



Buurtwarmte Achter de Kerken



Inhoudsopgave

- 1 Inleiding
- 2 Warmteoplossingen
- 3 Warmteoplossingen in beeld
- 4 Isolatieaanpassingen
- 5 Afwegingen: Eisen en Wensen
- 6 Technisch economisch
- 7 Conclusie

Bijlage(n)

- A Uitgangspunten



1 Inleiding

Nederland gaat van het aardgas af omwille van verschillende redenen:

- klimaatverandering ten gevolge van de uitstoot van fossiele brandstoffen; en in het verlengde daarvan de nationale en internationale afspraken en ambities die zijn opgesteld;
- aardbevingen in Groningen ten gevolge van de gaswinning;
- en recentere ontwikkelingen, zoals het beperken van de afhankelijkheid van landen waarvan we niet afhankelijk willen zijn, zoals aardgas uit Rusland.

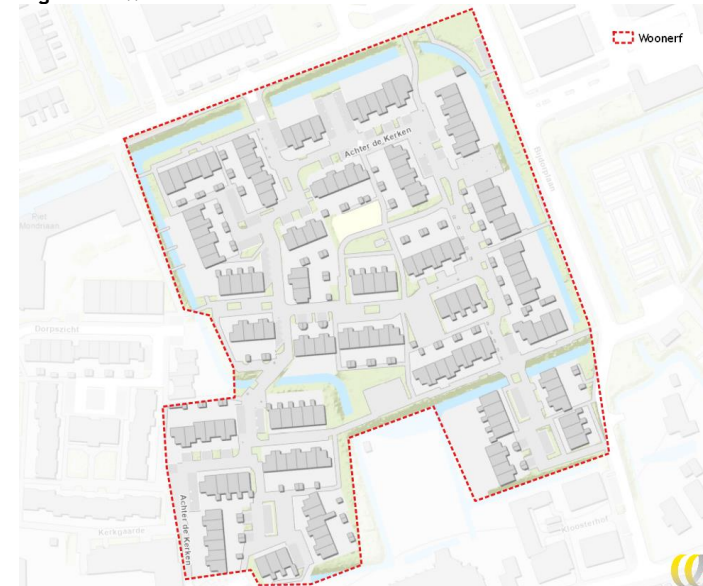
Hoe wordt het woonerf Achter de Kerken duurzaam warm zonder aardgas? Dit onderzoek beantwoordt de volgende vragen:

- Welke aardgasvrije technieken zijn mogelijk?
- Wat betekenen deze warmteoplossingen voor de bewoners, hun woningen, en hun woonerf?
- Welke afwegingen moeten gemaakt worden?

De warmtetransitie gaat namelijk gepaard met grote aanpassingen in de wijk én in de woning. Hiervoor is draagvlak nodig. Een goed begrip van de haalbaarheid, betaalbaarheid en impact van de verschillende warmteoplossingen draagt bij aan draagvlak en zorgt voor realistische en gemotiveerde keuzes bij de bewoners van de wijk. Dit onderzoek biedt die kennisbasis om te komen tot een Programma van Eisen en Wensen.

CE Delft heeft in 2020 voor de gemeente een onderzoek uitgevoerd naar de alternatieven voor aardgas in de gemeente De Ronde Venen. In 2021 heeft de gemeente op basis daarvan in de transitievisie warmte een weg geschetst naar duurzame warmte voor de gemeente. De transitievisie warmte geeft in grote lijnen duidelijkheid over de mogelijkheden voor aardgasvrij in de gemeente. Een vervolg op deze stappen is een gebiedsgerichte aanpak om gebieden en woningclusters aardgasvrij te maken. Dit onderzoek vormt de eerste stap in de gebiedsgerichte aanpak.

Figuur 1 - Woonerf Achter de Kerken



2 Warmteoplossingen

Voor woonerf Achter de Kerken zijn diverse oplossingen beschikbaar. Deze worden hieronder beschreven. Of en hoe deze ook daadwerkelijk geschikt en toepasbaar zijn, wordt in de volgende hoofdstukken uitgewerkt.

Individuele warmtepompen

Een elektrische warmtepomp haalt warmte uit de buitenlucht (luchtwarmtepomp) of de bodem (bodemwarmtepomp).

De warmtepomp gebruikt elektriciteit om deze warmte naar een hogere temperatuur te brengen (ca. 50°C). Met de opgewaardeerde warmte wordt de woning, en eventueel het tapwater, verwarmd. Doordat de warmtepomp grotendeels duurzame energie uit de omgeving (buitenlucht of bodem) gebruikt en maar een beperkte hoeveelheid elektriciteit, heeft hij een veel hoger rendement dan een gasketel.

De temperatuur van de bodem is in de winter hoger dan van de buitenlucht. Hierdoor is het rendement van de bodemwarmtepomp nog iets hoger dan van de luchtwarmtepomp. In dit rapport gaan we uit van een luchtwarmtepomp, omdat deze goedkoper is dan een bodemwarmtepomp.

Een luchtwarmtepomp bestaat uit een buitenunit, een binnenunit en eventueel een buffervat voor warm tapwater. Om de woning warm genoeg te krijgen moet de woning goed geïsoleerd zijn en moet het afgiftesysteem geschikt zijn voor laagtemperatuurverwarming. Om tapwater veilig te verwarmen zijn hogere temperaturen (> 60°C) nodig.

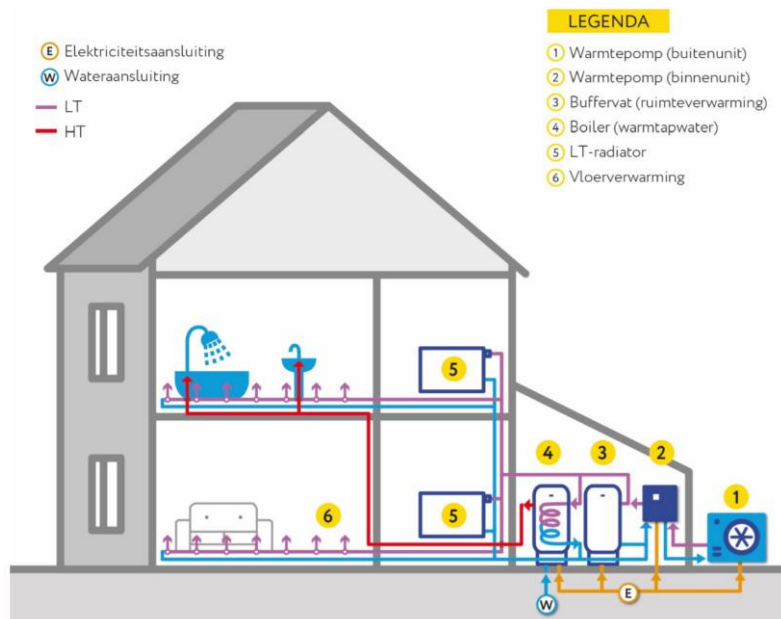
Dit gebeurt met een elektrische boiler die vaak geïntegreerd is in de warmtepomp. Bij een goedgeïsoleerde woning worden ventilatie en mogelijk ook koeling belangrijk.

Overige eigenschappen:

- mogelijkheid tot koelen;
- luchtwarmtepomp kan geluid produceren en trillingen veroorzaken;
- om een bodemwarmtepomp te installeren moet wel voldoende ruimte zijn rondom het huis voor de boring;
- mogelijk zwaardere elektriciteitsaansluiting nodig (minimaal 3x25A).



Figuur 2 - Schematische opstelling van een individuele luchtwarmtepomp



Gedeelde bodembron met individuele warmtepompen

Voor een bodemwarmtepomp wordt er een lange buis in de grond geboord om warmte uit de grond te halen, de bodembron. Bij een gedeelde bodembron krijgt elk groepje woningen (ca. zes woningen) één diepe bodemlus van ongeveer 300 meter diep. De boring wordt dan op een plek gedaan waar de overlast het minst is. Meerdere huishoudens delen in de aanlegkosten. Er is ook leidingwerk nodig tussen

woningen en bodembron: het bronnet. De woningen krijgen een individuele warmtepomp die aangesloten is op het bronnet.

Om de woning warm genoeg te krijgen moet de woning goed geïsoleerd zijn en moet het afgiftesysteem geschikt zijn voor laagtemperatuurverwarming. Om tapwater veilig te verwarmen zijn hogere temperaturen ($> 60^{\circ}\text{C}$) nodig. Dit gebeurt met een elektrische boiler die vaak geïntegreerd is in de warmtepomp. Bij een goed geïsoleerde woning worden ventilatie (alsnog niet aanwezig) en mogelijk ook koeling belangrijk. Bij een bodemwarmtepomp is koeling noodzakelijk om de bodem te balanceren. Tijdens de winter koelt de bodem af omdat je bodemwarmte benut voor woningverwarming. Tijdens de zomer warm je de bodem terug op met de warmte die je uit de woning onttrekt.

Overige eigenschappen:

- mogelijkheid tot koelen;
- mogelijk zwaardere elektriciteitsaansluiting nodig (minimaal 3x25A).

Kleinschalig warmtenet op lage temperatuur ($30\text{--}55^{\circ}\text{C}$)

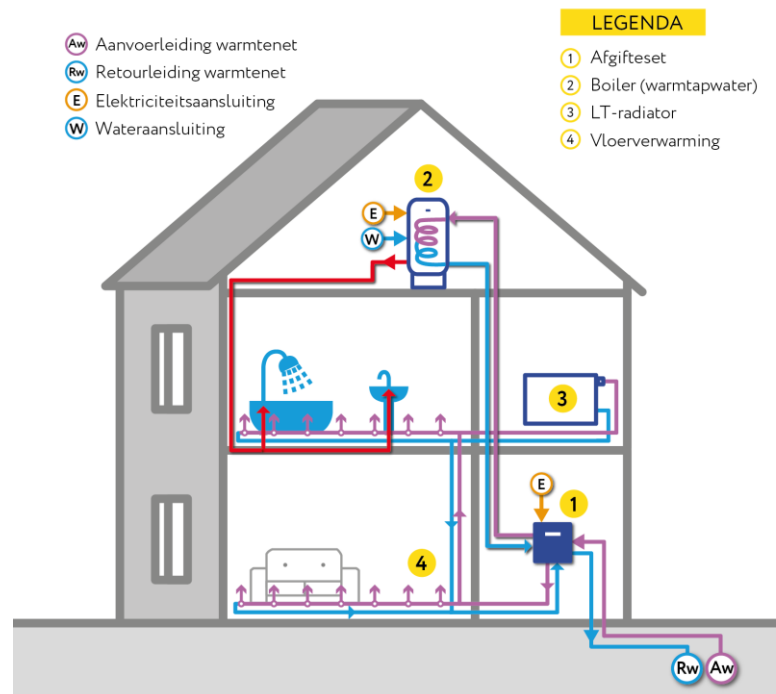
Een laagtemperatuurwarmtenet (LT-warmtenet) levert warmte voor ruimteverwarming. Eén of meerdere collectieve bronnen verwarmen water dat via een buizensysteem naar de woning wordt vervoerd. In de woning is een afgifteset waar de

aanvoer- en afvoerbuis van het warmtenet op worden aangesloten. De afgifteset wordt gekoppeld aan het interne warmteafgiftesysteem waarmee de woning verwarmd wordt.

LT-warmtenetten kunnen met verschillende bronnen worden gevoed. Voorbeelden zijn warmte die vrijkomt bij koelprocessen (bijvoorbeeld supermarkten), luchtwarmte of aquathermie. Deze warmte kan via een warmte-koudeopslag en een centrale warmtepomp op de geschikte temperaturen gebracht worden. De bronnen hebben een temperatuurniveau van ca. 30 tot 55°C en de distributie in het warmtenet vindt eveneens plaats binnen deze temperatuurrange.

Om de woning warm genoeg te krijgen moet de woning goed geïsoleerd zijn en moet het afgiftesysteem geschikt zijn voor laagtemperatuurverwarming. Om tapwater veilig te verwarmen zijn hogere temperaturen (> 60°C) nodig. Dit gebeurt met een individuele systeem, zoals een elektrische boiler of boosterwarmtepomp. Bij een goed geïsoleerde woning worden ventilatie (als nog niet aanwezig) en mogelijk ook koeling belangrijk.

Figuur 3 - Schematische opstelling van een aansluiting op een laagtemperatuurwarmtenet



Warmtenet op middentemperatuur (55-70 °C)

Een middentemperatuurwarmtenet (MT-warmtenet) levert warmte voor ruimteverwarming en tapwater. Een collectieve bron verwarmt water dat via een buizensysteem naar de woning wordt vervoerd. In de woning is enkel een afgifteset nodig waar de aanvoer- en afvoerbuis van het warmtenet op worden aangesloten. De afgifteset wordt gekoppeld aan het interne warmteafgiftesysteem, waarmee de woning verwarmd wordt en het warm tapwater op de juiste locaties wordt gebracht.

Het warmtenet kan gevoed worden door een bron op middentemperatuur (bijvoorbeeld geothermie) of door een lagetemperatuurbron. Bij een lagetemperatuurbron wordt de warmte voor distributie door middel van een centrale warmtepomp opgewerkt naar een temperatuurniveau van 55-70 °C.

Biomassa-, waterstof- en groengasoplossingen

Verwarmen met hernieuwbaar gas (groengas of waterstof) kan met een hybride warmtepomp of een hr-ketel. Het aardgasnet blijft hierbij (grotendeels) in gebruik. Aanpassingen aan de woning zijn (bijna) niet nodig. Waterstof en groengas zijn voorlopig (in ieder geval tot 2030) zeker niet beschikbaar voor woningen. Ook na 2030 zal de beschikbaarheid van deze gassen voor woningen beperkt zijn en alleen worden ingezet als andere warmteoplossingen niet haalbaar zijn. De kosten van waterstof zijn vier keer hoger dan aardgas (42 €/GJ vergeleken met 10,5 €/GJ aardgas in 2030).

Een cv-ketel op vaste biomassa, ook wel genoemd een pellet cv-ketel, verbrandt vaste biomassapellets (meestal houtpellets) met een hoog rendement. Bij de verbranding komen emissies vrij, waaronder fijnstof, roet en giftige stoffen, wat een negatieve impact heeft op de luchtkwaliteit en gezondheid. Er speelt een maatschappelijke discussie over de wenselijkheid van deze techniek omwille van de gezondheidseffecten.



3 Warmteoplossingen in beeld

Installatie warmtepomp in de woning

Een warmtepomp is een machine, ongeveer even groot als een koelkast, die in plaats van een gasketel de woning verwarmt.

Figuur 4 - Warmtepomp (rechts) wordt geplaatst ter vervanging van de gasketel (links)



Bron: (Milieu Centraal, lopend-b).

Een warmtepomp gebruikt omgevingswarmte. Hiervoor heeft een warmtepomp een buiten-unit, een bodemlus of pvt-panels. Een buitenunit is eenvoudig te plaatsen, maar neemt ruimte in de tuin in en sommige bewoners ondervinden over-

last van het geluid dat de buitenunit produceert. Een bodemlus zorgt bij de aanleg voor overlast door een grote boormachine, als eenmaal de boring voltooid is zie en hoor je er vervolgens niets meer van. Pvt-panels produceren zoals gewone pv-panelen ook elektriciteit, daarnaast produceren ze ook laagtemperatuurwarmte. De dakoppervlakte van de woningen is echter beperkt en technisch niet overal geschikt. Een warmtepomp met pvt-panelen of met een bodembron maakt geen geluid en heeft een hoger rendement dan de luchtwarmtepomp. Een luchtwarmtepomp is echter financieel aantrekkelijker.

Figuur 5 - Buitenunit warmtepomp



Bron: (Milieu Centraal, lopend-a).

Figuur 6 - Plaatsen van de bodemlus



Bron: (Installatie.nl, 2018).

Figuur 7 - Plaatsen pvt-installatie

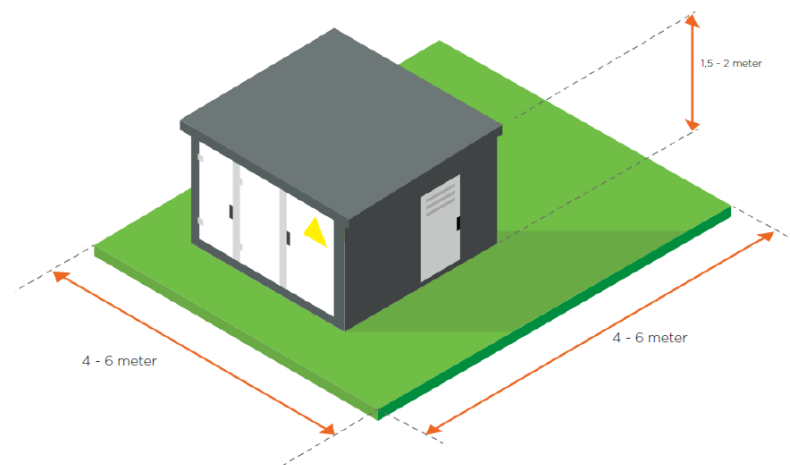


Bron: (Michiel, 2020).

Warmtepompen in de buurt

Warmtepompen gebruiken elektriciteit om de woning te verwarmen. Door de toename aan elektriciteitsgebruik in een buurt, wanneer veel huishoudens een warmtepomp nemen, is verzwaring van de elektriciteitsnetinfrastructuur nodig. Netverzwaring van het elektriciteitsnet leidt tot een toename van het aantal middenspanningstations in de buurt.

Figuur 8 - Ruimtegebruik middenspanningstation



Bron: (Liander, 2020).

Aansluiting warmtenet in de woning

De ruimtelijke impact van een warmtenet in de woning is beperkt. Een warmte-unit wisselt warmte uit met het warmtenet in de straat. Leidingwerk van de straat naar de oorspronkelijke locatie van de gasketel (of een nieuw aansluitpunt van het cv-systeem en verdeelpunt van warm tapwater) is nodig.

Figuur 9 - Plaatsing van de afleverset in de woning



Bron: (HVC, 2020).

Warmtenet in de buurt

De aanleg van een warmtenet in de buurt is tijdens de aanleg ingrijpend in het straatbeeld. Heel de straat ligt open. Daarna ligt het warmtenet tot meer dan 50 jaar onaangeroerd in de grond.

Figuur 10 - Aanleg van een warmtenet in de straat



Bron: (Renda, 2021).

Er is ruimte nodig voor de warmteproductie op de warmte-winlocatie en een regelstation in de buurt van de warmte-afnemers.

Figuur 11 - Regelstation van een warmtenet met 116 appartementswoningen



Bron: (SVP, 2020).

Het produceren en uitkoppelen van de warmte vereist technische installaties zoals een wko-installatie met een drycooler of aquathermie, of bijvoorbeeld een geothermie-installatie. Deze installaties bevinden zich op de warmte-winningslocatie. De omvang is afhankelijk van het aantal aangesloten gebouwen op het warmtenet.

Figuur 12 - Wko-installatie universiteit Amsterdam



Bron: (InstallateursZaken, 2016).

Figuur 13 - Drycooler wisselt warmte met de buitenlucht ter regeneratie WKO



Bron: (Bit, 2021).

Figuur 14 - Aquathermie-uitkoppeling wisselt warmte uit met water ter regeneratie wko



Bron: (gfactueel, 2021).

Figuur 15 - Geothermie installatie (bovengronds)



Bron: (T&A-survey).

4 Isolatieaanpassingen

Dit hoofdstuk bespreekt de isolatieaanpassingen die nodig zijn in woningen bij omschakeling naar duurzame warmteoplossingen. Deze isolatieaanpassingen maken de woning geschikt voor verwarming op lagere temperaturen én het besparen van energie.

Overzicht van de isolatieaanpassingen

Voor sommige warmteoplossingen zijn isolatieverbeteringen nodig. We gaan uit van een isolatieverbetering van de woning die nodig is voor een goed functioneren van de warmteoplossing. Deze zijn weergegeven in Tabel 1.

De aangegeven aanpassingen zijn nodig volgens de technische voorschriften. Uitzonderingen hierop zijn mogelijk. Uiteindelijk bepaalt een praktijkmeting het beste of een woning comfortabel verwarmd kan worden met lage temperatuur (50°C) en midden temperatuur (70°C).

Tabel 1 - Nodige isolatie en afgiftesysteem voor de warmteoplossingen

Warmteoplossing	Isolatie en afgiftesysteem
Individuele warmtepomp	Lage temperatuur(50°C)-pakket met aanpassing afgiftesysteem.
Gedeelde bodembron met individuele warmtepomp	Lage temperatuur(50°C)-pakket met aanpassing afgiftesysteem.
Kleinschalig warmtenet op lage temperatuur	Lage temperatuur(50°C)-pakket met aanpassing afgiftesysteem.
Warmtenet op middentemperatuur	Midden temperatuur(70°C)-pakket met huidige afgiftesysteem.

Verschillende woningtypen

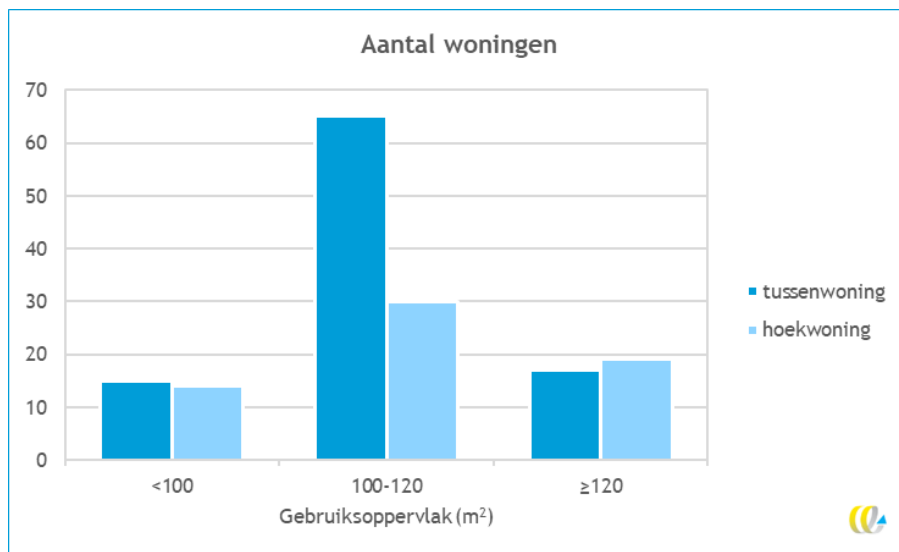
De isolatie-ingrepen die nodig zijn om de warmtevoorziening van de woning te wijzigen hangen niet alleen af van de gekozen warmteoplossing. De ingrepen hangen ook samen met het woningtypen. Achter de Kerken bestaat uit hoekwoningen en tussenwoningen met bouwjaar 1976 en 1978. De vijf meest voorkomende woningen zijn:

- kleine tussenwoning met een gebruiksoppervlak van 92 m², bouwjaar 1976 en energielabel C;
- grotere tussenwoning met een gebruiksoppervlak van 107 m², bouwjaar 1978 en energielabel C;
- kleine hoekwoning met een gebruiksoppervlak van 92 m², bouwjaar 1976 en energielabel C;
- grotere hoekwoning met een gebruiksoppervlak van 107 m², bouwjaar 1978 en energielabel C;
- grote hoekwoning met een gebruiksoppervlak van 126 m², bouwjaar 1978 en energielabel C.

Het gebruikersoppervlak van de woningen varieert, zie Figuur 16.



Figuur 16 - Aantal woningen per gebruikersoppervlak



Daarnaast komen er ook verschillende energielabels voor, zie Figuur 17. De meeste woningen hebben energielabel C.

Figuur 17 - Energielabels woningen (DEGO-viewer)



Huidige energetische kenmerken per woningtype

Aan de hand van schouwen door het Energiepaleis is gekeken naar de energetische kwaliteit van vijf woningen uit de buurt. De woningen in de buurt gebruiken een gasketel om ruimten en tapwater te verwarmen. De meeste woningen zijn matig geïsoleerd en hebben nog isolatieverbeteringen nodig om met



duurzame technieken te kunnen verwarmen. De gasverbruiken variëren sterk per woning. Gemiddeld bedroegen de jaarlijkse gasverbruiken van de corporatiewoningen 1.370-1.550 m³ gas per woning in 2021.

Figuur 18 - Foto's geschouwde woningen



Op basis van de geschouwde woningen heeft het Energiepaleis maatregelenpakketten opgesteld om met lage temperatuur en middentemperatuur te kunnen verwarmen.

Maatregelpakket LT-niveau

Het doel van het LT-niveaumaatregelpakket is om woningen te kunnen verwarmen met een lage aanvoertemperatuur ($\pm 50^\circ\text{C}$). Tabel 2 geeft de bouwkundige en installatietechnische maatregelen weer die nodig zijn om dit te bereiken¹.

Tabel 2 - Bouwkundige en installatietechnische maatregelen in het LT-niveaupakket

Bouwkundige maatregelen	
Dak	Isolatieplaten onder dakbedekking plat dak (Rc 2,0) Parels onder dakpannen hellend dak (Rc 3,0) of Isolatieplaten hellend dak vanaf buitenzijde (Rc 3,0)
Vloer	Isolatie onderzijde vloer (Rd 3,5) of Installatie drukbestendige isolatieplaat (Rc 2,0)
Gevel	Bijvullen spouwmuurisolatie (Rc 1,7) of Vervangen houten geveldelen (Rc 2,0)
Ramen en deuren	Plaatsen/vernieuwen HR++ incl. zelfregelende roosters (U 1,6) Plaatsen kanttochtprofielen deuren en ramen
Kierdichting	Inspectie en dichten bouwnaden (qv10 1)
Installatietechnische maatregelen	
Ventilatiesysteem	Installatie vraaggestuurde ventilatiebox
Afgiftesysteem	Installatie LT-convectoren (of vloerverwarming)

¹ Deze maatregelen zijn technisch en financieel de meest logische combinatie om het LT-niveau te bereiken.

Maatregelpakket MT-niveau

Het doel van het MT-niveaumaatregelpakket is om woningen te kunnen verwarmen met een middelhoge aanvoertemperatuur ($\pm 70^\circ\text{C}$).

Tabel 3 - Bouwkundige en installatietechnische maatregelen in het MT-niveaupakket

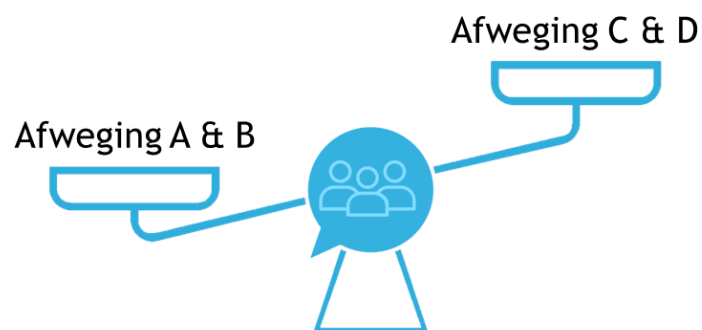
Bouwkundige maatregelen	
Dak	Geen maatregelen (Rc 1,3)
Vloer	Isolatie onderzijde vloer (Rd 3,5)
Gevel	Geen maatregelen (Rc 1,1)
Ramen en deuren	Plaatsen HR++ incl. zelfregelende roosters (U 1,6) Plaatsen tochtrubbers deuren en ramen
Kierdichting	Geen maatregelen (qv10 2)
Installatietechnische maatregelen	
Ventilatiesysteem	Geen maatregelen (mechanische ventilatie)
Afgiftesysteem	Geen maatregelen (radiatoren)



5 Afwegingen: Eisen en Wensen

De bereidheid van woningeigenaren speelt een belangrijke rol in transitie naar aardgasvrij. Om een goed overwogen keuze te maken is inzicht in verschillende aspecten van de warmteoplossingen belangrijk. Dit hoofdstuk geeft de afwegingen weer welke van belang zijn om een weloverwogen programma van eisen en wensen op te stellen. Op basis van deze afwegingen kunnen realistische en gemotiveerde keuzes bij de bewoners van de wijk genomen worden.

Figuur 19 - Programma eisen en wensen: Welke afwegingen zijn belangrijkst?



We geven een kwalitatieve beschouwing en scoring van de warmteoplossingen op tal van criteria. De scores zijn kwalitatief, waarbij ++ het beste is en -- het slechtste.

Eerst geven we een overzicht en scoring van alle criteria. Vervolgens geven we per criterium uitleg over de scoring.

Overzicht afwegingen en scoring

Tabel 4 - Overzicht en scoring van de afwegingen

Criteria	Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
Energiekosten bewoners	++	++	+/-	+/-
Investeringskosten woningeigenaren	-	--	--	+
Duurzaamheid	++	++	++	++
Beschikbaarheid energiedrager/warmtebron	+	+	+	+
Netcongestie	++	++	-	-
Fasering warmteoplossing	++	+/-	--	--
Betrouwbaarheid techniek	+	+	++	++
Energetische kwaliteitsverbetering	++	++	++	+
Comfortverbetering en gezonder leefklimaat	++	++	++	+/-
Mogelijk ongemak bij woningaanpassingen	-	-	+/-	+
Overlast in de buurt bij aanleg	+	+/-	-	-
Ruimtelijke en esthetische impact op de woning	--	-	+	++
Waardevermeerdering van de woning	++	++	++	+/-
Mogelijke geluidsoverlast door de warmtetechniek	--	+/-	+	++

Criteria	Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
Mogelijkheden koeling	+	++	-	--
Gevoel keuzevrijheid	++	+	+/-	-
Complexiteit en frequentie onderhoud	+/-	+/-	+	+
Koppelkansen	+/-	+/-	+	+

Energiekosten bewoners en huurders

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
++	++	+/-	+/-

Uitleg: De energiekosten van individuele warmtepomp en warmtepompen met gedeelde bodembron zijn laag door de hoge efficiëntie warmtelevering. Warmtelevering via een warmtenet is over het algemeen kostbaarder, omdat er meer warmteverlies optreedt en ook een vastrecht tarief voor de warmtedistributie betaald wordt.

Investeringskosten woningeigenaren en woningcorporatie

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
-	--	--	+

Uitleg: Alle warmteoplossingen zorgen voor investeringskosten. Voor alle woningtypen blijkt dat het MT-warmtenet lagere investeringskosten heeft dan de laagtemperatuur-

oplossingen. De belangrijkste reden hiervoor zijn de hoge investeringskosten die gepaard gaan met het isoleren van de woning, het aanleggen van ventilatie en het plaatsen van een warmtepomp. Ingrepen die bij het MT-warmtenet niet nodig zijn. Warmtepompen met een gedeelde bodembron zijn vaak duurder dan individuele warmtepompen. Een LT-warmtenet vraagt een bijdrage aan de aansluitkosten van het warmtenet en verbeterde isolatie en is daarom vaak een kapitaalintensive warmteoplossing.

Duurzaamheid

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
++	++	++	++

Uitleg: Zowel een warmtenet als warmtepomp zijn veel duurzamer dan verwarmen met aardgas. De CO₂-emissies verschillen niet zo sterk tussen de verschillende warmteoplossingen. Naarmate de elektriciteitsmix en piekvoorziening verder verduurzaamt worden de warmteoplossingen volledig duurzaam en aardgasvrij.

Beschikbaarheid van de energiedrager/warmtebron

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
+	+	+	+



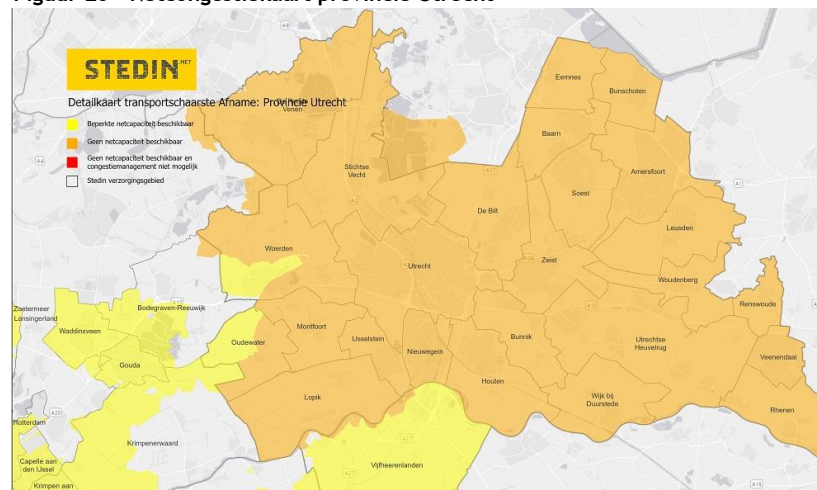
Uitleg: Voor een warmtepomp heb je een aansluiting nodig op het elektriciteitsnet. De elektriciteit die je gebruikt kan overal in Nederland geproduceerd worden. Bij aansluiten op een warmtenet is de aanleg van een warmte-infrastructuur nodig en een lokale warmtebron. De beschikbaarheid van warmtebronnen wordt uitvoerig bekeken in het volgende hoofdstuk.

Netcongestie

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
++	++	-	-

Uitleg: In de gemeente Ronde Venen is er netcongestie afgekondigd door de Netbeheerder Stedin. Dat betekent dat er geen netcapaciteit meer beschikbaar is voor grootverbruikers. Kleinverbruikers hebben recht op een uitbreiding van de netcapaciteit van de elektriciteitsaansluiting. Grootverbruikers daarentegen komen momenteel terecht op een wachtlijst wanneer zij netcapaciteit aanvragen. De beschikbaarheid van netcapaciteit voor collectieve warmtevoorziening met een warmtepomp is daarom de komende jaren erg onzeker. Structurele verbetering van de capaciteit van de elektriciteitslevering wordt in 2029 verwacht.

Figuur 20 - Netcongestiekaart provincie Utrecht



Bron: (STEDIN, 2022).

Fasering van de warmteoplossing

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
++	+/-	--	--

Uitleg: De individuele warmtepomp kan op een, voor de woning, natuurlijk moment gerealiseerd worden. Bijvoorbeeld wanneer de gasketel aan vervanging toe is, of bij een grondig renovatiemoment. Bij de gedeelde bodembron wordt een groep van ongeveer vijf woningen tegelijk aangesloten. Bij de warmtenetten gaat het hele woonerf, en eventueel woningen daarbuiten, tegelijk over. Dan is het veel moeilijker om



rekening te houden met individuele natuurlijke overgangsmomenten.

Betrouwbaarheid van de techniek

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
+	+	++	++

Uitleg: Alle technieken zijn betrouwbaar en worden reeds toegepast. Bij individuele warmtepompen en een gedeelde bodembron zijn de woningeigenaren zelf verantwoordelijk voor het goed functioneren van de warmtetechniek. Bij een LT-warmtenet en MT-warmtenet ligt de verantwoordelijkheid bij de warmteleverancier. Er zijn wettelijke verplichtingen inzake leveringszekerheid en betrouwbaarheid waaraan de warmteleverancier moet voldoen. Consumenten hebben recht op een compensatie als de warmteleverancier tekortschiet.

Energetische kwaliteitsverbetering van de woning

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
++	++	++	+

Uitleg: Voor sommige warmteoplossingen zijn isolatieverbeteringen nodig. We gaan uit van energetische kwaliteit van de woning die nodig is voor een goed functioneren van de warmteoplossing. Het beperken van de warmtevraag door

middel van isolatie draagt bij aanzienlijk bij aan het verlagen van het energieverbruik, de energiekosten en de CO₂-uitstoot. De lage temperatuuroplossingen sluiten aan bij het temperatuurniveau van de standaard- en streefwaarden (verwarmen met 50 °C), die vanaf 2050 mogelijk een verplichting gaan vormen voor woningeigenaren.

Comfortverbetering en gezonder leefklimaat

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
++	++	++	+/-

Uitleg: Isolatie en ventilatie verminderen niet enkel de energievraag, maar verbeteren ook de comfortbeleving in de woning en maken het binnenhuisklimaat in de woning gezonder. Isolatie zorgt voor een egale warme woning zonder tocht of koude plekken. Ventilatie zorgt voor luchtverversing en afvoer van ongezonde vervuilde binnenlucht.

Mogelijk ongemak bij woningaanpassingen

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
-	-	+/-	+

Uitleg: Een afleverset plaatsen is relatief eenvoudig. De woningaanpassingen voor lagetemperatuuroplossingen geven meer ongemak. De bewoner moet meerdere dagen tijd



vrij maken voor isoleren en plaatsen van installatie en ventilatie. Ook moet er ruimte worden vrijgemaakt voor het plaatsen van de warmtepomp en kan er geluidsoverlast zijn.

Overlast in de buurt bij aanleg

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
+	+/-	-	-

Uitleg: De transitie naar aardgasvrij gaat gepaard met infrastructuurwerken, zie Hoofdstuk 2. Een bodembron vereist een boring met een boormachine en de aanleg van gedeeld leidingwerk. Bij de omschakeling naar warmtepompen moet het elektriciteitsnet verzaard worden, en bij een warmtenet moet de straat open voor de aanleg van warmteleidingen. Daarnaast zijn ook extra elektriciteitshuisjes, warmteproductiegebouwen of regelstations nodig.

Ruimtelijke en esthetische impact op de woning

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
--	-	+	++

Uitleg: Een afleverset van een warmtenet neemt weinig ruimte in en kan makkelijk worden weggewerkt. Warmtepompen nemen meer ruimte in. Een luchtwarmtepomp heeft een zichtbaar buitendeel. Een nieuw ventilatiesysteem heeft

grote impact op ruimtegebruik en de esthetiek (bijvoorbeeld sparingen, koven, verlaagd plafond). Inpandige leidingen van en naar de warmtepomp of afleverset zijn bij alle warmteoplossingen nodig. De ruimtelijke beschikbaarheid dient verder onderzocht te worden in de woningen.

Waardevermeerdering van de woning

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
++	++	++	+/-

Uitleg: Uit het onderzoek blijkt dat een beter energielabel leidt tot een gemiddeld 2% hogere verkoopprijs (Calcasa, 2018). Des te beter het energielabel, des te hoger het verschil in verkoopprijs. Recente cijfers in Figuur 21 laten zelfs nog een grotere verhoging zien.



Figuur 21 - Duurzamer huis is fors meer waard

Verhoging verkoopprijs bij hoger energielabel

van oud label	A+/+//+//+	A	B	C	D	E	F	naar nieuw label
A	2,9%							
B	7,1%	3,9%						
C	10,3%	7,1%	3,0%					
D	14,2%	10,8%	6,5%	3,5%				
E	*	14,5%	10,0%	6,8%	3,2%			
F	*	*	12,6%	9,3%	5,7%	2,3%		
G	*	*	*	11,6%	7,8%	4,4%	2,1%	

Bron: (NOS, 2022).

Mogelijke geluidsoverlast door de warmtetechniek

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
--	+/-	+	++

Uitleg: De buitenunit van de luchtwarmtepomp produceert het meeste geluid. Wel gelden hiervoor steeds strengere normen, de buitenunits worden dus steeds stiller. De warmtepompen zelf in de woning maken ook wat geluid. Deze dienen in een goed afsluitbare ruimte te worden geplaatst die niet grenst aan woon- of slaapkamer.

Een warmtenet brengt nagenoeg geen geluidsoverlast met zich mee.

Mogelijkheden voor koeling

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
+	+	-	--

Uitleg: De warmtepomp met gedeelde bodembron voorziet ook in koeling en kan efficiënt passief koelen met koude uit de bodem. De luchtwarmtepomp kan ook koelen, de installatie dient hiervoor bij aankoop ingesteld te worden. De meeste LT- en MT-warmtenetten voorzien niet standaard in koeling. Een afzonderlijk koudenetwerk dient aangelegd te worden om te koelen met een MT-warmtenet. Bij LT-netten zijn er verschillende configuraties mogelijk. LT-netten die ook kunnen koelen zijn complexer en leiden tot lagere verwarmingstemperaturen.

Gevoel van (keuze)vrijheid en zelfstandigheid

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
++	+	+/-	-

Uitleg: Een warmtepomp is een eigen investering van de woningeigenaar. Een eigenaar met een warmtepomp is afhankelijk van de tarieven van de elektriciteitsleveranciers.



Bij een warmtenet zijn de klanten afhankelijk van de warmteleverancier, vaak is er maar één warmteleverancier. Met een warmteleverancier worden prijs- en afnameafspraken gemaakt. Bovendien is er een wettelijk kader dat klanten van een warmtenet beschermt. Momenteel betalen warmteafnemers niet meer dan anders dan verwarming met een gasketel.

Uitleg: Wanneer de wijk in één stap een overgang maakt en op de schop gaat, zoals het geval is bij warmtenetten, moet de straat open. Koppelkansen zijn niet mogelijk met andere infrastructuurwerken omdat er geen werkzaamheden gepland zijn de komende tijd. Bij de heraanleg zijn er eventueel kansen om de woonomgeving te vernieuwen.

Complexiteit/frequentie van beheer en onderhoud

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
+/-	+/-	+	+

Uitleg: Warmtepompen vergen net zoals een gasketel jaarlijks onderhoud. Het onderhoud van de warmtenetten wordt door de warmtenetbeheerder uitgevoerd. Ook het onderhoud van de afleverset in de woning.

Koppelkansen

Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
+/-	+/-	+	+



6 Technisch economisch

Beschikbaarheid warmtebronnen

Warmtebronnen

Rondom het woonerf is warmte beschikbaar op (zeer) lage temperatuur (ca. 10-30°C), een warmtepomp en elektriciteit kan deze warmte opwaarderen tot bruikbare temperaturen.

- **Restwarmte op lage temperatuur:** Supermarkt in het zuidwesten genereert ca. 1,8 TJ restwarmte (warmtevraag van het woonerf bedraagt ca. 5 TJ/jaar). Restwarmte uit de bedrijventerreinen aan Bovenkamp en Hollandse Kade zijn (nog) niet in kaart gebracht. (www.warmteatlas.nl)
- **Luchtwarmte:** Luchtwarmte is onbeperkt en overal beschikbaar. Drycoolers, grote warmtewisselaars met de omgevingslucht, zijn in staat om tijdens de zomer een warmte-koude opslag met warmte te vullen. Luchtwarmtepompen halen rechtstreeks (zonder opslag) warmte uit de lucht.
- **Aquathermie:** Warmte uit de Angstel (< 200 m ver) biedt minimaal 18 TJ/jaar warmtepotentie. Het Abcoudemeer heeft een grotere potentie minimaal 136 TJ/jaar maar ligt op een verdere afstand (> 500 m ver). (www.aquathermieviewer.nl)

De beschikbaarheid van warmte op middentemperatuur (ca. 70°C) is nog onzeker, deze warmte is rechtstreeks bruikbaar.

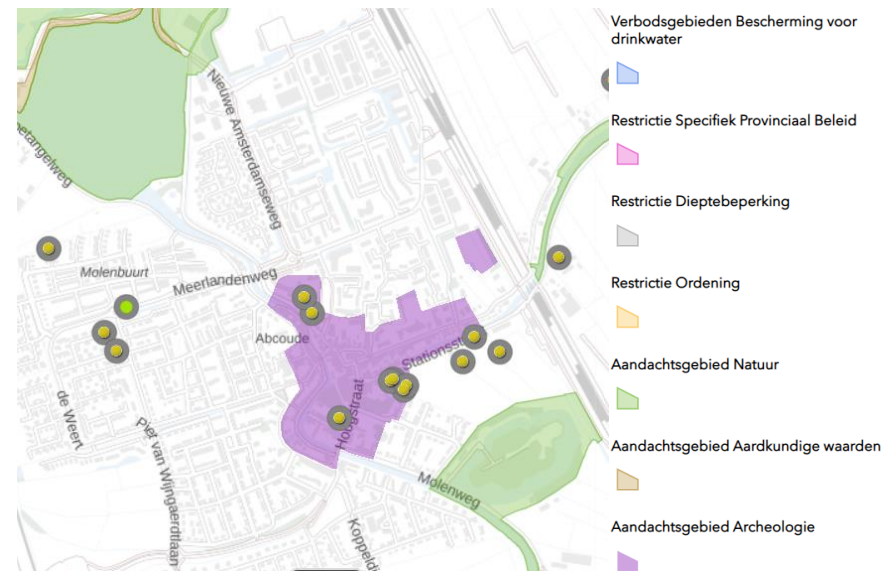
- **Geothermie:** De ondergrond in de Abcoude is nog onvoldoende in kaart gebracht om erg betrouwbare

uitspraken te maken over de geothermiepotentie. De eerste indicaties geven een beperkte potentie (4,4 MW_{P50}) van geothermie weer. (www.thermogis.nl)

Geschiktheid armtekoudeopslag (wko)

- Er zijn geen verbods-, restrictie of aandachtsgebieden (www.wkotool.nl). Wko-opslagsystemen kunnen uitgevoerd worden.

Figuur 22 - Mogelijke gebieden wko (gele bolletjes zijn bestaande bodemopslagsystemen)



Bron: www.wkotool.nl

Kosten eigenaar-bewoners, huurders en woningcorporatie

De kosten voor gebouweigenaren en bewoners bestaan uit investeringen en jaarlijkse kosten van de energierekening en onderhoud. De investeringskosten bestaan onder andere uit de aanschaf van installaties en isolatie en zijn eenmalig.

De energiekosten en onderhoudskosten zijn doorlopende kosten. Daarnaast zijn er ook subsidies en belastingen die met de andere kosten verrekend worden.

De kosten voor de transitie naar aardgasvrij verwarmen verschillen per woning. Dit heeft meerdere redenen.

Twee woningen die bij de bouw gelijk waren, zullen nu van elkaar verschillen door tussentijdse verbouwingen en isolatie-ingrepen. Ook verschilt het energiegebruik van huishoudens sterk, omdat ze anders verwarmen en andere elektrische apparatuur hebben. Ook zullen de offertes verschillen die aannemers afgeven voor de verduurzaming en kunnen de kosten van maatregelen lager zijn wanneer zij deel uitmaken van onderhoudswerkzaamheden. Richting de toekomst worden de kosten ook onzekerder. De energieprijzen kunnen stijgen of dalen. Ook zorgt de krapte op de arbeidsmarkt er mogelijk voor dat kosten stijgen. Tegelijkertijd zorgt innovatie voor goedkopere technieken. De kosten die we hieronder presenteren, zijn daarom indicatief. We presenteren kosten voor twee woningtypen: een kleine tussenwoning (92 m² gebruiksoppervlak) en een grote hoekwoning (124 m² gebruiksoppervlak). De kostenniveaus van de andere woningtypen liggen ertussenin.

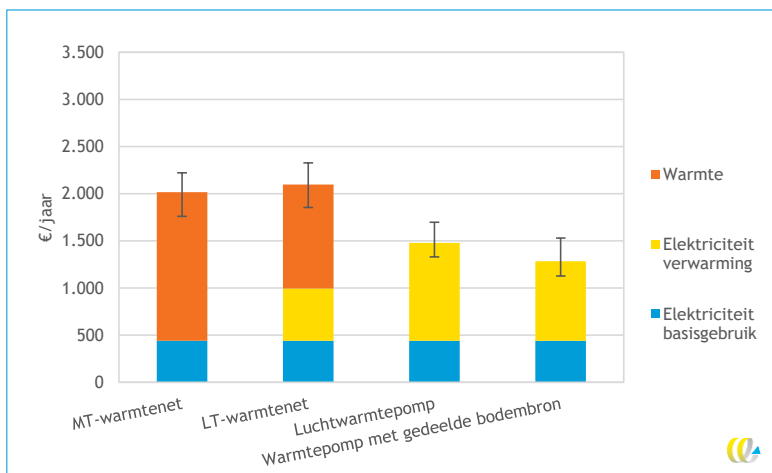
Energiekosten huurders en eigenaar-bewoners

De jaarlijkse energiekosten van de verschillende duurzame alternatieven zijn weergegeven in Figuur 23 en Figuur 24. De energiekosten van individuele warmtepomp en warmtepompen met gedeelde bodembron zijn lager door de hoge efficiëntie van de warmtelevering. De warmteoplossingen met strenge isolatie leiden bovendien tot een lagere warmtevraag. Warmtelevering via een warmtenet is over het algemeen kostbaarder, omdat er meer warmteverlies optreedt en ook een vastrechttarief voor de warmtedistributie betaald wordt.

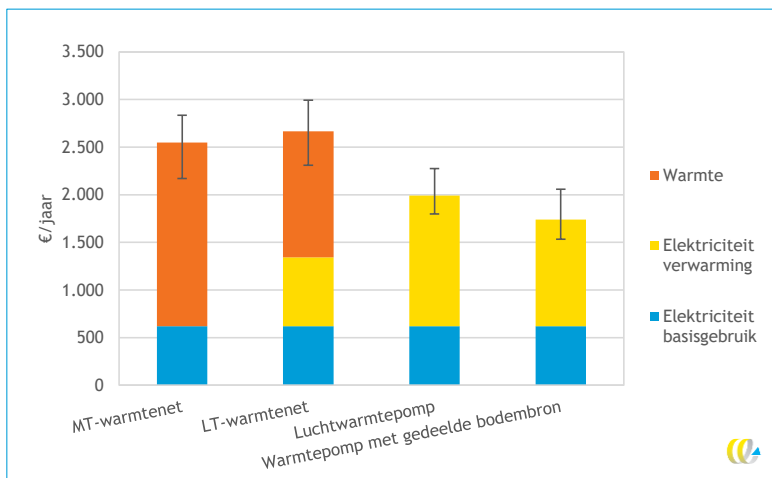
De uiteindelijke tarieven voor de warmtevoorziening zijn erg onzeker en afhankelijk van de technisch-economische uitwerking van het warmtenet en het aanbod van het warmtebedrijf dat daar uit volgt. De uitgangspunten en aannames voor energietarieven in dit onderzoek zijn gemiddelde waarden weergegeven in de bijlage. Deze zijn gebaseerd op tarieven van commerciële partijen. Coöperatieve organisatie met lagere rentevoeten kan mogelijk leiden tot lagere tarieven.



Figuur 23 - Jaarlijkse energiekosten van een kleine tussenwoning



Figuur 24 - Jaarlijkse energiekosten van een grote hoekwoning



Investeringskosten woningeigenaren en woningcorporatie

De investeringen bij de omschakeling naar duurzame warmteoplossingen worden hieronder weergegeven in Tabel 5 en Tabel 6. De investeringsposten zijn weergegeven per onderdeel, omdat sommige maatregelen in sommige woningen reeds uitgevoerd zijn. Afhankelijk van de reeds uitgevoerde maatregelen in een woning, kan gekeken worden naar de verbeteringen en maatregelen die nog nodig zijn om de woning te verbeteren, en kan een inschatting gemaakt worden van de totale investeringskosten.

Voor alle woningtypen blijkt dat het MT-warmtenet lagere investeringskosten heeft dan de andere lagetemperatuuroplossingen. De belangrijkste reden hiervoor zijn de hoge investeringskosten die gepaard gaan met het isoleren van de woning naar lage temperatuur verwarmingsniveaus, het aanleggen van ventilatie en het plaatsen van een warmtepomp. Ingrepen die bij het MT-warmtenet niet nodig zijn. Warmtepompen met een gedeelde bodembron zijn vaak duurder dan individuele warmtepompen. Een LT-warmtenet vraagt investeringskosten in een warmtenet en verbeterde isolatie en is daarom vaak een kapitaalintensieve warmteoplossing.



Tabel 5 - Indicatie van de investeringskosten van een kleine tussenwoning

Investerings (€)	MT-warmtenet	LT-warmtenet	Lucht-warmte-pomp	Warmte-pomp met gedeelde bodembron
Isolatie				
Dak	0		6.230-7.610	
Vloer	2.710-3.310		3.150-3.850	
Gevel	0		2.100-2.560	
Ramen en deuren	2.930-3.590		3.880-4.740	
Kierdichting	880-1.070		2.090-2.550	
Verwarmingsinstallatie (warmtepomp)	0		11.310-13.540	18.280-22.350
Bijdrage aansluitkosten warmtenet (BAK)	8.600-10.520		0	
Enmalige woningaanpassingen				
Verwijderen cv-ketel en rookgaskanaal		1.120-1.370		
Inpandig leidingwerk	4.210-5.150		0	
Secundaire systemen				
Afgifte (LT convectoren)	0		4.180-5.110	
Elektrisch koken		1.000-1.220		
Ventilatie (mechanisch)	0		2.890-3.530	
Warmtepomp voor warm tapwater	0	1.580-1.930	0	
Koeling (airco)	0	2.110-2.570	0 (warmtepomp)	

Tabel 6 - Indicatie van de investeringskosten van een grote hoekwoning

Investerings (€)	MT-warmtenet	LT-warmtenet	Lucht-warmte-pomp	Warmte-pomp met gedeelde bodembron
Isolatie				
Dak	0		8.340-10.200	
Vloer	3.290-4.020		4.000-4.880	
Gevel	0		4.650-5.680	
Ramen en deuren	3.680-4.490		5.400-6.600	
Kierdichting	1.090-1.350		2.860-3.490	
Verwarmingsinstallatie	0		11.080-13.540	18.280-22.350
Bijdrage aansluitkosten warmtenet (BAK)	8.600 - 10.520		0	
Enmalige woningaanpassingen				
Verwijderen cv-ketel en rookgaskanaal		1.120-1.370		
Inpandig leidingwerk	4.210-5.150		0	
Secundaire systemen				
Afgifte (LT convectoren)	0		5.720-6.990	
Elektrisch koken		1.000-1.220		
Ventilatie (mechanisch)	0		2.890-3.530	
Warmtepomp voor warm tapwater	0	1.580-1.930	0	
Koeling (airco)	0	2.110-2.570	0 (warmtepomp)	



Er zijn subsidies beschikbaar die een deel van de kosten vergoeden. De ISDE-subsidie vergoedt ongeveer 30% van de isolatiekosten en een deel van de aanschafkosten voor een warmtepomp of bijdrage aansluitkosten (BAK) voor eigenaar-bewoners. De SAH-subsidies is beschikbaar voor de woningcorporatie om bij te dragen in de verduurzamingskosten van de verhuurders. Naast deze landelijke subsidies zijn er nog andere ondersteuningsmechanismen zoals bijvoorbeeld voordelige financiering via een Energiebespaarlening van het Duurzaam Warmtefonds.

Tekstblok 1 - Huurverhoging ten gevolge van verduurzaming?

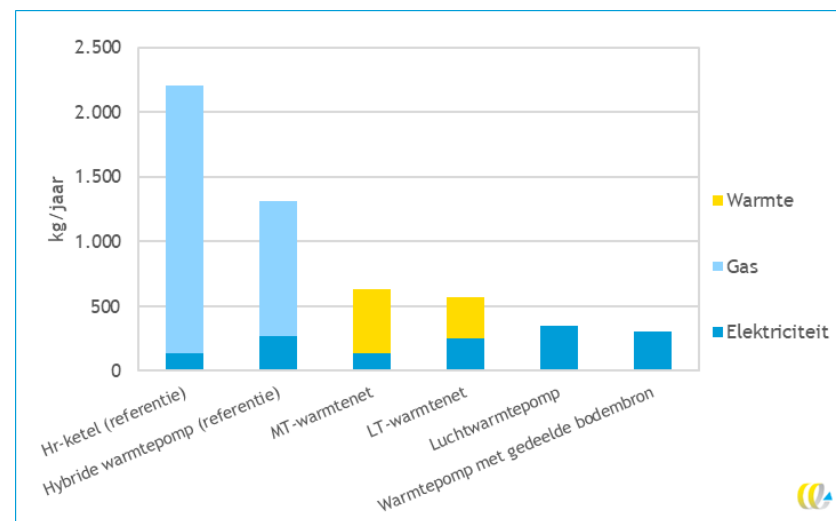
In het Sociaal Huurakkoord van 2018 spraken de Woonbond en Aedes af dat huurders een reële bijdrage aan de verduurzamingsopgaven gaan leveren. Om de betaalbaarheid te waarborgen, is de bijdrage woonlastenneutraal. Dit houdt in dat de huurverhoging ruimschoots wordt gecompenseerd door de verlaging van de energielasten. Om dit te waarborgen is een vergoedingentabel opgenomen in het Sociaal Huurakkoord. Of en hoe de huurverhoging precies in rekening wordt gebracht is afhankelijk van afspraken met de woningcorporatie. Je moet als huurder instemmen met de verbeteringen en de voorgestelde huurverhoging van de woningcorporatie.

Duurzaamheid

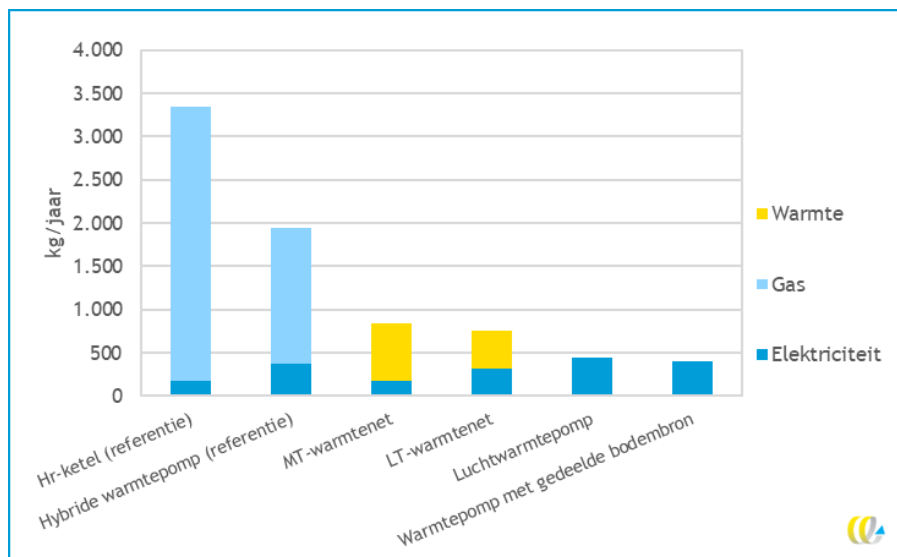
Door het gebruik van aardgas en elektriciteit komt CO₂ vrij. In het geval van aardgas komt de CO₂ rechtstreeks vrij bij verbranding. Bij elektriciteit hangt de uitstoot af van de manier waarop de elektriciteit opgewekt is. Duurzame elektriciteitsproductie levert geen CO₂-emissies op, in tegenstelling tot fossiele oorsprong. We geven een

inschatting van de CO₂-uitstoot in 2030. De CO₂-uitstoot van elektriciteitsgebruik daalt tussen nu en 2030. De komende jaren komen er namelijk steeds meer duurzame bronnen bij en verduurzaamt de elektriciteitsmix. De CO₂-emissie van aardgasverbruik blijft gelijk in de tijd. De emissies van warmtelevering berekenen we op basis van de indirecte emissies van aardgas en elektriciteit of andere die vrijkomen bij de productie en het transport van de warmtelevering. We tellen de volgende emissies in de warmteketen bij elkaar op: de emissies bij de warmtebron, de emissies van elektriciteit voor rondpompen van de warmte, en de emissies die vrijkomen bij de piekvoorziening van de warmtenetten.

Figuur 25 - Jaarlijkse CO₂-uitstoot in 2030 van een kleine tussenwoning



Figuur 26 - Jaarlijkse CO₂-uitstoot in 2030 van een grote hoekwoning



Door aansluiting op het MT-warmtenet wordt bijna de helft minder CO₂ uitgestoten dan met hr-ketel en bijna 40% minder ten opzichte van de hybride warmtepomp. Voor de andere warmteoplossingen ligt de besparing nog hoger, namelijk 70 tot 80% ten opzichte van de hr-ketel en 60 tot 70% ten opzichte van de hybride warmtepomp. De besparing zal richting 2050 verder stijgen, naarmate de elektriciteitsmix in Nederland verder wordt verduurzaamd.

7 Conclusie

Dit onderzoek geeft een overzicht van de elementen en afwegingen die spelen bij de keuze voor duurzame warmteoplossingen bij bewoners en woningeigenaren van het woonerf Achter de Kerken te Abcoude.

Ter onderbouwing van gemotiveerde en kennis gedreven keuzes geeft dit onderzoek uitleg over verschillende aspecten die komen kijken bij de overstap naar duurzame warmteoplossingen:

- werking van warmteoplossingen;
- interpretatie van de nodige isolatieaanpassingen op basis van lokale schouwen;
- de beschikbaarheid van warmtebronnen;
- een inschatting van de energiekosten voor eigenaar-bewoners en huurders en van de investeringskosten voor woningeigenaren en de woningcorporatie;
- de duurzaamheidsimpact van de warmteoplossingen;
- en aanvullende overwegingen.

Een volledig lijst van de beschouwde afwegingen inclusief scoring is weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7 - Overzicht en scoring van de afwegingen - uitgebreid

Criteria	Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
Energiekosten bewoners	++	++	+/-	+/-
Investeringskosten woning-eigenaren	-	--	--	+
Duurzaamheid	++	++	++	++
Beschikbaarheid energiedrager /warmtebron	+	+	+	+
Netcongestie	++	++	-	-
Fasering warmteoplossing	++	+/-	--	--
Betrouwbaarheid techniek	+	+	++	++
Energetische kwaliteitsverbetering	++	++	++	+
Comfortverbetering en gezonder leefklimaat	++	++	++	+/-
Mogelijk ongemak bij woningaanpassingen	-	-	+/-	+
Overlast in de buurt bij aanleg	+	+/-	-	-
Ruimtelijke en esthetische impact op de woning	--	-	+	++
Waardevermeerdering van de woning	++	++	++	+/-
Mogelijke geluidsoverlast door de warmtetechniek	--	+/-	+	++
Mogelijkheden koeling	+	++	-	--
Gevoel keuzevrijheid	++	+	+/-	-
Complexiteit en frequentie onderhoud	+/-	+/-	+	+
Koppelkansen	+/-	+/-	+	+



Een compacter overzicht van de afwegingen is weergegeven in Tabel 8. Het volgende valt op:

- De vier alternatieven scoren goed op duurzaamheid en worden in de toekomst volledig klimaatneutraal.
- Een individuele warmtepomp en MT-warmtenet scoren goed op kosten. Een warmtepomp is energiezuinig en het MT-warmtenet vraagt beperkte investeringen. (De kosten en tarieven van een warmtenet zijn echter onzeker en gebaseerd op bestaande commerciële warmtenetten. Vervolgonderzoek kan deze inschattingen verbeteren.)
- De warmteoplossing met grondige isolatie en ventilatie verbeteren de woningkwaliteit, de woningwaarde, de comfortbeleving en het gezond binnenklimaat.
- De haalbaarheid van de warmtenetten is op korte termijn onzeker door netcongestie in de regio.
- De overlast in de woning is grootst bij een warmtepomp.

Tabel 8 - Overzicht en scoring van de afwegingen - compact

Criteria	Individuele warmtepomp	Gedeelde bodembron	LT-warmtenet	MT-warmtenet
Duurzaamheid	++	++	++	++
Kosten	+	+/-	-	+
(Geluids)overlast	-	+/-	+/-	+
Comfort en gezondheid	+	+	+	+/-
Verbetering kwaliteit woning	++	++	++	+/-
Haalbaarheid	++	+	-	-
Extra voordelen	Individuele keuze, Mogelijkheden koeling	Mogelijkheden koeling, beperkte schaalgrootte	Onderhoud en leveringszekerheid verzorgd	Onderhoud en leveringszekerheid verzorgd

Volgende stappen

Dit onderzoek biedt de bewoners en woningeigenaren van het woonerf Achter de Kerken de kennis om in gesprek te gaan met elkaar en een gezamenlijk programma van Eisen en Wensen op te stellen voor de verdere uitrol van buurtwarmte Achter de Kerken.

Na het opstellen van het programma van Eisen en Wensen volgt de selectie van de voorkeurswarmteoplossing(en). De prioritering van de criteria door de bewoners en woningeigenaren van het woonerf leidt tot een voorkeur voor één of meerdere voorkeurswarmteoplossingen.



Een uitgebreider haalbaarheidsonderzoek van die voorkeurs-warmteoplossing(en) verbetert de kosteninschattingen uit dit onderzoek en specificeert de maatregelen die nodig zijn voor de woningeigenaren en de bewoners van het woonerf om hun woningen toekomstbestendig duurzaam te verwarmen. Dan kunnen uiteindelijk individueel en gezamenlijk verdere stappen gezet worden naar de realisatie.





Bijlage



A Uitgangspunten

De uitgangspunten van de financiële kostenanalyse zijn in deze bijlage weergegeven.

Tekstblok 2 - Bandbreedte ten gevolge van onzekere marktomstandigheden

Bandbreedte ten gevolge van onzekere marktomstandigheden

Door de onzekere prijzen van zowel energie als investeringen hanteren we drie scenario's: scenario Piek en Herstel, scenario Blijvend Hoog en scenario Breed Herstel maar Arbeidskrapte.

1. Piek en herstel

- Na de huidige piek in energieprijzen, inflatie en materiaalkosten, komt er een daling;
- Niet volledig terug naar het niveau van 2019;
- 'basisscenario' gezien de huidige situatie en kennis is dit een realistisch scenario.

2. Blijven hoog

- Blijvend hoge prijzen, op het niveau van de piek in 2022/2023, waarbij een daling uitblijft;
- 'pessimistisch scenario' waarin alles duur blijft.

3. Breed herstel maar arbeidskrapte

- Na de piek dalen de prijzen sterker dan in het basisscenario, maar arbeidskrapte blijft;
- 'optimistisch scenario' waarin de economie verder aantrekt.

Boven op de onzekerheidsbandbreedte die uit de scenario's volgt hanteren we een +/- 10% onzekerheidsbandbreedte om enigszins rekening te houden met de variatie tussen woningen en individuele prijsniveaus.

Tabel 9 - Rekenwaarden gasprijzen 2030, scenariowaarden midden, laag en hoog

Kostencomponent		Waarde
Groothandelsprijs	€/m ³	0,37 (0,21-0,45)
Leveranciersaandeel	€/m ³	0,10
Opslag duurzame energie	€/m ³	0,09
Energiebelasting	€/m ³	0,40
21% btw	€/m ³	0,20 (0,17-0,22)
Totaal variabel gastarief incl. btw	€/m³	1,16 (0,97-1,26)
Vastrecht	€/jaar	249,00

Tabel 10 - Rekenwaarden elektriciteitsprijzen 2030, scenariowaarden midden, laag en hoog

Kostencomponent		Waarde
Groothandelsprijs	€/kWh	0,11 (0,09-0,15)
Leveranciersaandeel	€/kWh	0,02
Opslag duurzame energie	€/kWh	0,07
Energiebelasting	€/kWh	0,09
21% btw	€/kWh	0,06 (0,06-0,07)
Totaal variabel gastarief incl. btw	€/kWh	0,35 (0,32-0,40)
Vastrecht	€/jaar	314,60

Tabel 11 - Rekenwaarden warmteprijzen 2030, scenariowaarden midden, laag en hoog

Kostencomponent		Waarde
Variabel warmtetarief incl. btw	€/GJ	36,00 (33,00-40,00)
Vastrecht warmte	€/jaar	505,43



Tabel 12 - Emissiefactoren 2030

Kostencomponent	Eenheid	Waarde
Elektriciteit (integrale methode)	kg/GJ	19,44
Aardgas (onderwaarde)	kg/GJ	56,40
MT-warmte (invulling geothermie met gasbijstook)	kg/GJ	16,67
LT-warmte (o.b.v. restwarmte/of aquathermie met gasbijstook)	kg/GJ	19,41

Tabel 13 - Rekenwaarden kostenindexatie isolatie en systemen 2030, scenariowaarden midden, laag en hoog

Kostencomponent	Eenheid	Waarde
Kostenindexatie 'laag'*	€/woning	17%
Kostenindexatie 'midden'	€/woning	12%
Kostenindexatie 'hoog'	€/woning	22%

* Indexatie in scenario laag is hoger dan in midden omdat we uitgaan van een hogere arbeidskrachte als gevolg van de economische groei.

Tabel 14 - Isolatiekosten woningen Achter de Kerken per m² gebruiksoppervlak, zonder indexatie

Kostencomponent	Eenheid	Waarde
Tussenwoning MT	€/m ²	70
Hoekwoning MT	€/m ²	66
Tussenwoning LT	€/m ²	188
Hoekwoning LT	€/m ²	199



Referenties

- Bit, 2021 *Plaatsing nieuwe drycooler voor BIT-2A* [Online] <https://www.bit.nl/news/3051/88/Plaatsing-nieuwe-drycooler-voor-BIT-2A>.
- Calcasa, 2018. *2018 Q2 WOX kwartaalbericht: beter energielabel leidt tot 2% hogere verkoopprijs woning*, Delft.
- gfactueel, 2021 *Wonder biomassa komt dure aquathermie in beeld* [Online] <https://www.gfactueel.nl/zonder-biomassa-komt-dure-aquathermie-in-beeld/>.
- HVC, 2020 *Alles over de warmte-unit* [Online] <https://www.hvcgroep.nl/ons-verhaal/tips-en-weetjes/alles-over-de-warmte-unit>.
- InstallateursZaken, 2016 *Relatief snel en accuraat een WKO-systeem berekenen* [Online] <https://installateurszaken.nl/relatief-snel-en-accuraat-wko-systeem-berekenen/>.
- Installatie.nl, 2018 *Bodemwarmtepomp dip te boven* [Online] <https://www.installatie.nl/nieuws/bodemwarmtepomp-dip-te-boven/>.
- Liander, 2020. *Ruimte voor de Energietransitie*, Arnhem: Liander NV.
- Michiel, 2020 *Op weg naar duurzaam wonen: PVT* [Online] <https://www.schok.net/category/pvt/>.
- Milieu Centraal, lopend-a. *Volledige elektrische warmtepomp*, Milieu centraal, <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/volledige-warmtepomp/> 23 juni 2022.
- Milieu Centraal, lopend-b. *Volledige warmtepomp*, <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/volledige-warmtepomp/> Maart/18/2021.
- NOS, 2022. *Prijverschil tussen huis met laag of hoog energielabel algauw halve ton*.
- Renda, 2021. *Cv-ketel eruit, warmtenet erin!*
- STEDIN, 2022 *Transportschaarste voor afname in Utrecht* [Online] <https://www.stedin.net/zakelijk/energietransitie/flexibel-energiesysteem/beschikbare-netcapaciteit/congestie-en-congestiemanagement/utrecht/transportschaarste-afname>.
- SVP, 2020. *Woningen van nieuwbouwproject Brantjesoever worden aangesloten op het warmtenet van Stadsverwarming Purmerend*.
- T&A-survey, *Geothermieproject Green Well Westland* [Online] <https://www.ta-survey.nl/page/243/NL/geothermie/projecten/green-well-westland> 26 december 2022.



Colofon

Delft, CE Delft, januari 2023

Deze publicatie is geschreven door:

Joram Dehens,
Marijke Meyer
Florian Hesselink

Publicatienummer: 23.220304.013

Oprachtgever: De Energieke Rondeveners

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

© copyright, CE Delft, Delft



CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al meer dan 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.