isolatie van de woning, hoe lager het elektriciteitsverbruik.
Ventilatie	Veel woningen hebben natuurlijke ventilatie via (klep)ramen, waar je zelf je ventilatie moet organiseren. Ventilatie is heel belangrijk voor een gezonde woning. Met extra isolatie worden kieren gedicht, en gaat het ventileren steeds minder vanzelf. Het is dan ook verstandig goed te kijken naar de toepassing van mechanische ventilatie . Met een CO ₂ sensor kan dat bijdrage aan en comfortabel en gezonde woning.

Figuur 4.4 **Onderdelen van de klimaatinstallatie (hybride warmtepomp)**

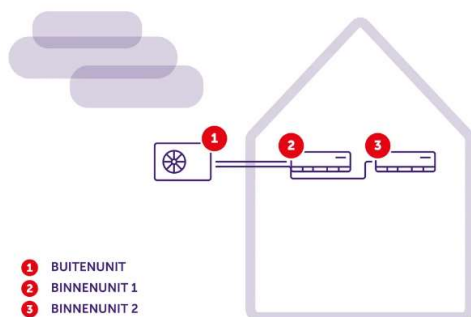
De hybride warmtepomp is alleen een aardgasvrije techniek bij gebruik van een duurzaam gas (groen gas of waterstof) in plaats van aardgas.

4.3.3 Hoe werkt de individuele warmtepomp?

In figuur 4.5 is het systeem weergegeven van de hybride warmtepomp.



Hoe werkt airco als verwarming?



Figuur 4.5 Schematische weergave van een warmtepomp (bron: Vereniging Eigen Huis).

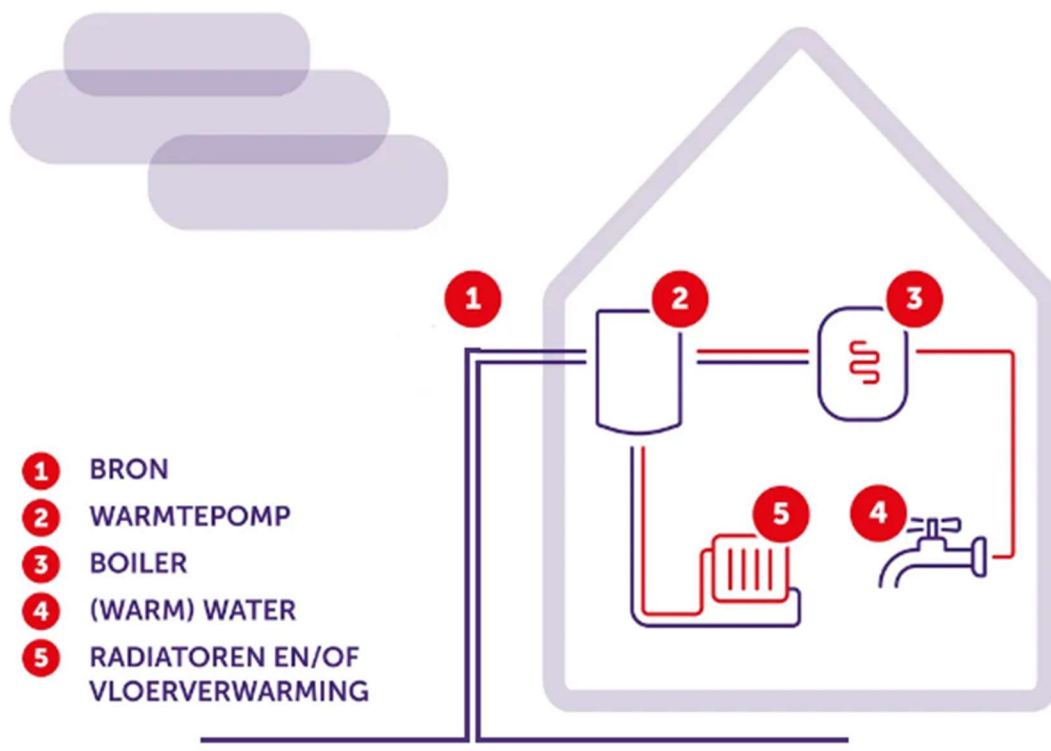
Onderdeel	Toelichting
Verwarmingsbron	De bron voor warmte is de buitenlucht , ventilatielucht , grondwater of bodem .
Apparaat	Het apparaat dat warmte maakt is de warmtepomp , met behulp van een buitenunit in geval van buitenlucht als verwarmingsbron.
Bron apparaat	De warmtepomp werkt op elektriciteit .
Afgiftesysteem	De warmte wordt in de woning gebracht door radiatoren en vloerverwarming .
Temperatuur	De warmtepompen kunnen worden ingesteld op een hogere afgiftetemperatuur (50-70°C) voor radiatoren. Bij vloerverwarming en laag temperatuur radiatoren is de afgiftetemperatuur lager (35-45°C). Hoe lager de afgiftetemperatuur, hoe hoger het rendement van het apparaat dat de warmte opwekt.
Warm tapwater	De warmtepomp maakt warm water voor onder andere douchen. Er is opslag van warm water in een boiler (grootte vergelijkbaar met koel-vries combinatie) nodig.
Koeling	Een warmtepomp kan koelen. Door koeling ontstaat echter extra elektriciteitsverbruik in de zomer, met name bij de warmtepomp met een buitenunit.
Isolatie	Isolatie kan een beperking zijn voor het gebruik van een collectieve warmtepomp. Hoe beter de isolatie van de woning, hoe lager het elektriciteitsverbruik.
Ventilatie	Veel woningen hebben natuurlijke ventilatie via (klep)ramen, waar je zelf je ventilatie moet organiseren. Ventilatie is heel belangrijk voor een gezonde woning. Met extra isolatie worden kieren gedicht, en gaat het ventileren steeds minder vanzelf. Het is dan ook verstandig goed te kijken naar de toepassing van mechanische ventilatie . Met een CO ₂ sensor kan dat bijdrage aan en comfortabel en gezonde woning.

Figuur 4.6 **Onderdelen van de klimaatinstallatie (warmtepomp)**

De warmtepomp is een aardgasvrije techniek.

4.3.4 Hoe werkt de collectieve warmtepomp?

In figuur 4.7 is het systeem weergegeven van de hybride warmtepomp.



Figuur 4.7 **Schematische weergave van een warmtepomp** (bron: Vereniging Eigen Huis).

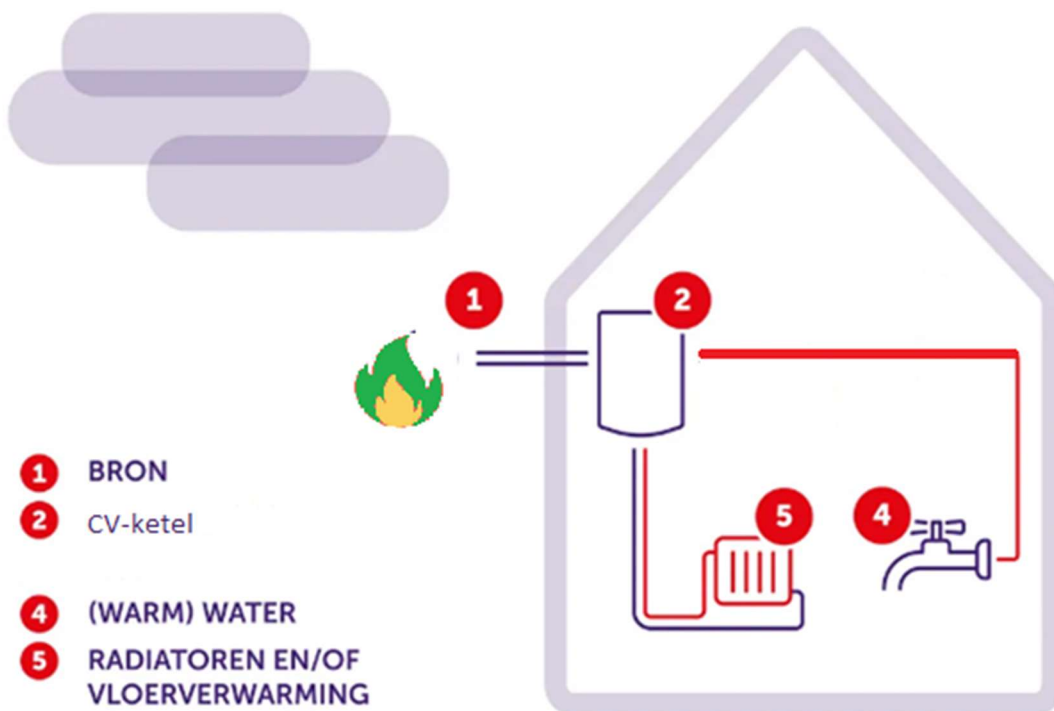
Onderdeel	Toelichting
Verwarmingsbron	De bron voor warmte is de water aanwezig in een ringleiding. Met warmte uit grond, oppervlaktewater, zonnecollectoren of industrie kan het water in de ringleiding al extra worden voorverwarmd.
Apparaat	Het apparaat dat warmte maakt is de warmtepomp . De warmtepomp kan onderdeel zijn van de ringleiding, waar het water wordt verwarmd en dan in de woning wordt afgeleverd. De warmtepomp kan ook in de woning staan, waar het water uit de ringleiding wordt opgewarmd in de woning.
Bron apparaat	De warmtepomp werkt op elektriciteit .
Afgiftesysteem	De warmte wordt in de woning gebracht door radiatoren en vloerverwarming . Luchtverwarming?
Temperatuur	De warmtepompen kunnen worden ingesteld op een hogere afgiftetemperatuur (50-70°C) voor radiatoren. Bij vloerverwarming en laag temperatuur radiatoren is de afgiftetemperatuur lager (35-45°C). Hoe lager de afgiftetemperatuur, hoe hoger het rendement van het apparaat dat de warmte opwekt.
Warm tapwater	De cv-ketel maakt warm water voor onder andere douchen. Er is geen opslag van warm water in een boiler nodig.
Koeling	Een warmtepomp kan passief koelen. Door koeling ontstaat extra elektriciteitsverbruik in de zomer, maar veel minder dan bij een warmtepomp die met een buitenunit koude maakt.
Isolatie	Isolatie kan een beperking zijn voor het gebruik van een collectieve warmtepomp. Hoe beter de isolatie van de woning, hoe lager het elektriciteitsverbruik.
Ventilatie	Veel woningen hebben natuurlijke ventilatie via (klep)ramen, waar je zelf je ventilatie moet organiseren. Ventilatie is heel belangrijk voor een gezonde woning. Met extra isolatie worden kieren gedicht, en gaat het ventileren steeds minder vanzelf. Het is dan ook verstandig goed te kijken naar de toepassing van mechanische ventilatie . Met een CO ₂ sensor kan dat bijdrage aan en comfortabel en gezonde woning.

Figuur 4.8 **Onderdelen van de klimaatinstallatie (warmtepomp)**

De warmtepomp is een aardgasvrije techniek.

4.3.5 Hoe werkt de collectief groen gas?

In figuur 4.9 is een schematische weergave van de groen gas cv-ketel weergegeven.



Figuur 4.9 Schematische weergave van een cv-ketel op groen gas (bron: Vereniging Eigen Huis).

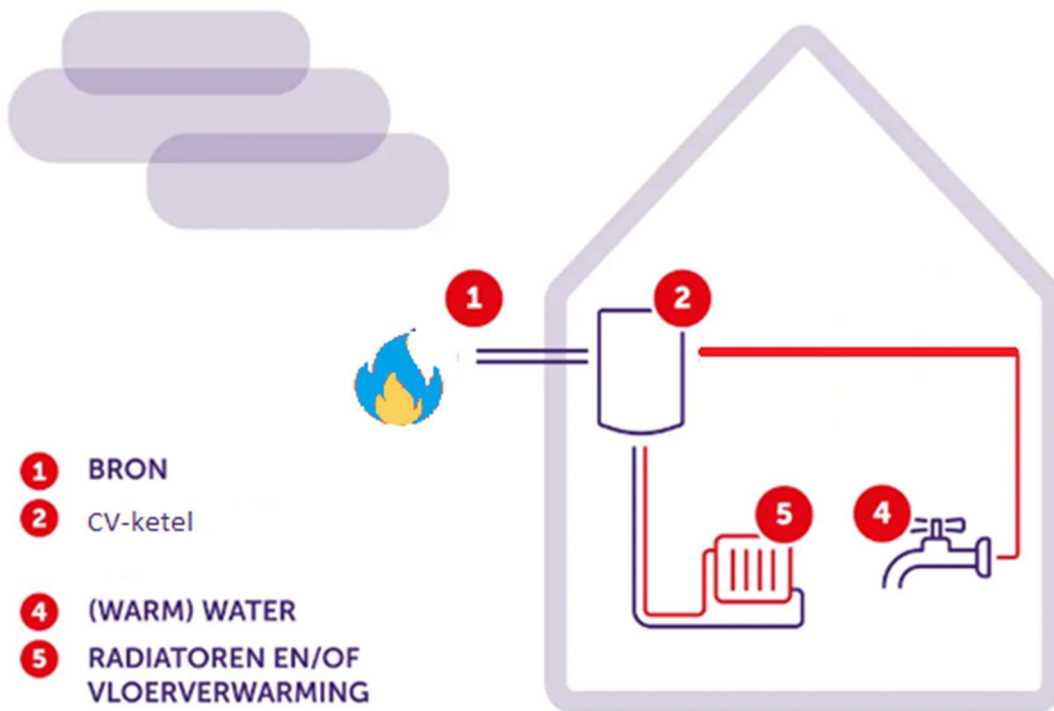
Onderdeel	Toelichting
Verwarmingsbron	De bron voor warmte is de verbranding van groen gas .
Apparaat	Het apparaat dat warmte maakt is de cv-ketel , door verbranden van groen gas.
Bron apparaat	De cv-ketel werkt op elektriciteit (ofwel, bij een elektriciteitsstoring werkt de cv-ketel niet).
Afgiftesysteem	De warmte wordt in de woning gebracht door radiatoren, vloerverwarming of luchtkanalen en -roosters .
Temperatuur	De meeste cv-ketels zijn ingesteld op een hogere afgiftetemperatuur (50-70°C) voor radiatoren. Bij vloer- en luchtverwarming en laag temperatuur radiatoren is de afgiftetemperatuur lager (35-45°C). Hoe lager de afgiftetemperatuur, hoe hoger het rendement van het apparaat dat de warmte opwekt.
Warm tapwater	De cv-ketel maakt warm water voor onder andere douchen. Er is geen opslag van warm water in een boiler nodig.
Koeling	Een cv-ketel kan niet koelen . Voor koeling is een aparte installatie nodig, bij voorkeur met passieve koeling (zonder airco).
Isolatie	Isolatie is geen beperking voor het gebruik van een cv-ketel . Hoe beter de isolatie van de woning, hoe lager het aardgasverbruik.
Ventilatie	Veel woningen hebben natuurlijke ventilatie via (klep)ramen, waar je zelf je ventilatie moet organiseren. Ventilatie is heel belangrijk voor een gezonde woning. Met extra isolatie worden kieren gedicht, en gaat het ventileren steeds minder vanzelf. Het is dan ook verstandig goed te kijken naar de toepassing van mechanische ventilatie . Met een CO ₂ sensor kan dat bijdrage aan en comfortabel en gezonde woning.

Figuur 4.10 **Onderdelen van de klimaatinstallatie (cv-ketel op groen gas)**

Met de verbranding van groen gas ontstaat nog steeds CO₂ uitstoot. Dat klinkt niet als een verbetering ten opzichte van aardgas. Groen gas ontstaat bij de vergisting van mest, en daarmee wordt de uitstoot van methaan beperkt. Methaan is een veel sterker broeikasgas dan CO₂, vandaar de inzet van dit gas in de warmtetransitie naar fossielvrij verwarmen.

4.3.6 Hoe werkt de collectief waterstof?

In figuur 4.11 is een schematische weergave van de groen gas cv-ketel weergegeven.



Figuur 4.11 Schematische weergave van een cv-ketel op groen gas (bron: Vereniging Eigen Huis).

Onderdeel	Toelichting
Verwarmingsbron	De bron voor warmte is de verbranding van waterstof .
Apparaat	Het apparaat dat warmte maakt is de cv-ketel , door verbranden van waterstof.
Bron apparaat	De cv-ketel werkt op elektriciteit (ofwel, bij een elektriciteitsstoring werkt de cv-ketel niet).
Afgiftesysteem	De warmte wordt in de woning gebracht door radiatoren, vloerverwarming of luchtkanalen en -roosters .
Temperatuur	De meeste cv-ketels zijn ingesteld op een hogere afgiftetemperatuur (50-70°C) voor radiatoren. Bij vloer- en luchtverwarming en laag temperatuur radiatoren is de afgiftetemperatuur lager (35-45°C). Hoe lager de afgiftetemperatuur, hoe hoger het rendement van het apparaat dat de warmte opwekt.
Warm tapwater	De cv-ketel maakt warm water voor onder andere douchen. Er is geen opslag van warm water in een boiler nodig.
Koeling	Een cv-ketel kan niet koelen . Voor koeling is een aparte installatie nodig, bij voorkeur met passieve koeling (zonder airco).
Isolatie	Isolatie is geen beperking voor het gebruik van een cv-ketel . Hoe beter de isolatie van de woning, hoe lager het aardgasverbruik.
Ventilatie	Veel woningen hebben natuurlijke ventilatie via (klep)ramen, waar je zelf je ventilatie moet organiseren. Ventilatie is heel belangrijk voor een gezonde woning. Met extra isolatie worden kieren gedicht, en gaat het ventileren steeds minder vanzelf. Het is dan ook verstandig goed te kijken naar de toepassing van mechanische ventilatie . Met een CO ₂ sensor kan dat bijdrage aan en comfortabel en gezonde woning.

Figuur 4.12 **Onderdelen van de klimaatinstallatie (cv-ketel op waterstof)**

4.4 Welke onderzoeksgegevens zijn er bekend over de technieken?

We hebben in de gemeente dus de volgende verwarmingssystemen om uit te kiezen:

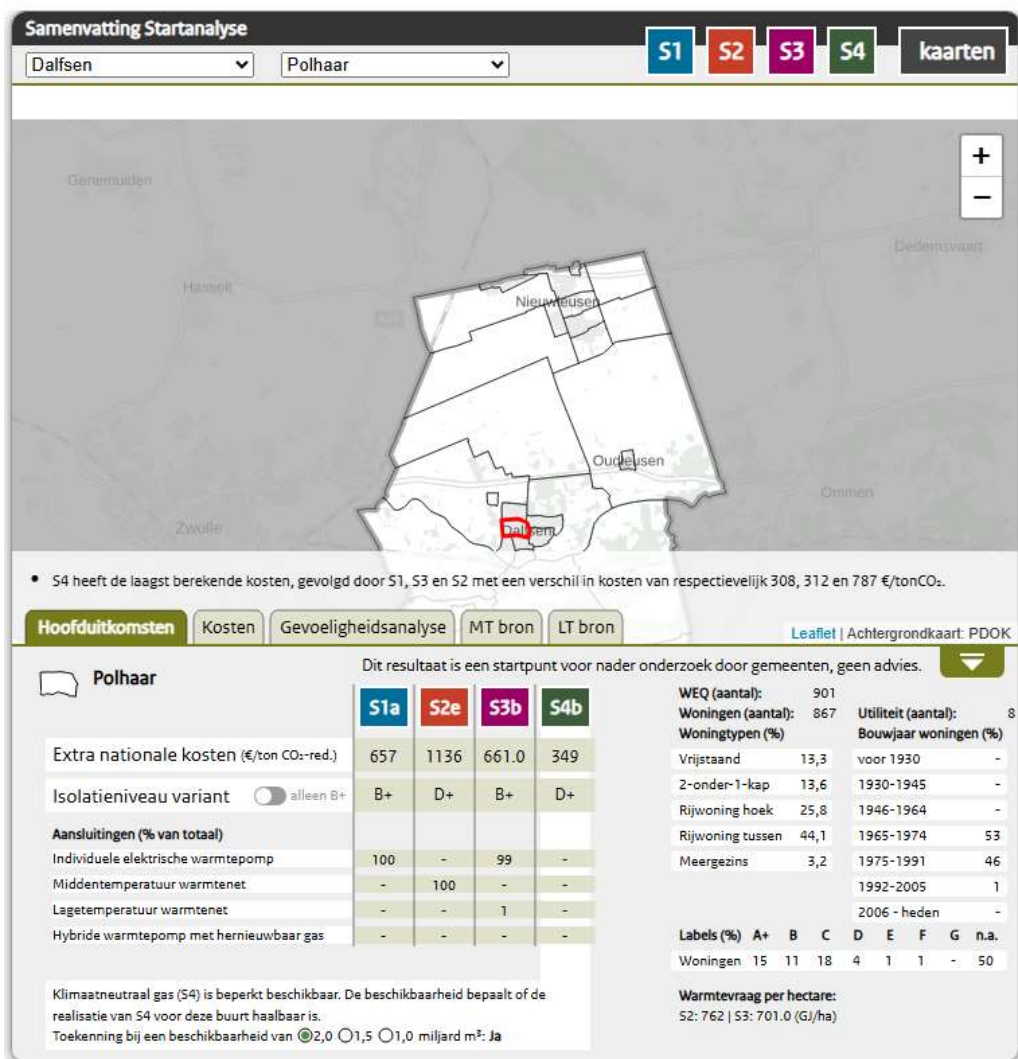
Apparaat	Verwarmingsbron	Codering	Opmerking
Warmtepomp	(Buiten)lucht, bodem of water	S1	individueel
Warmtepomp	Bodem of water	S2 / S3	collectief
Hybride warmtepomp	Buitenlucht & aardgas	S4	Alleen aardgasvrij met groen gas of waterstof
CV-ketel	Groen gas	S4	Beperkt beschikbaar
Waterstof CV-ketel	Waterstof	S4	Zeer beperkt beschikbaar

Bewoners van de gemeente Dalfsen kunnen kiezen uit bovenstaande vijf technieken, maar hoe doe je dat? We gaan in deze paragraaf stapje voor stapje naar een selectie van drie warmtetechnieken, die geschikt zijn voor de buurt.

4.4.1 Wat is de startanalyse van het Planbureau voor de Leefomgeving?

In figuur 4.13 vinden we de hoofduitkomsten van de [Startanalyse aardgasvrije buurten](#) van het Planbureau van de Leefomgeving (PBL).

Deze analyse kijkt naar de “nationale kosten” van een warmteoplossing. Dat zijn de kosten die alle Nederlanders moeten betalen (via belastingen) om een warmteoplossing te realiseren.



Figuur 4.13 Uitkomsten startanalyse (bron: PBL)

In figuur 13 staan vier hoofdtechnieken, namelijk Individuele elektrische warmtepomp (S1), Warmtenet met midden-temperatuur (S2), Warmtenet met laag temperatuur (S3) en Klimaatneutraal gas met hybride warmtepomp (S4).

De toepassing van de cv-ketel, waarbij aardgas door groen gas of waterstof wordt vervangen is geen scenario. De toepassing van de hybride warmtepomp zorgt ervoor dat gasproductie kan worden verlaagd ten opzichte van de cv-ketel.

PBL heeft vervolgens per techniek de meest kansrijke variant uitgerekend:

- S1a Individuele elektrische luchtwarmtepomp (met isolatieniveau B+)
- S2e Warmtenet met Midden Temperatuur (MT)-geothermiebron
- S3b Zeer Laag Temperatuur (ZLT) Warmtenet met Warmte Koude Opslag (WKO)
- S4b Klimaatneutraal gas met hybride warmtepomp (met isolatieniveau D+)

Op basis van de startanalyse heeft Variant S4b (Klimaatneutraal gas met hybride warmtepomp) de laagste nationale kosten. We maken hierbij de opmerking dat klimaatneutraal gas (groen gas en/of waterstof) beperkt beschikbaar is en naar verwachting zal zijn in de nabije toekomst.

Wat ook blijkt is dat de nationale kosten voor Varianten S1a en S3b vrijwel gelijk zijn, met een gelijk isolatieniveau van de gebouwen (B+). Variant S2e is aanmerkelijk duurder dan alle andere varianten.

4.4.2 Wat zijn de Eindgebruikerskosten?

De eindgebruikerskosten zijn belangrijk voor u als bewoner. Deze kosten geven beeld van de investeringen en maandelijkse kosten van de verschillende duurzame verwarmingstechnieken.

De algemene eindgebruikerskosten zijn berekend en te vinden op het [Dashboard Eindgebruikerskosten](#). Daarnaast hebben we als gemeente voor drie buurten eindgebruikerskosten uitgerekend van 10 verwarmingstechnieken.

Tekst wordt opgesteld na vaststellen nieuwe dashboard, verwacht september 2025.

4.4.3 Heeft de gemeente nog aanvullend onderzoek gedaan?

Ja, voor de buurt Polhaar hebben we aanvullend onderzoek laten doen naar een aantal duurzame verwarmingstechnieken.

Het eerste onderzoek betreft het vergelijken van vier duurzame warmtetechnieken, en een vervolgonderzoek betreft een onderzoek naar een mini-warmtenet.

Onderzoek duurzame warmtetechnieken

In 2024 heeft de gemeente in samenspraak met de klankbordgroep een haalbaarheidsonderzoek gedaan naar vier mogelijke duurzame verwarmingstechnieken ter vervanging van aardgas.

Op basis van de buurtuitvraag in Polhaar in het voorjaar van 2023 is de techniek “waterstof” opgenomen, op verzoek van de buurt.

We hebben gekeken naar vier technieken:

- Individuele elektrische luchtwarmtepomp (S1).
- Zeer Laag Temperatuur (ZLT) Bronnet met Warmte Koude Opslag (WKO) (S3)
- Gesloten Bodem Energie Systeem (GBES, ofwel een klein warmtenet) (S3)
- Waterstofopwekking, met levering van warmte (en verkoop van waterstof) (S2)

De uitkomsten van het onderzoek zijn samengevat in figuur 4.14, waarbij de huidige cv-ketel op aardgas als referentie hebben genomen.

Initieel		Gas	Warmtepomp	ZLT- Bronnet	GBES	Waterstof-warmte
Isolatie		€ 0	€ 13.000	€ 13.000	€ 0	€ 0
Aansluitkosten		€ 0	€ 0	€ 5.500	€ 5.500	€ 5.500
Installaties		€ 2.800	€ 22.975	€ 11.900	€ 0	€ 0
Elektrisch koken		€ 1.600	€ 1.600	€ 1.600	€ 1.600	€ 1.600
Investering		€ 4.400	€ 37.575	€ 32.000	€ 7.100	€ 7.100
Subsidie		€ 0	€ 8.600	€ 12.100	€ 5.600	€ 0
Netto investering (2024)		€ 4.400	€ 28.975	€ 19.900	€ 1.500	€ 7.100
Maandlasten						
Verbruikskosten	p.m	€ 175	€ 133	€ 100	€ 125	€ 125
Gebruikskosten	p.m	€ 70	€ 81	€ 62	€ 88	€ 59
Totaal		€ 245	€ 214	€ 162	€ 213	€ 184
Maatschappelijke kosten	p.m.		€ 32	€ 93	€ 144	€ 500

Figuur 4.14 **Uitkomsten haalbaarheidsonderzoek 2024**

Uit figuur 14 komt naar voren dat maandlasten van het ZLT bronnet (S2) het laagste zijn voor bewoners, zelfs ten opzichte van aardgas. De investering voor de bewoner inclusief subsidie is daarentegen nog steeds aanzienlijk.

Een Gesloten Bodem Energie Systeem (S2) vergt de laagste investering voor bewoners op basis van het onderzoek.

Bij de variant “Waterstof” is uitgegaan van het plaatsen van elektrolyser om waterstof op te wekken. De warmte die daarbij vrij komt kan worden gebruikt om de buurt Polhaar te verwarmen, en het waterstof wordt geleverd aan de industrie. De maatschappelijke kosten van een elektrolyser zijn echter bijzonder hoog ten opzichte van de andere technieken (€ 500 per maand).

In de buurt Westerbouwlanden hebben we gekeken naar de dezelfde techniek, maar dan met levering van waterstof aan de buurt. De verbruikskosten zijn daar berekend op € 550 per maand, vanwege de aanzienlijk investering in een elektrolyser.

Opgemerkt dient dat het haalbaarheidsonderzoek is uitgevoerd op basis van onderbouwde kentallen, en daarmee geen verbruiksgegevens van bewoners.

Onderzoek mini-warmtenet Van Ommenhof – Van Linghenhof – Van Kempenhof

Eind 2023 zijn we gestart met een pilot onderzoek met bewoners van de Van Ommenhof en Van Linghenhof, om te kijken of een klein warmtenet technisch en financieel haalbaar is.

23 Bewoners hebben hun woning laten inventariseren door de energieadviseur, zodat de isolatieopgave en warmtevraag van hun woning inzichtelijk is.

In april 2025 heeft de provincie een projectleider ter beschikking gesteld, die de technische berekening kan uitvoeren in relatie tot een collectieve verwarming van de deelnemende woningen. Er is toen besloten ook de bewoners van de Van Kempenhof te betrekken in het bewonersinitiatief.

We leveren in oktober 2025 de resultaten op van het haalbaarheidsonderzoek.

4.5 Hoe komen straks we tot een voorkeurstechiek ?

Om te komen tot één voorkeurstechiek voor de buurt Polhaar toetsen we de technieken genoemd in §4.7.3 in een zogenaamde multi criteria analyse (MCA). Zo proberen we zo objectief mogelijk te komen tot een voorkeur voor de best toepasbare techniek.

4.5.1 Zijn de technieken sociaal haalbaar (eindgebruikerskosten)?

De meest gestelde vraag is wat de aardgasvrije technieken kosten. Enerzijds zijn dat investeringen, maar ook van belang zijn de maandlasten. Deze kosten worden aangeduid als eindgebruikerskosten.

Bij dit wijkuitvoeringsplan hebben we (in de toekomst) factsheets van de voor Polhaar beschikbare warmtetechnieken in de bijlagen gedaan.

Voor de beschikbare technieken zijn de investeringskosten en eindgebruikerskosten op een rij gezet in figuur 4.15.

Techniek	Investeringskosten	Maandlasten	Toetsing (gemiddelde)
Elektrische warmtepomp	4	3	3,5
ZLT bronnet	3	1	2,0
GBES	1	3	2,0
Waterstof-warmte levering	2	2	2,0

Figuur 4.15 **Vergelijking eindgebruikerskosten**

Op basis van figuur 4.15 is zien we dat de elektrische warmtepomp het minste scoort als het gaat om eindgebruikerskosten.

4.5.2 Zijn de technieken financieel haalbaar (nationale kosten)?

Wat goed is voor het individu, is niet per se goed voor de samenleving als geheel. Dat dilemma speelt nadrukkelijk mee in de warmtetransitie.

De overstap op hernieuwbare verwarming brengt nationale kosten (infrastructuur en subsidies) met zich mee. Om deze totale kosten te beperken, kijken we ook naar de nationale kosten van de oplossing.

De nationale financiële kosten (en baten) in Nederland van alle maatregelen (infrastructuur en subsidies) worden uiteindelijk betaald door alle inwoners van Nederland.

In figuur 4.16 zijn de nationale kosten van de drie technieken gewogen.

Techniek	Nationale kosten (onderzoek Rijk)	Nationale kosten (onderzoek gemeente)	Toetsing (gemiddelde)
Elektrische warmtepomp	2	1	1,5
ZLT bronnet	2	2	2,0
GBES	2	3	2,5
Waterstof-warmte levering	3	4	3,5

Figuur 4.16 **Vergelijking nationale kosten**

Op basis van figuur 4.16 is te zien dat de nationale kosten voor waterstof het hoogste zijn.

4.5.3 Zijn de technieken technisch uitvoerbaar?

De warmtepomp is individueel in de woning een bewezen techniek. De ontwikkelingen staan daarbij niet stil, dus rendementen bij laag-, midden- en hoog temperatuur warmtepompen verbeteren.

Voor de collectieve systemen geldt dat er alleen nog sprake is van pilots, of komende pilots.

In figuur 4.17 is gekeken naar de toepassing van technieken in Nederlandse buurten.

Techniek	Bewezen aardgasvrije technieken	Toetsing (gemiddelde)
Elektrische warmtepomp	1	1,0
ZLT bronnet	3	3,0
GBES	2	2,0
Waterstof-warmte levering	2	2,0

Figuur 4.17 Technische toepasbaarheid van de technieken

Op basis van figuur 4.17 is de elektrische warmtepomp de enige bewezen aardgasvrij techniek op dit moment.

4.5.4 Zijn de technieken ruimtelijk inpasbaar?

Voor alle warmtevarianten geldt dat er versterking van het elektriciteitsnet moet plaatsvinden. Voor de elektrolyser die waterstof maakt zal een maatwerkaanpassing moeten plaatsvinden.

In de buurt **aantal** laagspanning (LS)-transformatorkasten worden versterkt en **aantal** nieuwe LS-transformatorkasten worden geplaatst. De locaties van de LS-transformatorkasten zijn door gemeente en Enexis vastgesteld. Bewoners met zicht op de nieuwe stations zijn geïnformeerd over de plaatsing van de stations.

De individuele luchtwarmtepompen vereisen in de meeste gevallen een buitenunit, die invloed heeft op de beeld- en geluidskwaliteit van de buurt. Er is een geluidsnorm van 40 dB(A) op de perceelsgrens, die naar verwachting in het buitengebied niet lijdt tot hinder.

In figuur 4.18 hebben we de van toepassing zijnde ruimtelijke aspecten op een rij gezet.

Techniek	Transformator-kasten	Industrieel complex	Werkzaamheden in straat	Geluid & zicht	Toetsing (gemiddelde)
Elektrische warmtepomp	3	1	1	3	2,0
ZLT bronnet	2	1	3	1	1,8
GBES	2	1	2	2	1,8
Waterstof-warmte levering	1	3	3	3	2,5

Figuur 4.18 Ruimtelijke aspecten van de technieken

Op basis van figuur 4.18 is hebben de technieken met een waterstof elektrolyser de meeste ruimtelijke impact heeft. Naast de elektrolyser met waterstof opslag worden ook warmteleidingen aangelegd naar de woningen.

4.5.5 Zijn de technieken organisatorisch regelbaar?

Netwerkbeheerder Enexis is samen met de gemeente druk met het proces van het versterken van het elektriciteitsnetwerk. De uitvoering daarvan wordt geleid door Enexis, waarbij diverse aannemers de werkzaamheden uitvoeren.

Bij collectieve warmtetechnieken wordt de complexiteit van het organiseren groter, voor zowel de gemeente als bewoners. Je gaat immers een nieuwe of aangepaste infrastructuur maken, die op enig moment klaar moet zijn om op aan te sluiten als bewoner.

In figuur 4.19 hebben we de organisatorische aspecten op een rij gezet.

Techniek	Regelen door bewoner	Regelen door gemeente	Toetsing (gemiddelde)
Elektrische warmtepomp	2	1	1,5
ZLT bronnet	2	3	2,5
GBES	3	2	2,5
Waterstof-warmte levering	1	4	2,5

Figuur 4.19 Organisatorische aspecten van de technieken

Op basis van figuur 4.19 is duidelijk dat de elektrische warmtepomp het minst vraagt van de organisatie door bewoner en/of gemeente.

4.9 Hoe kiezen we straks de voorkeurstechiek ?

Om na versterking van het elektriciteitsnet te komen tot een voorkeurstechiek zetten we de scores voor de criteria uit § 4.8 op een rij in figuur 4.20.

Techniek	Sociaal haalbaar	Financieel haalbaar	Technisch uitvoerbaar	Ruimtelijk inpasbaar	Organisatie regelbaar	Totaal (sommatie)
Waardering	ntb	ntb	ntb	ntb	ntb	
Elektrische warmtepomp	3,5	1,5	1,0	2,0	1,5	9,5
ZLT bronnet	2,0	2,0	3,0	1,8	2,5	11,3
GBES	2,0	2,5	2,0	1,8	2,5	10,8
Waterstof-warmte levering	2,0	3,5	2,0	2,5	2,5	12,5

Figuur 4.20 Samenvatting multicriteria analyse (voorbeeld)

Op basis van figuur 18 is de elektrische warmtepomp de meest gunstige variant, gebaseerd op de huidige puntentelling.

We kiezen op dit moment niet voor een voorkeurstechiek.

De beoordeling in het voorbeeld is zonder criteria te voorzien van een waardering. Is bijvoorbeeld de “sociale haalbaarheid” belangrijker dan “financiële haalbaarheid”?

Zodra de planning van Enexis duidelijk wordt updaten we de multi criteria analyse in §4.5 en komen dan tot een keuze voor een voorkeurstechiek.