



Nieuwe warmteoplossingen: het perspectief vanuit de netbeheerder

Nederland wil in 2050 een samenleving met fors minder CO₂-uitstoot gerealiseerd hebben. Om dit te realiseren zullen we, onder andere, veelal moeten stoppen met het gebruik van aardgas voor het verwarmen van onze woningen. De warmte-transitie, zoals wij deze verandering met de omgang van aardgas noemen, heeft grote gevolgen. Niet alleen voor burgers, maar ook voor gemeenten, project-ontwikkelaars, installateurs en netbeheerders zoals wij. In deze brochure bespreken we de meest marktrijpe alternatieven voor aardgas, met daarbij een indicatie van de kosten en de gevolgen vanuit het perspectief van de netbeheerder.

Alliander en de warmtetransitie

Alliander staat als onafhankelijk netwerkbedrijf voor het borgen van het publieke belang bij de (her)inrichting van de energie-infrastructuur. Iedereen onder gelijke condities toegang geven tot betrouwbare, betaalbare en duurzame energie, dat is waar wij iedere dag aan werken. Vanuit dit uitgangspunt faciliteren wij de warmtetransitie, met als doel;

- de maatschappelijke kosten zo laag mogelijk te houden. Dit doen we door waar mogelijk nieuwbouw niet meer aan te sluiten op aardgas, aardgas in de gebouwde omgeving slim uit te faseren en mee te denken over de lokaal best passende nieuwe warmteoplossingen;
- ervoor te zorgen dat nieuwe energie-infrastructuren (zoals een warmtenet) open zijn. Zodat klanten kunnen kiezen uit meerdere aanbieders waarmee gelijke condities en betaalbaarheid beter geborgd zijn.

Alliander zoekt actief de samenwerking met gemeenten, woningcorporaties, burgers en andere lokale stakeholders om hen te helpen beslissingen te nemen over een nieuwe duurzame energievoorziening, die zowel in hun eigen belang als in het publieke belang zijn. Wij faciliteren door proactief vraagstukken op tafel te leggen en onze kennis over bestaande netten, over mogelijke alternatieven en de technische en financiële consequenties van die alternatieven actief te delen.

Verschillende wijken, verschillende mogelijkheden

Bij het kiezen van een nieuwe warmteoplossing dienen allerlei zaken meegenomen te worden. Bouwtype, de aanwezigheid van warmtebronnen, de ambities van de gemeente en de wensen van bewoners hebben allen invloed op de keuzes die gemaakt worden voor het meest passende alternatief. Ook dient onderscheid te worden gemaakt tussen nieuwbouw en bestaande bouw. Vooral bij bestaande bouw is de situatie gecompliceerd, aangezien er vaak hoge investeringen nodig zijn voor isolatiemaatregelen of de aanleg van een alternatief net. Met als extra complicerende factor dat eventuele noodzakelijke investeringen aan het elektriciteits- en gasnet niet meegenomen kunnen worden in de lokale business case; deze worden gesocialiseerd over alle gebruikers van het verzorgingsgebied van de netbeheerder en leiden daarmee tot extra maatschappelijke kosten.

De keuze voor en de realisatie van een nieuwe warmtevoorziening is dus altijd maatwerk, geen 'one size fits all'. Het realiseren van een nieuwe warmtevoorziening is hiermee een lokale én collectieve opgave. Daarom vinden wij dat het vormgeven van de energietransitie op lokaal niveau moet gebeuren. Wijk voor wijk moet nagedacht worden over de best passende energie-infrastructuur.

Gemeente als regisseur van de lokale transitie

Gezien de lokale én collectieve opgave ligt de regie wat ons betreft bij de instanties die het dichtst bij de burgers staan. De gemeenten dus. Om u te ondersteunen delen wij onze kennis over de verschillende oplossingen, geven wij u inzicht in de consequenties van alternatieve warmtevoorzieningen, energiebesparing, de staat van onze netten en kunnen we u helpen bij het maken van een stappenplan. Zodat plannen en planningen goed op elkaar kunnen worden afgestemd. En de besluitvorming over en realisatie van de nieuwe warmtevoorzieningen goed verloopt.

Mogelijkheden

De alternatieven voor aardgas zijn grofweg in drie categorieën in te delen: all-electric concepten, warmtenetten en duurzame gassen. In deze brochure wordt per warmteoplossing beschreven wat de warmtebron is, welke aanpassingen aan de infrastructuur nodig zijn en welke aanpassingen er nodig zijn in de woning. Tevens wordt een aantal gerelateerde relevante onderwerpen besproken, zoals isolatie, warmwater en koken zonder aardgas.

Een aantal van de alternatieven heeft grote impact op het huidige gas- en elektriciteitsnet. Het aanleggen of aanpassen van energienetten kan een lange doorlooptijd hebben. Daarom is het belangrijk dat de netbeheerder bijtijds wordt betrokken bij het proces.

Vragen?

Heeft u naar aanleiding van het lezen van de brochure vragen of heeft u behoefte aan ondersteuning bij het maken van een toekomstbestendig warmteplan voor uw gemeente? Neem dan contact op met uw relatiemanager bij Liander.

Inhoudsopgave

Nieuwe warmteoplossing

1. Elektrische warmtepomp.....	pag. 4
2. NOM (Nul-op-de-Meter)	pag. 6
3. Collectieve warmtepomp.....	pag. 8
4. Elektrische CV-ketel	pag. 10
5. Infraroodpanelen.....	pag. 12
6. Hybride warmtepomp.....	pag. 14
7. Groen gas.....	pag. 16
8. Biogas	pag. 18
9. Micro-WKK	pag. 20
10. Brandstofcel (op waterstof).....	pag. 22
11. Collectief HT(hoge-temperatuur) warmtenet	pag. 24
12. Collectief LT(lage-temperatuur) warmtenet.....	pag. 26
13. Houtpelletkachel	pag. 28

Achtergrondinformatie

14. Isolatie	pag. 30
15. Koken zonder aardgas.....	pag. 32
16. Warm tapwater voorziening.....	pag. 34
17. Ruimtelijke inpassing.....	pag. 37

Elektrische warmtepomp



Elektriciteit



Gas



Warmte

Bij all-electric concepten wordt de volledige energievraag elektrisch ingevuld. Er wordt dus geen gas meer gebruikt voor verwarming, warm tapwater en koken. De warmtevraag kan bijvoorbeeld worden ingevuld door een elektrische warmtepomp. Er zijn verschillende types warmtepompen; voor alle opties geldt dat als basis het huis goed geïsoleerd moet zijn. Door de hogere efficiëntie van de warmtepomp en eventueel door gebruik van duurzaam opgewekte elektriciteit, wordt de energievoorziening verduurzaamd.

Bron

- Elektriciteit
- Bodem, oppervlaktewater of buitenlucht

Infrastructuur

- Geen gas- of warmtenet
- Mogelijk verzaamd elektriciteitsnet

Woning

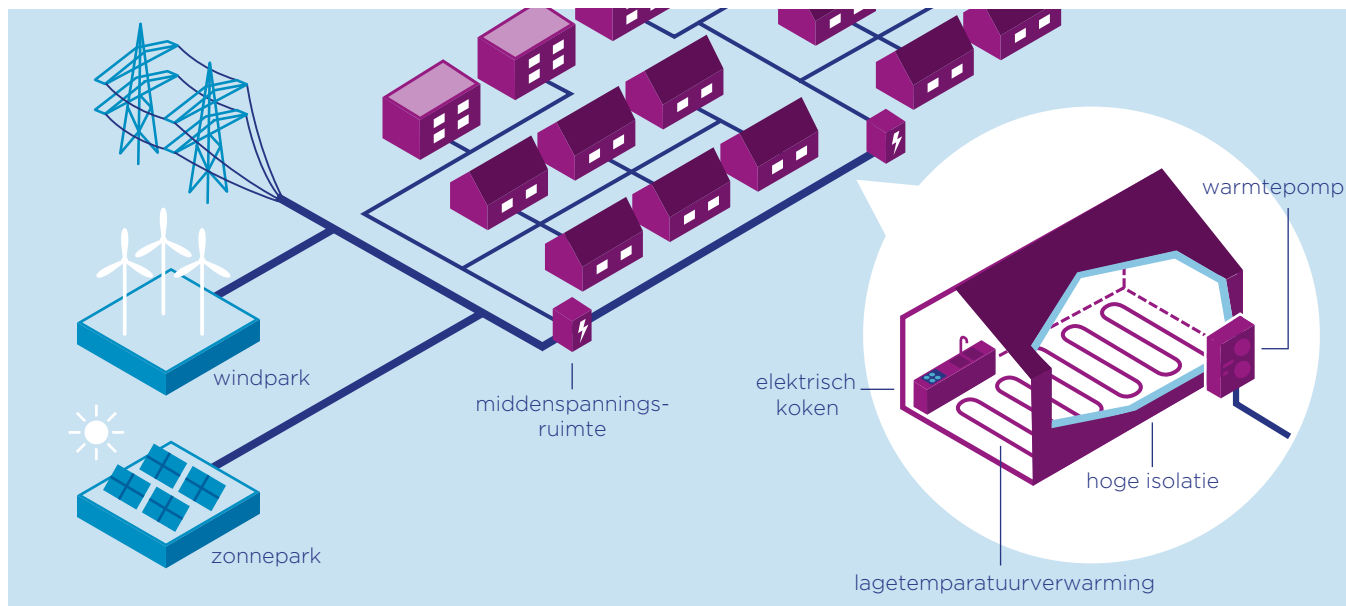
- Hoge isolatie
- Verwarming/tapwater d.m.v. warmtepomp
- Elektrisch koken
- Lage temperatuur verwarming

Wat is het?

Een warmtepomp is een milieuvriendelijke manier om een huis te verwarmen en warm water te creëren. Een warmtepomp onttrekt warmte uit de omgeving en geeft die af in de woning. De werking van een warmtepomp is vergelijkbaar met die van een koelkast. Bij een koelkast wordt de warmte die zich in de koelkast bevindt naar buiten verplaatst. Hierdoor daalt de temperatuur in de koelkast. De warmtepomp werkt volgens hetzelfde principe, maar dan omgekeerd. Een warmtepomp haalt warmte uit een omgevingsbron, zoals de buitenlucht en geeft deze warmte af aan de binnenzijde. Deze afgegeven warmte heeft een relatief lage temperatuur. Daarom moet de woning geschikt zijn voor lage temperatuur verwarming: bijvoorbeeld met een vloerverwarmingsstelsel of speciale radiatoren.

Er zijn verschillende types warmtepompen namelijk: lucht-water, lucht-lucht, bodem-water en water-water. Het verschil tussen deze warmtepompen zit in de bron waar de warmte van wordt onttrokken en het medium waaraan dit wordt afgegeven.

Warmte kan onttrokken worden uit individuele bronnen zoals de buitenlucht of uit de grond met een bodemwarmtewisselaar. Warmte kan ook onttrokken worden uit een bron-net (water-netwerk van 8-12 graden). Via een bron-net wordt er slim warmte en koude uitgewisseld met een centrale warmte-koude opslag (WKO) en andere woningen waar dat juist nodig is.



Wat zijn de effecten op de netten?

In een all-electric wijk is geen gas- of warmte-infrastructuur (meer) nodig. De gasaansluiting wordt daarom, uit het oogpunt van veiligheid, verwijderd. Aangezien alle energie, die eerder uit aardgas werd gehaald nu afkomstig is uit elektriciteit, is verzwaring van het elektriciteitsnet meestal nodig. Dit vergt vaak een hoge investering voor de netbeheerder.

De verzwaring van het elektriciteitsnetwerk kan inhouden dat er meer transformatoren, midden- en laagspanningskabels nodig zijn, ofwel een nieuw netontwerp. Gekeken naar een standaard all-electric wijk, waar het elektriciteitsnetwerk ongeveer 3-4 keer meer belast wordt, geldt: gemiddeld 2,5 keer zoveel middenspanningsruimtes, 1,5 keer zoveel middenspanningskabels en 1,3 keer zoveel laagspanningskabels als in een woonwijk waar zowel gas als elektriciteit aanwezig is. Een aanvraag voor een grote hoeveelheid verzwaarde elektriciteitsaansluitingen kan ook een grote hoeveelheid werkzaamheden in het hoofd-elektriciteitsnetwerk opleveren. Deze trajecten kennen een lange doorlooptijd. Het is daarom belangrijk om all-electric projecten ruim van te voren bekend te maken bij de netbeheerder Liander.

Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

Investeringskosten

De benodigde investeringskosten voor een all-electric concept verschillen, afhankelijk van de isolatiegraad van de woningen en het type en grootte van de warmtepomp. All electric kent in de bestaande bouw vaak hoge kosten voor het verduurzamen van de woningen. In nieuwbouw waar vaak al duurzaam gebouwd wordt, is dit eenvoudiger inpasbaar en zijn de kosten daarom lager. Daarnaast is een lage-temperatuur verwarmingssysteem nodig, zoals vloerverwarming, wandverwarming of aangepaste radiatoren.

Isolatie: de minimale isolatiegraad die nodig is voor een all-electric woning is de isolatie behorend bij energielabel B.

Afhankelijk van bouwjaar en woningtype kunnen de investeringskosten voor isolatie hoog oplopen. Voor meer informatie, zie het hoofdstuk isolatie.

Warmtepomp: Geothermische warmtepompen (grondwater en water-water) zijn het duurst, aangezien er buizen in de bodem aangelegd moet worden. Daar staat tegenover dat er een hoger rendement met de warmtepomp behaald kan worden dan met een luchtwarmtepomp. Gemiddelde kostprijs:

- Grond-water warmtepomp: € 10.000 - € 25.000
- Lucht-lucht warmtepomp € 4.000 - € 7.000
- Lucht-water warmtepomp € 5.000 - € 8.000

Overige componenten: vaak wordt ook een warmte-terugwinsysteem toegepast voor optimale ventilatie (€ 1.000 - € 2.000) en is een elektrische kookplaat (€ 500 - € 1.000) nodig.

Jaarlijkse kosten

Voor de eindgebruiker komen de energiekosten en ook netwerkkosten voor inkoop aardgas te vervallen. Daarvoor in de plaats komt wel de verhoging van elektriciteitsverbruik door de warmtepomp. Als er sprake is van goede isolatie verbruikt een warmtepomp gemiddeld ongeveer 3500 kWh per jaar aan elektriciteit wat gelijk is aan een bedrag van € 700 per jaar.

Hoe verloopt de omschakeling?

Het is afhankelijk van de huidige stand van het net, hoe de omschakeling het beste kan verlopen. De overgang op all-electric kunnen woningen individueel maken. Maar gepland en gefaseerd overschakelen op all-electric, zorgt voor betere mogelijkheid tot plannen van de werkzaamheden in het elektriciteits- en gasnet.

Nul-op-de-Meter (NOM)



Elektriciteit



Gas



Warmte

Een NOM-woning wekt evenveel energie op als deze produceert. Hierdoor zijn de in- en uitgaande energiestromen voor gebouwgebonden energie (ruimteverwarming, -koeling, warm tapwater) en het gebruik van huishoudelijke apparatuur (inclusief verlichting) op jaarbasis per saldo nul. Dit wordt bereikt door zonnepanelen (PV) te plaatsen om het verbruik te compenseren. Voor de verwarming wordt meestal gebruik gemaakt van een elektrische warmtepomp. Door de huidige salderingsregeling voor opwek uit PV levert dit type all-electric woningen op dit moment de meest haalbare business case op. Er blijven echter momenten bestaan waarop de woningen meer energie gebruiken dan dat ze opwekken en andersom. Een elektriciteitsaansluiting bij de netbeheerder blijft daarom nodig.

Bron

- Elektriciteit
- Bodem, oppervlaktewater of buitenlucht

Infrastructuur

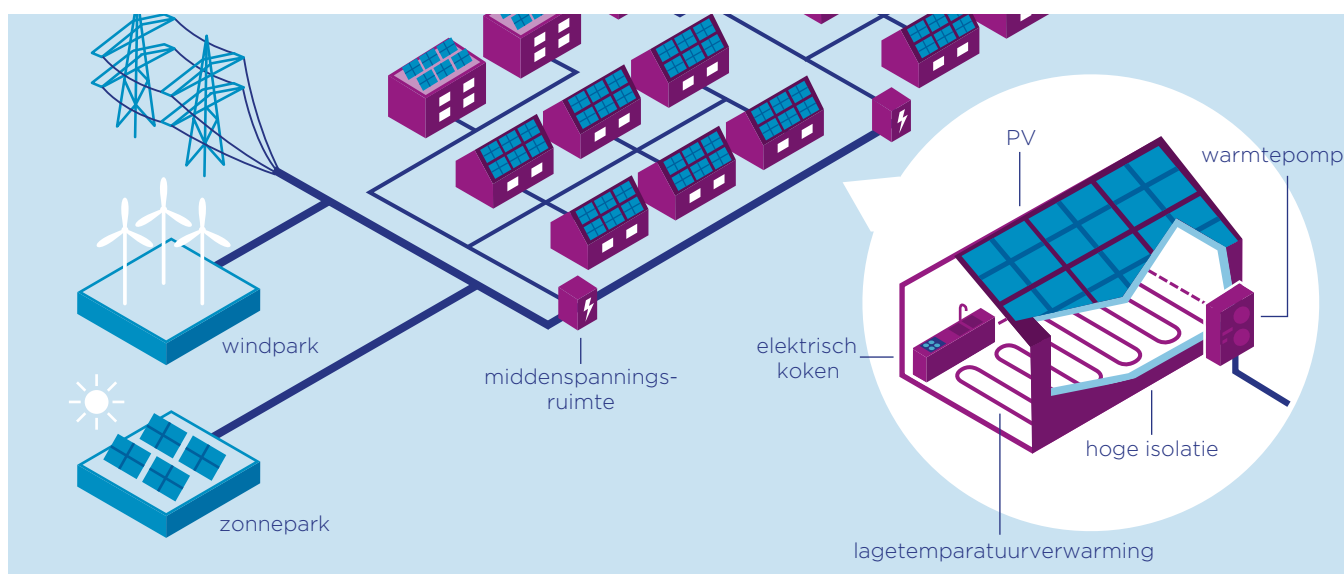
- Meestal geen gas- of warmtenet
- Verzaamd elektriciteitsnet

Woning

- Hoge isolatie
- Veel PV
- Meestal verwarming/tapwater d.m.v. warmtepomp
- Elektrisch koken

Wat is het?

Bij een NOM-woning wordt meestal gekozen voor warmtepompen in combinatie met zonnepanelen (PV), maar NOM zou ook bereikt kunnen worden terwijl een woning warmte uit gas of een warmtenet haalt. In deze brochure wordt echter uitgegaan van een NOM-woning die all-electric is. De hoeveelheid zonnepanelen wordt bepaald op basis van het totale jaarverbruik aan energie. De toevoeging van de grote hoeveelheid zonnepanelen is het grote verschil met de eerder beschreven all-electric variant. De verschillende typen warmtepompen die in de all-electric variant beschreven worden, zijn in dit type woningen ook mogelijk.



Wat zijn de effecten op de netten?

In een all-electric NOM-wijk is geen gas- of warmte-infrastructuur (meer) nodig. De gasaansluiting wordt daarom, uit het oogpunt van veiligheid, verwijderd.

Omdat NOM-woningen zowel een warmtepomp als veel zonnepanelen hebben, leidt dit tot grote piekbelastingen op het elektriciteitsnetwerk. Als het heel zonnig is, wordt er meer energie opgewekt dan dat er op dat moment nodig is. Het teveel aan stroom wordt dan teruggeleverd aan het net. Op een bewolkte dag wordt er meer energie verbruikt dan dat er op dat moment wordt opgewekt, ook door de extra vraag vanwege de warmtepompen. Dan wordt er stroom gevraagd van het net. Als hele wijken een NOM-renovatie ondergaan zal dit er op een zonnige dag voor zorgen dat alle huishoudens gelijktijdig stroom terugleveren aan het net. In de praktijk lijkt dit tot grotere pieken in het net te leiden dan door de extra vraag van warmtepompen. Dit kan leiden tot een elektriciteitsstoring. Het is daarom noodzakelijk dat het net wordt aangepast om overlast (storingen) te beperken.

Deze verzwaring van het elektriciteitsnetwerk kan inhouden dat er meer transformatoren, midden- en laagspanningskabels nodig zijn, ofwel een nieuw netontwerp. Door de grote hoeveelheid werk die hieruit voort komt, kan het moeilijk zijn om op korte termijn te reageren op een aanvraag voor verzwaaarde elektriciteitsaansluitingen voor NOM. Het is daarom belangrijk om NOM-projecten ruim van te voren bekend te maken bij Liander.

Ter illustratie heeft een standaard NOM-wijk de volgende impact op het net: het elektriciteitsnetwerk wordt ongeveer 5-6 keer meer belast. Om dit op te vangen zijn er gemiddeld 4 keer zoveel middenspanningsruimtes nodig, 2 keer zoveel middenspanningskabels en 1,5 keer zoveel laagspanningskabels.

Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

Investeringskosten

De benodigde investeringskosten voor een NOM-woning verschillen afhankelijk van de isolatiegraad van de woningen, het type en grootte van de warmtepomp en de hoeveelheid zonnepanelen. Daarnaast is een lage-temperatuur verwarmingssysteem nodig, zoals vloerverwarming, wandverwarming of aangepaste radiatoren.

Isolatie: de minimale isolatiegraad die nodig is voor een NOM-woning is de isolatie behorend bij energielabel B.

Afhankelijk van bouwjaar en woningtype kunnen de investeringskosten voor isolatie hoog oplopen. Voor meer informatie, zie hoofdstuk isolatie.

Warmtepomp: geothermische warmtepompen (grondwater en water-water) zijn het duurst omdat er buizen in de bodem aangelegd moet worden. Daar staat tegenover dat er een hoger rendement met de warmtepomp behaald kan worden dan met een luchtwarmtepomp. Gemiddelde kostprijzen zijn:

- Grond-water warmtepomp: € 10.000 à € 25.000
- Lucht-lucht warmtepomp € 4.000 à € 7.000
- Lucht-water warmtepomp € 5.000 à € 8.000

Zonnepanelen: afhankelijk van de elektriciteitsvraag die gecompenseerd moet worden om NOM te worden, varieert de prijs tussen € 6.000 en € 12.000.

Overige componenten: vaak wordt ook een warmte-terugwinsysteem toegepast voor optimale ventilatie (€ 1.000 - € 2.000) en is er een elektrische kookplaat (€ 500 - € 1.000) nodig.

Jaarlijkse kosten

In NOM-concepten is het energieverbruik van het huis ongeveer gelijk aan de door de zonnepanelen opgewekte elektriciteit. Dit houdt in dat de energierekening voor het elektriciteitsverbruik over een jaar ongeveer € 0 is. Dit resultaat wordt gerealiseerd door de salderingsregeling. Deze regeling staat na 2023 ter discussie.

Daarnaast zijn de investeringskosten van een NOM-woning hoger dan de investeringskosten van woningen met alleen een warmtepomp. Dit komt door de grote hoeveelheid zonnepanelen die zorgen voor hogere maandelijkse hypotheeklasten of huurlasten.

Hoe verloopt de omschakeling?

Woningen kunnen technisch gezien individueel gerenoveerd worden naar NOM. Gebruikelijker is dat dit gebeurt op straat- of wijkniveau in opdracht van een woningbouwcorporatie. Vanwege het economische schaalvoordeel heeft dit vaak de voorkeur. De woningen kunnen vaak tegelijkertijd gerenoveerd worden omdat ze van hetzelfde type zijn. Ook zorgt gepland en gefaseerd overschakelen voor betere mogelijkheid tot plannen van de werkzaamheden in het elektriciteit- en gasnet.

Collectieve warmtepomp



Elektriciteit



Gas



Warmte

Bij collectieve verwarming worden meerdere woningen vanuit één centrale installatie van warmte voorzien. Er zijn twee soorten collectieve verwarming: stadsverwarming en blokverwarming. Blokverwarming is nu nog meestal een gedeelde aardgasgestookte CV-installatie voor een heel blok van huizen of appartementengebouw, maar er kan ook gebruik worden gemaakt van een collectieve warmtepomp. Collectieve verwarmingssystemen, zoals blokverwarming en warmtelevering kunnen energie besparen. Of dit ook gebeurt, is afhankelijk van een aantal zaken. Onder meer van de energetische kwaliteit van de warmte-opwekking, het temperatuurniveau en regeling van het systeem en van de kwaliteit en totale leidinglengte van het distributienet.

Bron

- Bodemwarmte
- Elektriciteit

Infrastructuur

- Lage temperatuur net naar verschillende woningen
- Verzwaard elektriciteitsnet

Woning

- Individuele lage temperatuur radiatoren
- Elektrisch koken
- Isolatie woning
- Tapwatervoorziening

Wat is het?

Warmtepompen kunnen zowel collectief als individueel (op gebouwniveau) worden ingezet. Duurzame warmtebronnen zoals grondwater of de bodem, zijn relatief kostbaar in verband met de benodigde installaties. Het collectief gebruik maken van deze bronnen voor één of meerdere warmtepompen is daarom vaak voordeliger. Bij collectieve inzet moet een distributienet worden aangelegd om de individuele gebouwen te kunnen voorzien van warmte (en/of koude). Het leidingsysteem dat hiervoor nodig is, hoeft niet geïsoleerd te worden, gezien de relatief lage temperaturen uit de bron. Het water wordt door een collectief warmtepompsysteem op een temperatuur van ongeveer 35°C gebracht en getransporteerd naar de woningen/appartementen waar een vloerverwarmingsverdeler de vloerverwarming voedt of de bestaande radiatoren zijn aangepast voor LT-warmte. Het laatstgenoemde wordt het meest toegepast bij bestaande bouw. De verwarming wordt collectief verzorgd en in elke wooneenheid geregeld met eigen thermostaat. Er is nog een (individuele) extra voorziening nodig in de woning om aan de tapwatervraag te voldoen.

Individuele bronnen per woning maken minder efficiënt gebruik van de bodem dan een collectieve bron. Bij collectieve bronnen hoeft er minder te worden geboord, met als gevolg dat het risico op lekkage van afsluitende kleilagen tussen verschillende watervoerende lagen minder groot is.

Wat zijn de effecten op het net?

In een all-electric wijk is geen aardgas- of warmte-infrastructuur (meer) nodig. Met de collectieve warmtepomp wordt bodem-warmte met elektriciteit omgezet tot warmte om de woningen te verwarmen, hierdoor is verzwaring van het elektriciteitsnet in veel gevallen nodig. Dit vergt vaak een hoge investering voor de netbeheerder. Echter, één van de grote voordelen van een collectief systeem is het feit dat het op te stellen vermogen lager is dan de som van de individuele vermogens. Het op te stellen vermogen is ongeveer 10-15% lager bij een collectief systeem in vergelijking tot een individueel systeem. Het andere grote voordeel, voornamelijk voor de netbeheerder, is dat de gelijktijdigheid van gebruik een stuk lager ligt bij een collectief systeem. Ook met een collectief warmtepompsysteem moet het elektriciteitsnetwerk in een all-electric wijk verzwaard worden, maar minder zwaar dan een all-electric wijk met individuele systemen.

Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

Investeringskosten collectieve warmtepomp en individueel systeem voor tapwatervoorziening

Als de kosten van een collectief systeem worden verdeeld onder de bewoners valt het vaak iets goedkoper uit dan de kosten van een individueel systeem, doordat het totale vermogen net iets minder is dan het bij elkaar opgetelde vermogen bij een individueel systeem.

Isolatie

De minimale isolatiegraad die nodig is voor een all-electric woning is de isolatie behorend bij energielabel B. Afhankelijk van bouwjaar en woningtype kunnen de investeringskosten voor isolatie hoog oplopen. Voor meer informatie, zie het hoofdstuk achtergrondinformatie: isolatie.

Overige componenten

Er is een elektrische kookplaat nodig, omdat er niet meer op gas gekookt kan worden. Daarnaast moeten lage temperatuur afgiftesysteem radiatoren worden bijgeplaatst of worden vervangen. De prijs van een radiator is afhankelijk van de uitvoering en het vermogen.

Jaarlijkse kosten

Voor de eindgebruiker komen de energiekosten en ook de netwerkkosten voor de inkoop van aardgas te vervallen. Daarvoor in de plaats komt wel de verhoging van elektriciteitsverbruik door de warmtepomp. Bij goed geïsoleerde woningen zijn de kosten van dat elektriciteitsverbruik dan lager dan de situatie met aardgas.

Hoe verloopt de omschakeling?

Omdat het om een collectief systeem gaat, schakelen meerdere woningen op een gelijktijdig moment om. Het is belangrijk om de netbeheerder hierbij vroegtijdig te betrekken, omdat de omschakeling behoorlijke impact heeft op het elektriciteitsnet.

Elektrische CV-ketel



Elektriciteit



Gas



Warmte

Een elektrische CV-ketel werkt zoals de term al aangeeft op elektriciteit. Een elektrische CV-ketel produceert geen koolmonoxide en er is geen rookgaskanaal nodig, zoals bij een CV-ketel op gas. In veel gevallen is het echter niet meteen interessant om voor een elektrische CV-ketel te kiezen, omdat het elektriciteitsverbruik hoog is. Slechts wanneer het huis heel goed geïsoleerd is, kan een elektrische CV-ketel interessant zijn. Maar meestal is het efficiënter om een warmtepomp aan te schaffen.

Bron

- Elektriciteit

Infrastructuur

- Verzwaring van het elektriciteitsnet

Woning

- Aansluiting elektrische CV-ketel
- Elektrisch koken

Wat is het?

Elektrische CV-ketels worden voornamelijk toegepast voor verwarming en warmtapwaterproductie aan boord van schepen (off-grid), maar ook voor het verwarmen van gebouwen en het leveren van warm tapwater in bedrijfs- of industriële processen. De CV-ketels produceren warm water tot 90 °C, dat te gebruiken is voor centrale verwarming en tapwater. Het warmteafgiftesysteem werkt hetzelfde als dat van een CV-ketel op aardgas. Het voordeel is dat de elektrische CV-ketel snel verwarmt en eenvoudig te monteren is. Echter, het verbruik van elektriciteit is hoog, doordat het water met een spiraal-verwarming (vergelijkbaar met een waterkoker) verwarmd wordt. Er bestaan CV-ketels in vermogens tussen 6 en 24 kW.

In onderstaande specifieke gevallen zou een elektrische CV-ketel mogelijk interessant kunnen zijn:

- De woning of het bedrijfsgebouw heeft een warmtevraag die vele malen lager is dan gemiddeld, bijvoorbeeld zeer goed geïsoleerde woningen.
- Het elektriciteitsnetwerk is al verzwakt zodat de capaciteit van het netwerk al toereikend is (bijvoorbeeld bij NOM-concepten).

Wat zijn de effecten op het net?

In een all-electric-wijk is geen aardgas- of warmte-infrastructuur (meer) nodig. Aangezien alle energie die eerder uit aardgas werd gehaald nu afkomstig is uit elektriciteit, is verzwaring van het elektriciteitsnet in veel gevallen nodig. Dit vergt vaak een hoge investering voor de netbeheerder, die dit doorberekent aan zijn klanten. Warmtepompen hebben een gemiddeld COP van 3,5 (1 kW elektriciteit geeft 3,5 kW warmte), elektrische CV-ketels een COP van 1. Dit betekent, ook al is de woning goed geïsoleerd, dat het elektriciteitsnetwerk in een wijk waar alleen elektrische CV-ketels worden toegepast ongeveer 10-14 keer meer belast wordt dan het conventionele netwerk. De verzwaring van het elektriciteitsnetwerk kan inhouden dat veel meer transformatoren, midden- en laagspanningskabels nodig zijn. Alleen al vanwege deze benodigde extra capaciteit zijn elektrische CV-ketels geen logische keuze voor de warmtevoorziening in hele wijken.

Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

Investeringskosten elektrische CV-ketel

De benodigde investeringskosten voor een concept waarbij elektrische CV-ketels worden toegepast verschillen, afhankelijk van de isolatiegraad van de woningen en het type elektrische CV-ketel. Een elektrische CV-ketel kost rond de € 1.500 inclusief installatie.

Isolatie

Omdat een elektrische CV-ketel veel elektriciteit verbruikt, is het van groot belang dat de woning zo goed mogelijk

geïsoleerd is. Afhankelijk van bouwjaar en woningtype kunnen de investeringskosten voor isolatie hoog oplopen. Voor meer informatie, zie het hoofdstuk isolatie.

Jaarlijkse kosten

Voor de eindgebruiker komen de aardgaskosten en netwerk-kosten voor aardgas te vervallen. Daarvoor in de plaats komt een extreme verhoging van elektriciteitsverbruik door de elektrische CV-ketel; elke m³ aardgas wordt ingeruild voor bijna 9 kWh elektriciteitsverbruik. De kosten voor het gebruik van de elektrische CV-ketel zijn hierdoor ongeveer 2,6 keer hoger. Bij een huishouden dat nu 1500 m³ aardgas gebruikt à € 900 per jaar, stijgt de elektriciteitsrekening met 13.000 kWh; orde grootte € 2500. De meerkosten zijn € 1600 per jaar.

Eventueel kan het nodig zijn de aansluiting te verzwaren; op een standaard aansluiting voor woningeigenaren van 3x25A kan maximaal 17 kW tegelijk gebruikt worden. In combinatie met elektrisch koken en het reguliere huishoudelijke verbruik, kan de aansluiting overbelast worden door de elektrische CV-ketel. Een zwaardere aansluiting kost jaarlijks minimaal € 700 extra. Dit is exclusief eenmalige verzwarkosten.

Hoe verloopt de omschakeling?

Woningen kunnen individueel omschakelen. Indien hele wijken overgaan op een elektrische CV-ketel zou dat enorme gevolgen voor het net hebben. Het is daarom goed de netbeheerder hierbij tijdig te betrekken.

Infraroodpanelen



Elektriciteit



Gas



Warmte

Infraroodpanelen kunnen worden ingezet voor het verwarmen van een woning. Deze techniek is vooral geschikt als bijverwarming of voor het verwarmen van weinig gebruikte ruimtes. Alleen in zeer goed geïsoleerde huizen kan de volledige verwarming van de woning met infraroodpanelen worden gerealiseerd.

Bron

- Elektriciteit

Infrastructuur

- Geen gas- of warmtenet nodig
- Verzwaard elektriciteitsnet

Woning

- Hoge mate van isolatie
(bij verwarmen gehele woning met IR-panelen)

Wat is het?

Infraroodpanelen werken met behulp van stralingswarmte, in tegenstelling tot 'gewone' verwarming waarbij de lucht in de gehele ruimte verwarmd wordt. Dit wordt indirecte verwarming genoemd. De meubels, vloer en wanden in de kamer nemen infraroodstraling op en deze verwarmen vervolgens de lucht. De warmte is dus alleen voelbaar in delen van de kamer waarop de panelen gericht staan; buiten bereik van de panelen blijft het koud. Om deze reden zijn infraroodpanelen vooral geschikt voor bijverwarming of voor ruimtes die niet veel gebruikt worden. Om de gehele ruimte te verwarmen zouden meerdere panelen nodig zijn, maar de elektriciteitskosten lopen dan al snel op.

IR-panelen werken op elektriciteit in tegenstelling tot een ouderwetse elektrische kachel worden ze minder heet, daarnaast wordt gebruik gemaakt van een vlakke plaat in plaats van een spiraal. Op deze manier wordt er efficiënter met elektriciteit omgegaan. Er bestaan ook IR-panelen met een bewegingssensor, verschillende standen of een thermostaat.

Wat zijn de effecten op het net?

Als een woning volledig wordt verwarmd met behulp van IR-panelen, is het te verwachten elektriciteitsverbruik bij een zeer goed geïsoleerde eengezinswoning meer dan twee keer zo hoog als het elektriciteitsverbruik van hetzelfde huis met een lucht-waterwarmtepomp. Als IR-panelen op grote schaal worden gebruikt voor verwarming is dus ingrijpende verzwaring aan het elektriciteitsnet nodig. Indien voor warm tapwater een alternatieve voorziening wordt gebruikt, is aansluiting op het gasnetwerk niet meer nodig.

Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

Infraroodpanelen zijn duurzamer dan verwarming m.b.v. een elektrische kachel. Met de huidige mix van grijze en groene stroom zorgen elektrische kachels voor bijna twee keer zoveel CO₂-uitstoot als een gasgestookte HR-ketel. Ter vergelijking: een warmtepomp reduceert de CO₂-uitstoot juist met grofweg een factor twee. Het is lastig te zeggen wat het exacte effect is van infraroodpanelen, aangezien dit sterk afhankelijk is van het aantal panelen en de mate van isolatie.

Als in een zeer goed geïsoleerde eengezinswoning volledig gebruik gemaakt wordt van infraroodpanelen als verwarming,

is een investering van € 4.000 nodig voor de panelen en aanvullend € 4.500 voor een warmtepompboiler voor warm tapwater. Het stroomverbruik per jaar is dan ongeveer 4.500 kWh (gebaseerd op een jaarlijks gasverbruik van 750 m³). Hierbij is uitgegaan van een binnentemperatuur van 17 °C (door de infraroodstraling is de gevoelstemperatuur hoger).

Ter vergelijking: de investeringskosten voor een warmtepomp zijn ongeveer € 13.000, terwijl het stroomverbruik ongeveer 1.900 kWh is, waardoor een systeem met warmtepomp na 5-8 jaar goedkoper is dan verwarming met behulp van infraroodpanelen. Het is dus niet rendabel om een woning in zijn geheel met IR-panelen te verwarmen.

Hoe verloopt de omschakeling?

Woningen kunnen individueel omschakelen. Indien hele wijken overgaan op IR-panelen heeft dat gevolgen voor het elektriciteitsnet. Het is daarom goed de netbeheerder hierbij tijdig te betrekken.

Hybride warmtepomp



Elektriciteit



Gas



Warmte

De inzet van een hybride warmtepomp is een makkelijke manier om het energieverbruik van een woning te verduurzamen, omdat er geringe aanpassingen nodig zijn in de woning en de benodigde investering laag is. Deze warmtepomp is geschikt voor tijdens de overgang naar een volledig duurzame energievoorziening, aangezien deze een relatief korte levensduur van 15 jaar heeft. Op de lange termijn kunnen hybride warmtepompen gebruikt worden in wijken waar geen alternatieve warmteoplossing gevonden kan worden. Dit kan dan gecombineerd worden met duurzaam gas.

Bron

- Gas en elektriciteit

Infrastructuur

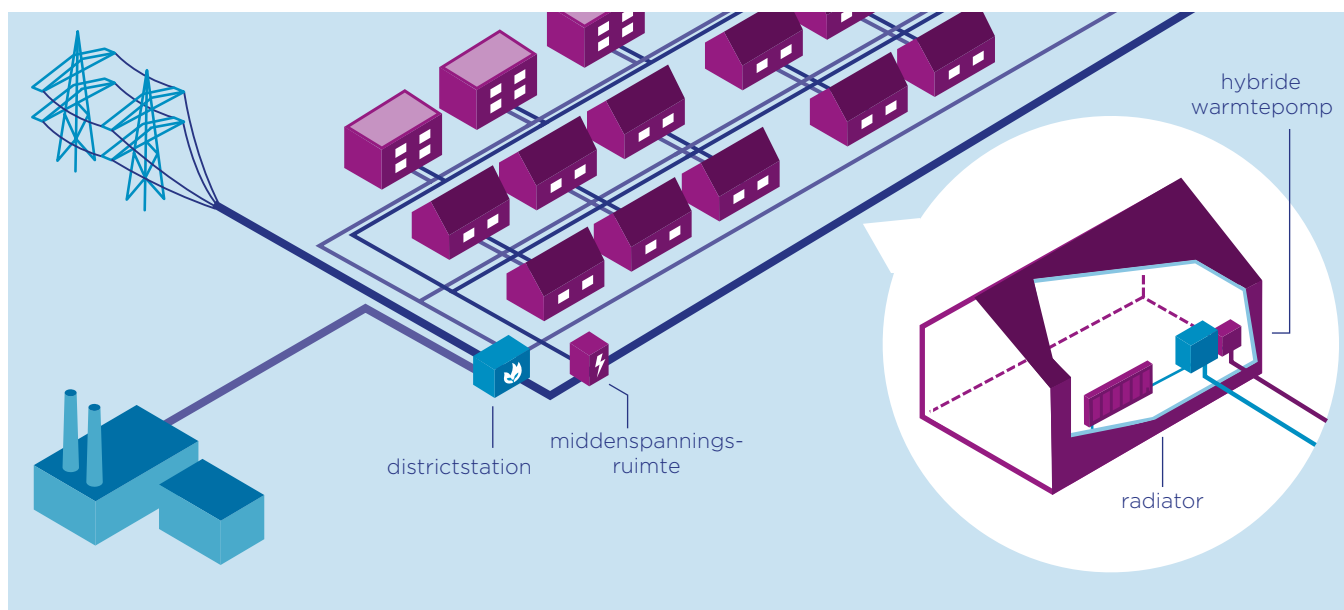
- Het bestaande aardgas- en elektriciteitsnet

Woning

- Eventueel lage-temperatuurverwarming

Wat is het?

Een hybride warmtepomp werkt hetzelfde als een reguliere warmtepomp (beschreven in all-electric), met als verschil dat deze samenwerkt met een HR-ketel. (Aard)gas blijft in deze variant nodig. De bestaande HR-ketel blijft in gebruik en springt bij als het bijvoorbeeld heel koud is of als er veel warm water wordt gebruikt. De hybride warmtepomp kan gebruik maken van buitenlucht, ventilatielucht en bodemtemperatuur. In principe is de hybride warmtepomp overal toepasbaar, mits er ruimte is voor een buitenunit of bodembron, ofwel er een mechanisch ventilatiesysteem aanwezig is. Extra isolatie is niet noodzakelijk, maar wel wenselijk. De markt van hybride warmtepompen is groeiend en redelijk volwassen. Installateurs zijn er echter vaak nog niet klaar voor om woningeigenaren van advies te voorzien.



Wat zijn de effecten op de netten?

Hybride warmtepompen verbruiken gas en de afschrijftermijn is ongeveer 15 jaar, dus dit leidt impliciet tot de instandhouding en afhankelijkheid van de gasnetten voor deze periode. Daarnaast is er mogelijk enige verzwaring van het elektriciteitsnet nodig aangezien de belasting per woning toeneemt. Deze belasting is echter lang niet zo hoog als bij een reguliere warmtepomp.

Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

- Kosten hybride warmtepomp: € 3000 - € 5000 (exclusief HR-ketel).
- Subsidie per juli 2017: € 1000 plus € 100 per kW.
- Besparing op basis van buitenluchtsysteem: 1100 m³ gas, 1500 kWh meerverbruik. Vergelijkbaar met € 260,- besparing per jaar.

Hoe verloopt de omschakeling?

Woningen kunnen individueel omschakelen. Indien hele wijken overgaan op een hybride warmtepomp, dan zou dat gevolgen voor het net kunnen hebben. Ook vanwege de instandhouding van het gasnet. Het is daarom goed de netbeheerder hierbij tijdig te betrekken.

Groen gas



Elektriciteit



Gas



Warmte

Om een duurzame warmtevoorziening te krijgen, kan het gebruik van aardgas vervangen worden door duurzame gassen. Groen gas is de duurzame variant van aardgas en wordt gemaakt door biogas op te waarderen tot vergelijkbare verbrandingseigenschappen als 'Gronings aardgas'. Groen gas wordt schoon geproduceerd en is hernieuwbaar.

Bron

- Gas uit vergistings- of vergassingsinstallaties

Infrastructuur

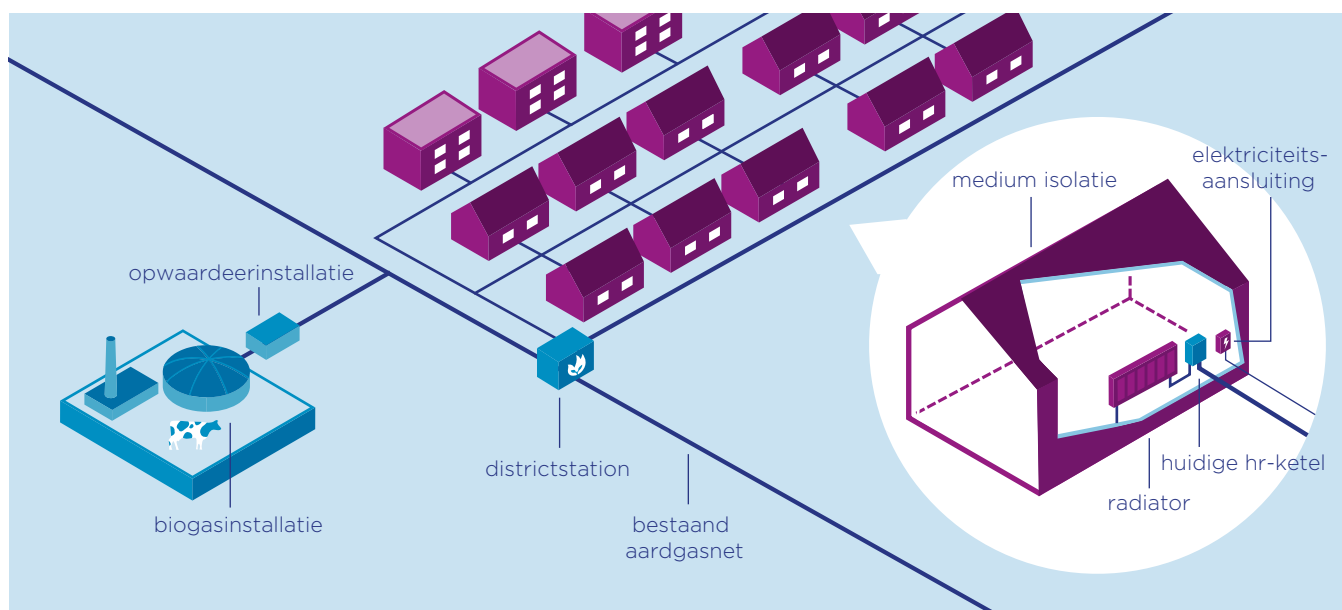
- Het bestaande aardgasnet

Woning

- Medium isolatie
- Radiatoren
- Huidige HR-ketel

Wat is het?

Groen gas wordt nu vooral op grote schaal geproduceerd uit GFT-afval, rioolwater, mest en andere biomassastromen. Een nieuwe ontwikkeling is kleinschalige productie van groen gas uit mest bij de boer op het erf. Groen gas kan gedistribueerd worden met het bestaande aardgasnet. Hiervoor moet het groene gas voldoen aan een vastgelegde gaskwaliteit. Het distribueren van groen gas vergt geen aanpassingen in het gasnet en ook niet bij de huidige HR-ketels. Om een duurzame energievoorziening met groen gas te hebben, moet er geïsoleerd worden, zodat de beperkte hoeveelheid beschikbaar groen gas efficiënt wordt gebruikt. Op dit moment wordt er ongeveer 24 miljoen m³ groen gas geproduceerd in het gebied van Liander. Op basis van het netstructuurplan 2017 van Gasunie Transport Services kan in 2030 maximaal 3,0 miljard m³ groen gas per jaar worden geproduceerd.



Wat zijn de effecten op de netten?

Groen gas is toe te passen op locaties waar dit duurzame gas wordt geproduceerd. Het groene gas wordt op een locatie geproduceerd en geïnjecteerd in het gasnet. Hierbij zijn twee uitdagingen: 1) het gas dient van de juiste kwaliteit te zijn en 2) er moet voldoende gas-afname in het net zijn om het te kunnen injecteren. Dit laatste is een grote uitdaging, omdat gas in Nederland voornamelijk in de wintermaanden gebruikt wordt, terwijl de groen gas productie constant is.

Voor de gaskwaliteit schaft een groen producent een kwaliteitsbewakingsstation aan. Voor de afname in het net kunnen mogelijkwerwijs door de netbeheerder verschillende aanpassingen gedaan worden, om er voor de zorgen dat het groene gas ten alle tijde geïnjecteerd kan worden in het net:

- Groen gas voorrang geven op aardgas.
- Demand side management: afstemming met afnemers in de regio.
- Dynamisch drukbeheer: door drukinstellingen aan te passen kan het gasnet als buffer dienen.
- Netinvesteringen: door netten te koppelen kan een afzetgebied vergroot worden.
- Groen gas boosten: door gas in druk te verhogen en te injecteren in een hoger druk gasnet, kan er meer afname gerealiseerd worden.

Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

Op dit moment wordt de productie van groen gas gesubsidieerd middels SDE+ subsidie. Middels groen gas certificaten kan het groene gas aangekocht worden. Voor het gebruik van groen gas hoeven geen aanvullende investeringen in de woning gedaan te worden. Om er voor te zorgen dat al het groene gas naar afnemers gebracht kan worden, dienen mogelijke investeringen in het gasnet gedaan te worden.

Biogas



Elektriciteit



Gas



Warmte

Om een duurzame warmtevoorziening te krijgen, kan het gebruik van aardgas vervangen worden door duurzame gassen. Biogas is een duurzame variant ten opzichte van aardgas en wordt gemaakt middels een vergistingsproces. Biogas heeft een andere verbrandingswaarde dan aardgas; wanneer het wordt opgewaardeerd naar 'Gronings aardgas'-kwaliteit wordt het groen gas genoemd. Biogas wordt schoon geproduceerd en is hernieuwbaar.

Bron

- Gas uit vergistings- of vergassingsinstallaties

Infrastructuur

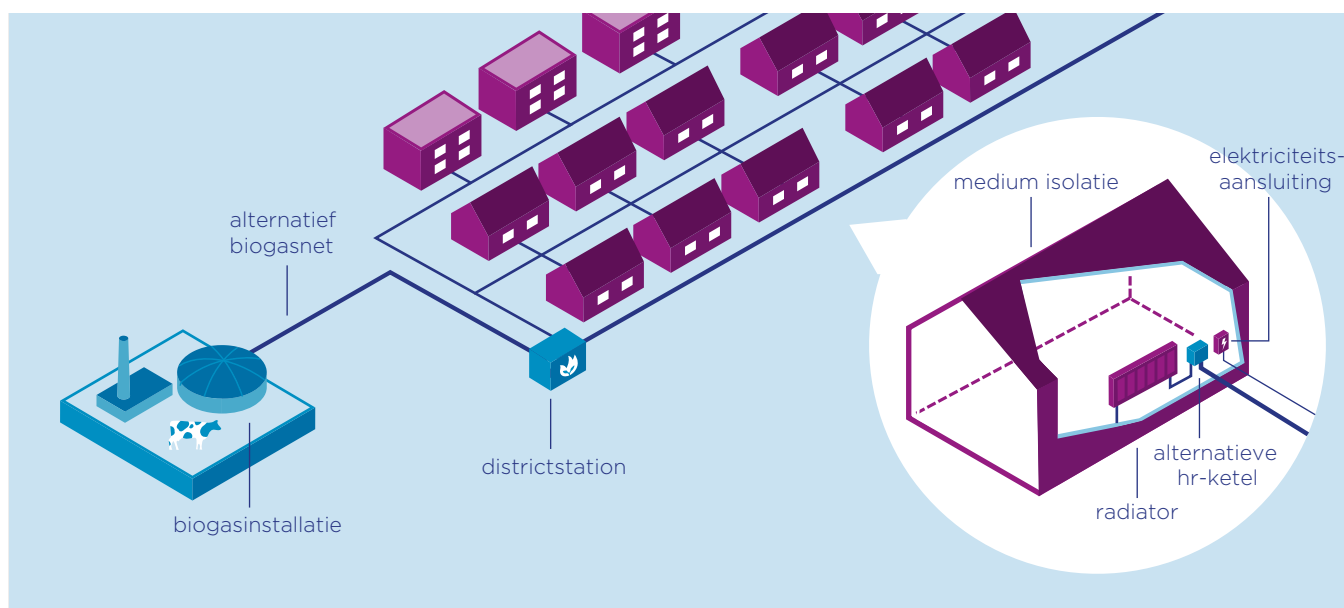
- Alternatief biogas-net

Woning

- Medium isolatie
- Radiatoren
- Alternatieve HR-ketel

Wat is het?

Biogas wordt nu vooral op grote schaal geproduceerd uit GFT-afval, rioolwater, mest en andere biomassaströmen. Een nieuwe ontwikkeling is kleinschalige productie van groen gas uit mest bij de boer op het erf. Biogas kan direct naar een woning gedistribueerd worden met een alternatief bio-net. Biogas kan niet bijgemengd worden in het aardgasnet wanneer het niet voldoet aan de 'Groningse gaskwaliteit'. Om een duurzame energievoorziening met biogas te verkrijgen, moet er geïsoleerd worden, zodat er minder van de beperkte hoeveelheid beschikbaar biogas gebruik wordt gemaakt. Daarnaast dient er een aansluiting op een biogas-net aangebracht te worden en komt er in de woning een aangepaste HR-ketel om het huis te voorzien van warmte.



Wat zijn de effecten op de netten?

Voor het distribueren van duurzaam gas met een andere kwaliteit dan aardgas is een alternatieve gasinfrastructuur nodig. Dit kan een nieuw netwerk zijn, of een hergebruikt aardgas-netwerk. Omdat biogas constant geproduceerd wordt door het jaar heen en de vraag naar gas varieert per seizoen, is er een mengstation nodig om op het moment van piekvraag in de winter bij te kunnen mengen met aardgas of groen gas. Het is ook mogelijk, maar wel erg kostbaar, om dit seizoenprobleem op te lossen met een gasopslag.

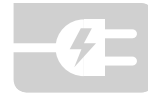
Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

Biogasdistributie naar afnemers wordt nog niet toegepast. De kosten zijn dus niet te kwantificeren. Op dit moment moet er energiebelasting betaald worden op de afname van biogas. Biogas heeft een hogere kostprijs dan aardgas en wordt alleen gesubsidieerd wanneer het opgewaardeerd wordt naar groen gas of elektriciteit en warmte. Er wél zijn verschillende projecten die biogas distribueren naar wijk-WKK's of centrale gas-opwek installaties die het biogas respectievelijk omzetten naar elektriciteit en warmte of groen gas.

Hoe verloopt de omschakeling?

Op het moment van omschakeling naar een alternatieve gaskwaliteit dienen alle HR-ketels op het aangesloten netwerk vervangen te worden door multigas-ketels.

Micro-WKK



Elektriciteit



Gas



Warmte

Een micro-warmtekrachtkoppeling (micro-WKK), ook wel HRe-ketel genoemd, is een apparaat dat bij huishoudens geplaatst kan worden ter vervanging van de HR/combi-ketel. Een micro-WKK werkt net als een conventionele CV-ketel. Op het moment dat er een warmtevraag is, slaat de ketel aan. Bij een HRe-ketel wordt dan naast warmte gelijktijdig ook elektriciteit geproduceerd. Dit toestel ter grootte van een koelkast voorziet ook in warm tapwater. Een HRe-ketel is beter voor het milieu dan een gewone combiketel, omdat aardgas efficiënter wordt gebruikt. In aanschaf is deze echter een stuk duurder, waardoor de ketel voor een doorsnee huishouden geen logische optie is.

Bron

- (Duurzaam) gas

Infrastructuur

- Het gasnet en elektriciteitsnet blijven behouden

Woning

- CV-ketel wordt vervangen door een micro-WKK

Wat is het?

Een micro-WKK produceert warmte en elektriciteit met behulp van een zogenaamde stirlingmotor. Deze motor wordt aangedreven door de warmte. Deze warmte wordt geproduceerd door de verbranding van aardgas. De stirlingmotor zet een cilinder in beweging die de generator aandrijft voor elektriciteitsproductie.

Een micro-WKK is een type warmtekrachtkoppeling. Er kan gebruik worden gemaakt van een brandstofcel in plaats van een stirlingmotor. Zie hoofdstuk Brandstofcel voor een beschrijving.

Wat zijn de effecten op het net?

De micro-WKK produceert ongeveer 1 kWh elektriciteit per 6 tot 10 kWh warmte. Er is een voordeel te behalen door de micro-WKK te combineren met zonnepanelen. De productie van elektriciteit door zon in de zomer wordt dan mooi aangevuld door productie van elektriciteit door de micro-WKK in de winter. De productie heeft nauwelijks impact op de elektriciteitsnetten, aangezien de stirlingmotor vaak op 1 kW productievermogen ontworpen wordt.

Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

Een micro-WKK kost tussen de € 7.000 en € 10.000. Op het moment van schrijven zijn er geen subsidies verkrijgbaar bij aanschaf. De aankoop van een micro-WKK is pas interessant als de warmtevraag voldoende hoog is; meer dan 1650 m³ gas per jaar. Alleen dan wordt voldoende stroom opgewekt om een micro-WKK financieel aantrekkelijk te maken. Echter, als het

gasverbruik zo hoog is, kan beter gekeken worden of de isolatie van een woning verbeterd kan worden. Een goed geïsoleerde woning verbruikt veel minder gas dan een slecht of matig geïsoleerde woning. Een micro-WKK kan wel geschikt zijn voor (grote) woningen die afhankelijk blijven van een hoge temperatuur-systeem.

Hoe verloopt de omschakeling?

Bij vervanging van een HR-ketel kan de overstap naar een HRe-ketel gemaakt worden. Een WKK met brandstofcel is bedoeld voor inzet bij grotere afname, utiliteit of meerdere woningen.

Er wordt gediscussieerd of de HRe niet al achterhaald is door andere technieken, zoals de hybride warmtepomp. Hoe dan ook, de kosten van het toestel blijven hoog en de besparing klein.

Brandstofcel (op waterstof)



Elektriciteit



Gas



Warmte

Een brandstofcel is een warmtekrachtkoppeling waarbij via een chemische reactie met waterstof energie opgewekt wordt. Wanneer de gebruikte waterstof van duurzame oorsprong is, kan dit een duurzame manier zijn voor het produceren van elektriciteit en warmte voor een woning. De brandstofcel verschilt van een gasmotor of micro-WKK, waarbij energie (warmte & elektriciteit) wordt opgewekt met verbranding van aardgas. Een brandstofcel kan ook gebruik maken van biogas of groen gas, maar dan is een voorbehandelingsstap nodig. Brandstofcellen worden nog amper toegepast in Nederland.

Bron

- (Duurzaam) gas

Infrastructuur

- Het gasnetwerk en elektriciteitsnetwerk blijven behouden.

Woning

- Goede isolatie
- Brandstofcel
- Hr-ketel (piekwarmte)
- Elektrisch koken

Wat is het?

In een brandstofcel wordt via een chemische reactie energie opgewekt. Waterstof en zuurstof reageren in de brandstofcel tot energie (warmte & elektriciteit) en water. Een brandstofcel kan ook werken op biogas of groen gas, dan is er een voorbehandelingsstap (stoom-reforming) nodig om waterstofrijk gas te maken uit koolstofrijke gassen.

Er zijn heel veel verschillende brandstofceltechnologieën beschikbaar voor verschillende toepassingen. Voor huishoudelijk gebruik is in Europa de 'Solid Oxide Fuel Cell' (SOFC) van het merk Bluegen het meest toegepast, echter nog niet op commerciële schaal. Deze brandstofcel wordt hieronder verder toegelicht.

De huishoudelijke brandstofcel produceert warmte en elektriciteit in vaste verhouding. Deze kunnen vervolgens gebruikt worden om de energiebehoefte van een woning op een duurzame manier in te vullen. Omdat een brandstofcel met een constante capaciteit draait en een lange opstarttijd (enkele uren) heeft, is deze vooral nuttig voor de basislast van warm tapwater door deze te combineren met een boiler. Het thermisch vermogen is 0,6 kW. Voor de piekwarmtevraag in de winter is dus nog steeds een aanvullende warmtebron nodig.

Voor huishoudens is een brandstofcel een dure oplossing. Daarnaast zijn brandstofcellen niet geschikt om snel aan en uit te schakelen. Vanwege deze twee aspecten leent een brandstofcel zich meer voor toepassingen in utiliteitsgebouwen dan in woningen.

Wat zijn de effecten op het net?

Een brandstofcel van 1,5 kWe levert per jaar ongeveer 13.000 kWh elektriciteit en 5.220 kWh warmte. Doordat de constante elektriciteitsproductie een laag vermogen heeft (ongeveer 1,5 kW) heeft de brandstofcel een lage impact op het elektriciteitsnet. Het gasnet moet blijven liggen en kan op termijn geschikt gemaakt worden voor waterstof.

De impact op het net ontstaat in grotere mate door de installatie die wordt gekozen om de piekvraag naar warmte in te vullen.

Wat zijn de te verwachten kosten?

€ 20.000 - € 30.000 aanschaf plus installatie voor bovengenoemde installatie van 0,6 kW thermisch, inclusief de

stoom-reforming waarmee aardgas als bron gebruikt kan worden. Grotere brandstofcellen, die een groter deel van de piekvraag kunnen invullen, worden navenant duurder. Gebruikskosten zijn nog niet te bepalen in verband met onbekende waterstofprijzen.

Hoe verloopt de omschakeling?

Aangezien deze brandstofcel gasvormige energiedragers kan gebruiken, die via het bestaande gasnet gedistribueerd worden, kan elke gebruiker individueel omschakelen mits het gasnet blijft liggen.

Collectief HT warmtenet (>70°C)



Elektriciteit



Gas



Warmte

Een collectief hoge-temperatuur warmtenet levert reeds beschikbare warmte van hoge temperatuur, bijvoorbeeld uit industrieprocessen of geothermie. Deze warmte wordt afgevangen en middels een collectief systeem gebruikt voor verwarming van de woning. Hierbij maakt de HR-ketel plaats voor een warmteafleverset (met o.a. een warmtewisselaar) en wordt het gaskookstel een elektrisch kooktoestel.

Het voordeel van hoge-temperatuur warmte is dat naast ruimteverwarming ook tapwater voorzien kan worden met de afleverset. Daarnaast voldoet het huidige isolatieniveau en radiatoren om de woning te verwarmen. Om minder warmte te gebruiken, is het altijd belangrijk te isoleren; technisch is dat echter niet nodig. Als de warmte afkomstig is van restwarmte, geothermie, biomassa of andere duurzame bronnen, vindt er een verduurzamingsslag plaats ten opzichte van verwarmen met aardgas.

Bron

- Restwarmte
- Biomassa
- Geothermie

Infrastructuur

- Warmtenet: geïsoleerde leidingen, dubbel uitgevoerd: één voor aanvoer van warmte en één voor retour

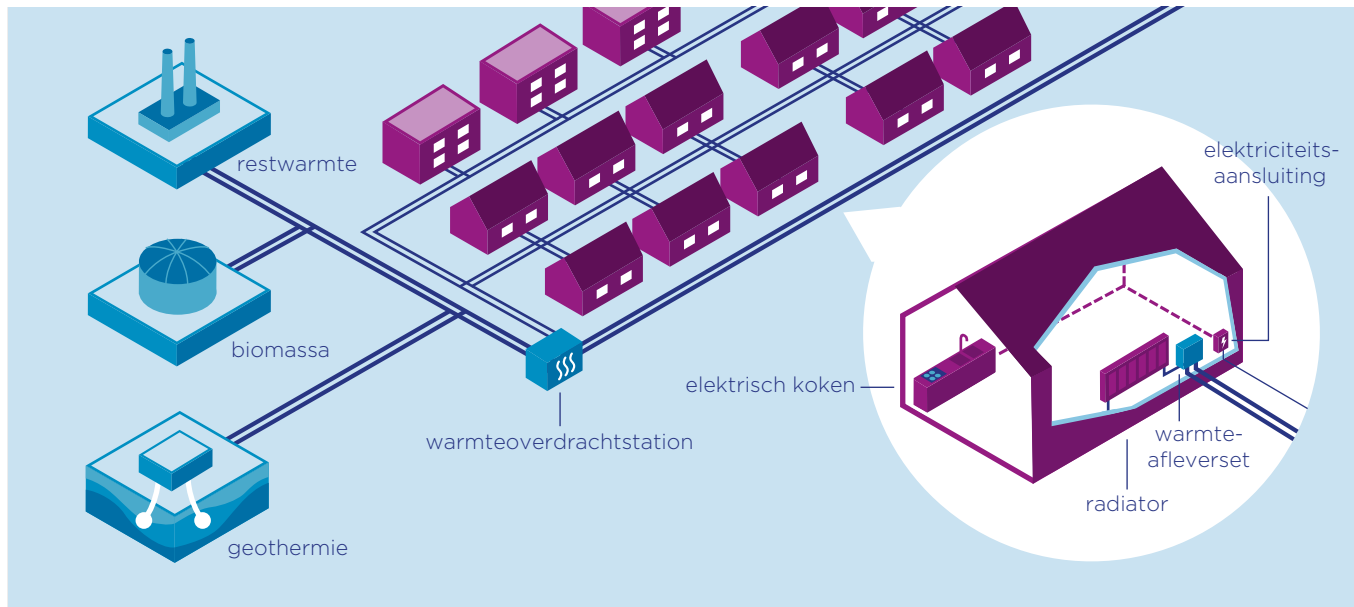
Woning

- Warmteafgifte m.b.v. warmteafleverset
- Elektrisch koken

Wat is het?

Een hoge-temperatuur (HT) warmtenet is een stelsel van leidingen waardoor warm water stroomt. Dit water kan gebruikt worden voor de verwarming van gebouwen en de levering van warm tapwater. We noemen een warmtenet 'hoge temperatuur' als de warmte ook voor tapwater gebruikt kan worden. Dit is het geval als de temperatuur hoger is dan 70 °C, vanwege legionellabestrijding. Een hoge-temperatuur warmtenet kan worden aangelegd in bestaande bouw en in nieuwbouw. Het meest kosteneffectief zijn gebieden waar de concentratie van warmtevraag hoog is, bijvoorbeeld hoogbouwwooningen, utiliteitsgebouwen en sportgebouwen.

Collectieve warmte wordt in veel steden in Nederland toegepast. Grote warmtenetten in Nederland zijn (met aantal aansluitingen): Arnhem (14.000), Amsterdam (25.000), Rotterdam (53.000), Almere (49.000), Den Haag (10.000), Geertruidenberg (33.000) en Purmerend (26.000). Samen met een aantal kleinere warmtenetten zijn er in Nederland in totaal ongeveer 300.000 warmteaansluitingen. Veel bestaande warmtenetten maken gebruik van bestaande restwarmtebronnen die een eindig leven hebben. In de toekomst kunnen deze bronnen vervangen worden door duurzamere alternatieven, zoals geothermie en biomassa, zodat de warmtelevering verzekerd blijft. De eindgebruiker heeft nu nog geen keuzevrijheid van warmteleverancier en naast Alliander DGO zijn er ook andere partijen in de markt die warmtenetten aanleggen.



Wat zijn de effecten op de netten?

- Warmtenet aanleggen.
- Geen aanpassingen in het elektriciteitsnet nodig, overschakeling op elektrisch koken zorgt voor een lage aanvullende belasting op het net.
- Gasnet verwijderen.

Het gasnet kan pas verwijderd worden als alle gasafnemers van het net af zijn.

Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

- Hoge investeringskosten in infrastructuur, lage kosten voor inpassende aanpassingen. De exacte kosten van het warmtenet zijn nauwelijks te algemeniseren.
- Verschillende leveranciers bieden stadswarmte aan, zowel particulier als zakelijk. Voor kleinverbruikers wordt er door de ACM op toegezien dat ze niet meer betalen dan anders (NMDA-regeling).
- Er is veel CO₂-besparing te behalen met warmtenetten, omdat er vaak gebruik wordt gemaakt van duurzame warmtebronnen of restwarmtestromen.

Wie betaalt wat?

De investeerder in de infrastructuur (bijvoorbeeld een energieleverancier of gemeente) neemt de kosten voor de aanleg van het warmtenet en de afleversets voor zijn rekening. De bewoner betaalt vastrecht om aangesloten te zijn op het warmtenet. Overige aanpassingen aan de woning, zoals een kookplaat, worden in het geval van nieuwbouw betaald door de projectontwikkelaar en eventueel doorbelast aan de koper. Bij bestaande bouw worden deze kosten of door de investeerder, of door de eigenaar van de woning betaald. De eigenaar van de woning kan in dit geval ook een woningcorporatie zijn.

Hoe verloopt de omschakeling?

Bij een warmtenet is het zaak dat een gehele wijk in één keer omschakelt. Om een warmtenet rendabel te maken is namelijk een groot aantal afnemers nodig. Wanneer een heel gebied overschakelt van gas naar een warmtenet, is het belangrijk dit af te stemmen met de netbeheerder, omdat de aanleg van het warmtenet (ongewenste) vervanging in het gasnet kan veroorzaken.

Wanneer er een warmtenet in de grond gelegd wordt, kan grondroering er voor zorgen dat er (technisch) afgeschreven delen van het gasnet vervangen moeten worden, om ze enkele jaren daarna weer te moeten verwijderen. Het is daarom van belang tijdig contact op te nemen met de netbeheerder.

Het is mogelijk om het warmtenet aan te sluiten op bestaande CV-installaties in woningen. Hiervoor zijn enige mechanisch/technische aanpassingen nodig, afhankelijk van het type bebouwing. Extra isolatie is niet noodzakelijk, maar wel wenselijk.

- Bij een collectief systeem in bijvoorbeeld een flatgebouw kan het systeem in één keer vervangen worden door een warmte-afleverset.
- In het geval van individuele aansluitingen in een flat kunnen stijgleidingen worden aangelegd om het hele gebouw aan te sluiten.
- Bij laagbouw wordt de CV-ketel vervangen door een warmte-afleverset. In het geval dat de CV-ketel zich op zolder bevindt, kunnen er aanpassingen aan de leidingen in de woning nodig zijn. De warmteafleverset moet zo dicht mogelijk bij de aansluitleiding geplaatst worden. Dit kan bijvoorbeeld in de kruipruimte.

Collectief LT warmtenet (<70°C)



Elektriciteit



Gas



Warmte

Een collectief lage-temperatuur warmtenet levert reeds beschikbare warmte van lage temperatuur. Deze warmte wordt afgevangen en middels een collectief systeem gebruikt voor verwarming van de woning. Bij collectieve lage-temperatuur (LT) warmte, maakt de CV-ketel plaats voor een aansluiting op een lage-temperatuur warmtenet en het gaskookstel voor een elektrisch kooktoestel.

Bij lage-temperatuur warmtenetten is er een extra invulling voor de tapwatervoorziening nodig, dit vaak in de vorm van een boosterwarmtepomp in combinatie met een boilervat. Bij nieuwbouw is dit makkelijk toepasbaar, bij bestaande bouw zijn aanpassingen nodig in isolatie en warmteafgiftesystemen. Bronnen voor LT-collectieve warmte zijn: restwarmte van bijvoorbeeld een datacenter, rioolwaterzuiveringsinstallatie, koelinstallatie of warmte uit de omgeving zoals oppervlaktewater en ondiepe geothermie.

Bron

- LT restwarmte
- Retourwarmte van HT-warmtenet
- Collectieve WKO met centrale warmtepomp

Infrastructuur

- Warmtenet: geïsoleerde leidingen, dubbel uigevoerd: één voor aanvoer van warmte en één voor retour

Woning

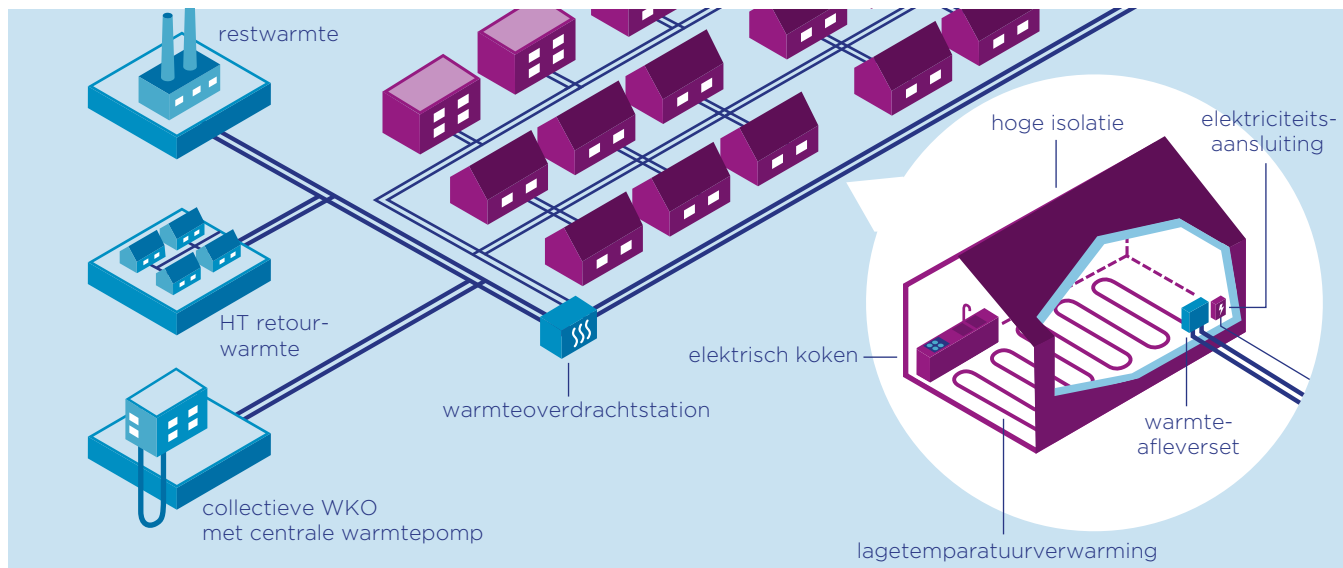
- Warmteafgifte m.b.v. warmteafleverset
- Extra isolatie
- Elektrisch koken
- Tapwatervoorziening

Wat is het?

Een lage-temperatuur warmtenet is een stelsel van leidingen waardoor warm water stroomt. Dit water kan gebruikt worden voor de verwarming van gebouwen. Omdat de temperatuur van het warmtenet onder 70 °C ligt, is voor warm tapwater een alternatieve oplossing nodig, bijvoorbeeld een warmtepompbooster, zonnecollector of elektrische boiler.

Er zijn vele tientallen woningbouwprojecten waar dit bij de nieuwbouw is toegepast, meestal in hoogbouw/appartementen, bijvoorbeeld in Hengelo met restwarmte van AKZO van 40 °C. In het algemeen kan een LT warmtenet worden aangelegd in gebieden met een redelijke bebouwingsdichtheid (> 50 woningen/ha), waarbij een geschikte warmtebron in de nabijheid is (< 1 km). Voorbeelden van warmtebronnen zijn restwarmte van 40+ graden (koelhuis, industrie, datacenter), retourwarmte van een HT warmtenet of warmte opgewekt met een collectieve warmtepomp.

De eindgebruiker heeft nu nog geen keuzevrijheid van warmteleverancier en naast Alliander DGO zijn er ook andere partijen in de markt die warmtenetten aanleggen.



Wat zijn de effecten op de netten?

- Warmtenet aanleggen.
- Geen aanpassingen in het elektriciteitsnet nodig, overschakeling op elektrisch koken en tapwatervoorziening zorgt over het algemeen voor een lage aanvullende belasting op het net.
- Gasnet verwijderen.

Het gasnet kan pas verwijderd worden als alle gasafnemers van het net af zijn.

Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

Verschillende leveranciers bieden stadswarmte aan, zowel particulier als zakelijk. Voor kleinverbruikers wordt er door de ACM op toegezien dat ze niet meer betalen dan anders (NMDA-regeling). Er is veel CO₂-besparing te behalen met lage temperatuur warmtenetten, omdat er vaak gebruik wordt gemaakt van duurzame warmtebronnen of restwarmtestromen.

Nieuwbouw

- Geen rookgaskanaal en condensafvoer benodigd, wel booster warmtepomp plus opslagvat voor warm tapwater.
- Extra kosten voor aanleggen warmte-infrastructuur tijdens de nieuwbouw zijn beperkt, omdat het direct bij bouwrijp maken gedaan wordt. Uiteraard wel kosten voor het aansluiten/ontsluiten bron.

Bestaande bouw

- Kosten afhankelijk van huidige isolatie en warmte-afgiftesysteem.
- Kosten voor booster warmtepomp plus opslagvat voor warm tapwater.
- Aanleg warmte-infrastructuur in de straten voor grondgebonden woningen is relatief duur per woning. Voor flats en appartementen is dit goedkoper.

Wie betaalt wat?

De investeerder in de infrastructuur (bijvoorbeeld een energieleverancier of gemeente), neemt de kosten voor de aanleg van het warmtenet en de afleversets voor zijn rekening. De bewoner betaalt vastrecht om aangesloten te zijn op het warm-

tenet. Overige aanpassingen aan de woning worden in het geval van nieuwbouw betaald door de projectontwikkelaar en eventueel doorbelast aan de koper. Bij bestaande bouw worden deze kosten of door de investeerder, of door de eigenaar van de woning betaald. De eigenaar van de woning kan in dit geval ook een woningcorporatie zijn.

Hoe verloopt de omschakeling?

Bij een warmtenet is het zaak dat een gehele wijk in één keer omschakelt. Om een warmtenet rendabel te maken, is namelijk een groot aantal afnemers nodig. Wanneer een heel gebied overschakelt van gas naar een warmtenet, is het belangrijk dit af te stemmen met de netbeheerder, omdat de aanleg van het warmtenet (ongewenste) vervanging in het gasnet kan veroorzaken.

Wanneer er een warmtenet in de grond gelegd wordt, kan grondroering er voor zorgen dat er brosse of technisch afgeschreven delen van het gasnet vervangen moeten worden, om ze enkele jaren daarna weer te moeten verwijderen. Het is daarom van belang tijdig contact op te nemen met de netbeheerder.

- Bij nieuwbouw verloopt de omschakeling geruisloos; er moet gezorgd worden voor voldoende afgiftecapaciteit (d.m.v. vloerverwarming of voldoende radiatoren) en tijdens de bouw moet voldoende isolatie worden aangebracht.
- Bij bestaande bouw zal de omschakeling per situatie verschillen, van harde omschakeling tijdens bijvoorbeeld rioolvervanging, tot een zachte omschakeling in bijvoorbeeld een periode van een aantal jaar. Er is vaak na-isolatie van woningen nodig; de minimale isolatiegraad die nodig is om een LT warmtenet rendabel te maken is de isolatie behorend bij energielabel B. Daarnaast is een lage-temperatuur verwarmingssysteem nodig, zoals vloerverwarming, wandverwarming of speciale radiatoren. Voor meer informatie over isolatie en kosten van bijkomende installaties, zie de achtergrondinformatie isolatie.

Houtpelletkachel



Elektriciteit



Gas



Warmte

Bij een houtpelletkachel worden zogenaamde houtpellets, gemaakt van samengeperst hout, verbrand. Dergelijke kachels zijn een stuk zuiniger dan open haarden en gewone houtkachels en stoten minder fijnstof uit. Daarnaast kan het gebruik van hout als brandstof leiden tot een lagere uitstoot van broeikasgassen dan bij een HR-ketel op gas, op voorwaarde dat de pellets duurzaam geproduceerd zijn. Toch zijn er ook kanttekingen te plaatsen bij een pelletkachel of biomassaketel als duurzame verwarming.

Bron

- Hout(pellets)

Infrastructuur

- Geen gas- of warmtenet nodig
- Elektriciteitsnet blijft behouden

Woning

- Aansluiting kachel op cv-systeem
- Ruimte nodig voor opslag pellets
- Tapwatervoorziening
- Elektrisch koken

Wat is het?

We onderscheiden drie typen kachels die hout gebruiken als brandstof. Namelijk de pelletkachel, pelletkachel-cv en biomassaketel. Met een pelletkachel wordt uitsluitend de ruimte waarin deze staat verwarmd (meestal de woonkamer). Met de zogenoemde pelletkachel-cv kunnen meerdere ruimtes worden verwarmd door warme lucht via buizen naar andere kamers te blazen ('kanalisatie') of door er radiatoren en/of vloerverwarming op aan te sluiten. Het derde type, de biomassaketel (ook pellet CV-ketel genoemd), verbrandt biomassa, zoals houtpellets, houtsnippers (chips) of houtblokken. Deze ketel werkt hetzelfde als een HR-ketel, met als enig verschil dat deze op hout in plaats van op aardgas werkt. De ketel zelf geeft nauwelijks warmte af en staat in een aparte ruimte, bijvoorbeeld de bijkeuken of garage. Door hout in de ketel te verbranden, wordt heet water geproduceerd dat naar de radiatoren of vloerverwarming gaat. Het systeem kan ook voor warm water zorgen (ook wel combisysteem genoemd).

Wat zijn de effecten op het net?

Er is geen gasaansluiting meer nodig mits gebruik wordt gemaakt van een pelletkachel die ook op de centrale verwarming wordt aangesloten, wordt overgeschakeld naar elektrisch koken en een alternatieve tapwatervoorziening wordt gerealiseerd. Als de gasaansluiting behouden blijft, is er geen effect voor de netbeheerder anders dan dat er wat minder aardgas geleverd wordt.

Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

Een pelletkachel of een biomassaketel als hoofdverwarming gebruiken, leidt door het dagelijks gebruik in het stookseizoen tot een behoorlijke hoeveelheid fijnstof. In landelijk gebied, buiten de bebouwde kom, waar huizen ver uit elkaar staan, haalt de rook de burens nauwelijks en zal de blootstelling aan fijnstof door deze pelletkachel minder zijn. Als hele buurten over zullen gaan op pelletkachels zal de hoeveelheid fijnstof zo hoog worden dat deze schadelijk is voor de gezondheid.

Een pelletkachel die slechts één ruimte verwarmt kost ongeveer € 2.000 plus nog € 2.000 voor de aanleg van het

rookgaskanaal. Aangezien hiernaast nog gebruik wordt gemaakt van de HR-ketel voor verwarming van overige ruimtes en warm water is deze kachel lastig te vergelijken met de overige twee ketels.

Tot 2021 zijn subsidies beschikbaar als de pelletkachel of biomassaketel voldoet aan bepaalde kwaliteitseisen en normen voor de uitstoot van fijnstof en zuinigheid. Deze subsidie begint bij € 500 voor een losse pelletkachel en € 2.500 voor een biomassaketel. Voor een groter vermogen is meer subsidie mogelijk [1].

Hoe verloopt de omschakeling?

Woningen kunnen individueel omschakelen. Indien hele wijken overgaan op een houtpelletkachel dan zou het gasnet verwijderd kunnen worden, mits voorzieningen zijn getroffen voor elektrisch koken en tapwatervoorziening. Dit leidt mogelijk tot effecten voor de belasting van het elektriciteitsnet. Vroegtijdige afstemming met de netbeheerder voor gas en elektriciteit is derhalve van belang.

	Aanschafprijs (eenmalig excl. subsidie)*	Kosten houtpellets per jaar	Verskil in kosten per jaar t.o.v. cv-ketel op gas	Zoveel gas kun je per jaar besparen
Pelletkachel-cv	€ 3.000	Ongeveer € 1.000	Ongeveer € 120 duurder**	1.400 m ³ (excl. warm water)**
Biomassaketel	€ 6.000	Ongeveer € 1.150	Stookkosten zijn ongeveer gelijk	1.800 m ³ (incl. warm water)**

* Dit zijn de kosten voor de kachel of ketel zelf. Daar komen nog kosten bij: € 2.000 voor rookgaskanaal (aanleg en materiaal, uitgang rookkanaal door het dak); vanaf € 500 voor buffervat of boiler; ca. € 350 voor aansluiting op CV-systeem (en opnieuw inregelen).

** Voor warm water is een aanvullend systeem nodig, bijvoorbeeld een elektrische boiler of zonnecollector. Dit is de reden voor de iets hogere jaarlijkse kosten t.o.v. de CV-ketel.

Isolatie



Elektriciteit



Gas



Warmte

Voor veel van de alternatieven voor aardgas is een verhoogde isolatie noodzakelijk om de oplossing rendabel te maken. Dit geldt bijvoorbeeld voor lage-temperatuur warmtenetten of all-electric wijken met warmtepompen.

Wat is het?

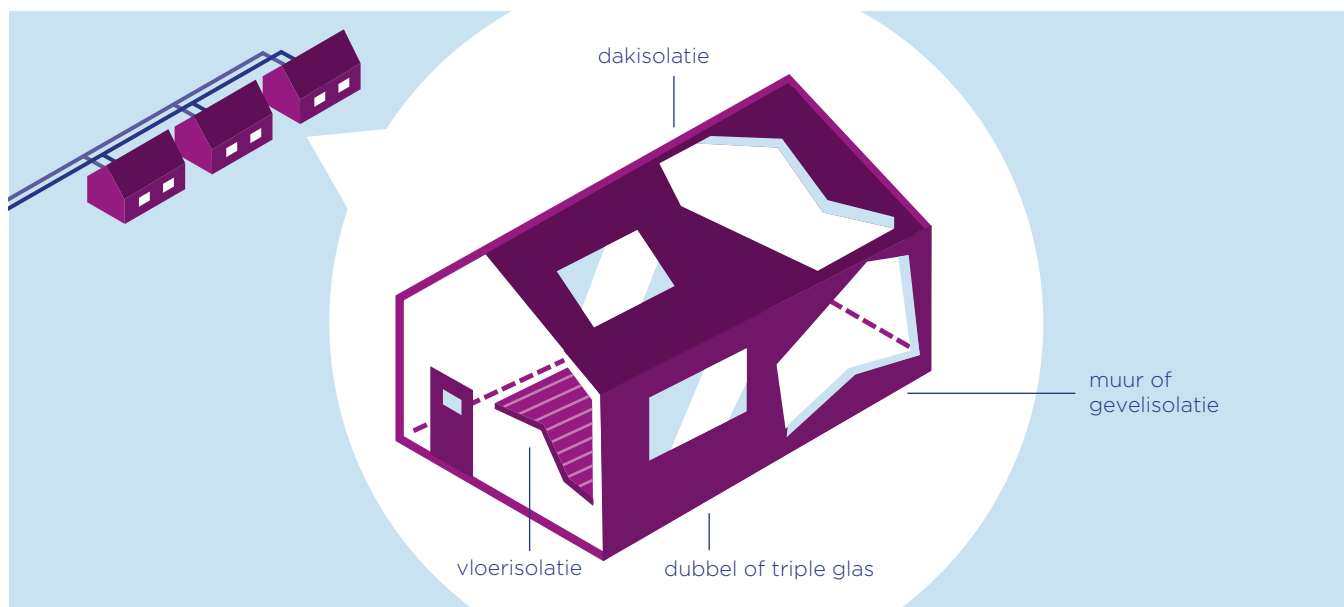
Verschillende onderdelen van het huis kunnen extra worden geïsoleerd, te weten:

- Muur of gevel: spouwmuur, binnenmuur, buitengevel
- Vloer: bodemisolatie (op bodem van kruipruimte) of vloerisolatie (tegen onderkant vloer)
- Dak
- Ramen (dubbel of triple glas)

Vaak zijn ook aanvullende maatregelen mogelijk m.b.t. ventilatie en luchtdichtheid.

Per woningtype en gekozen warmteoplossing kan de noodzaak voor isolatie verschillen. Nieuwbouwwoningen zijn dankzij het bouwbesluit al voldoende geïsoleerd zodat na-isolatie niet nodig is. Voor bestaande bouw kunnen de benodigde investeringen echter hoog oplopen. Voor een all-electric woning of aansluiting op een lage-temperatuur warmtenet (40 °C) wordt een woning bij voorkeur zodanig geïsoleerd dat deze voldoet aan dezelfde eisen als een nieuwbouwwoning. Als een woning niet voldoende geïsoleerd is, zijn de warmteverliezen aanzienlijk hoger en is ook een warmtepomp met hoger vermogen nodig. Het benodigde vermogen kan wel twee keer zo hoog zijn.

Huiseigenaren zien vaak op tegen het investeren in isolatie. Men vindt het te duur en de terugverdientijd te lang. Sommige maatregelen verdienen zichzelf financieel nooit terug, maar bieden de bewoner wel meer comfort. Tegelijkertijd blijkt dat eigenaren geen goed beeld hebben van de kosten en dat zij de te verwachten besparingen te laag inschatten. Vanaf september 2016 was het korte tijd mogelijk om subsidie aan te vragen voor energiebesparing in eigen woning. Deze regeling was echter zo populair dat de pot sinds april 2017 op is. Momenteel kan alleen via een Vereniging van Eigenaren (VvE), woonvereniging of wooncoöperatie subsidie verkregen worden. Het is nog niet bekend of er meer subsidie beschikbaar gaat komen. Een andere financieringsmogelijkheid is de Energiebespaarlening, waarbij tegen lage rente een lening tot € 25.000 wordt afgesloten. De besparing op de energierekening kan vervolgens voldoende zijn om de rekening af te lossen.



Wat zijn de effecten op de netten?

Een goed geïsoleerde woning verbruikt in veel gevallen minder dan 50% van de energie van een slecht geïsoleerde woning. De totale gasvraag in de winter zal afnemen, maar dit levert nauwelijks kostenbesparingen op, vanuit het netbeheerders perspectief. Als isolatiemaatregelen worden gecombineerd met alternatieve warmteoplossingen, zoals een warmtepomp of aansluiting op een warmtenet, is de impact op het net uiteraard anders. Zie hiervoor de pagina's over de specifieke oplossingen.

Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

Hieronder zijn voor twee verschillende woningtypes de investeringskosten uiteengezet. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen twee niveaus van isolatie (naar label B en label A). Onderstaande gegevens komen uit de Energiebesparingsverkenner van RVO, ook voor andere woningtypes kunnen de isolatiekosten berekend worden. De besparingen

op gasgebruik die deze Energiebesparingsverkenner geeft, zijn echter vaak aan de hoge kant, doordat de besparing berekend wordt aan de hand van vermindering van warmteverlies van de woning en niet vermindering van warmteverbruik. Uit analyses op verbruiksdata van Liander blijkt dat besparingen vaak lager uitvallen.

Hoe verloopt de omschakeling?

De meeste isolatiemaatregelen kunnen binnen een halve tot hele dag uitgevoerd worden. De bewoner zit dus niet dagen in de rommel en hoeft zeker het huis niet uit. Als er een kruipruimte is, kan de installateur goed onder de vloer komen en hoeft deze er niet uit. Alle maatregelen zijn makkelijk uit te voeren, waarbij spouwmuur- en vloerisolatie het snelst gedaan kunnen worden en het plaatsen van dakisolatie of HR++ glas / triple glas iets langer duurt. Oude, en met name monumentale woningen, zijn moeilijker te isoleren.

Woningtype	2-onder-1 kap 1965-1974		Rijwoning t/m 1945	
	marktconform	optimaal	marktconform	optimaal
Investeringskosten	€ 10.000	€ 18.000	€ 13.000	€ 18.000
Energie label	D > B	D > A	F > B	F > A
Te verwachten besparing (inschatting van Liander)	21%	37%	25%	37%
Te verwachten besparing (inschatting van RVO)	36%	39%	47%	56%

Koken zonder aardgas



Elektriciteit



Gas



Warmte

De intrede van de nieuwe warmteoplossingen heeft naast de invloed op de manier van verwarmen van woningen ook invloed op de manier waarop wordt gekookt. Wanneer een woning een conventionele CV-ketel heeft, wordt gekookt met aardgasbranders. Echter, de meeste nieuwe warmteoplossingen maken gebruik van andere bronnen, zoals elektriciteit en warmte.

Wat is het?

Voor de meeste nieuwe warmteoplossingen, zoals warmtenetten of warmtepompen, is elektrisch koken de oplossing. Koken met groen gas is ook mogelijk, daarvoor kunnen dezelfde gasbranders gebruikt worden. Koken op biogas gebeurt niet, omdat biogas een andere verbrandingswaarde heeft en daar geen aparte kooktoestellen voor worden ontwikkeld.

Elektrische alternatieven voor een aardgasbrander

1. Keramische kookplaat

Een keramische kookplaat is een glasplaat met daaronder een elektrisch verwarmingselement.

2. Inductie kookplaat

Bij inductie wordt de pan verhit door een magnetisch veld. Alle warmte gaat naar de pan, waardoor de kookplaat nauwelijks opwarmt. De pan wordt meteen heet en koelt ook snel weer af. Hierdoor lijkt de inductiekookplaat in het gebruik het meest op koken op aardgas. Niet alle pannen zijn geschikt voor inductie, deze moeten namelijk gevoelig zijn voor magnetisme. Inductie koken kost minder energie dan keramisch koken.

Andere alternatieven zijn de halogeen kookplaat of een klassieke elektrische kookplaat. Omdat de Keramische en inductie kookplaat prettiger in gebruik zijn komen deze opties in de praktijk bijna niet meer voor.

Kookgroep/aansluiting

Een één- of tweepits kookplaat heeft een aansluitwaarde onder 3,6 kW en kan worden aangesloten op een normaal stopcontact. Bij een drie- of vierpits kookplaat is er over het algemeen een tweefase-aansluiting nodig. Vanaf een vijfspots kookplaat geldt over het algemeen een driefase-aansluiting, al kunnen sommige grotere kookplaten het verbruik van pitten reduceren om zo binnen een tweefase-aansluiting te blijven.

Heeft het huis geen meerfase-aansluiting, dan zijn er twee opties. Of de huisaansluiting kan verzwaard worden naar een meerfase-aansluiting, of de kookplaat wordt met een Perilex-systeem [1] verdeeld over meerdere groepen. Dan worden er twee groepen gebruikt om een hoger vermogen te verkrijgen, een elektricien kan deze aanpassing vrij gemakkelijk maken.

Wat zijn de effecten op de netten?

Een verschuiving van koken op gas naar elektrisch koken zal het elektriciteitsnet meer belasten. Gemiddeld verbruikt een gaskookplaat jaarlijks 37 m³ gas per jaar. Een inductiekookplaat gebruikt 175 kWh per jaar [2]. Een keramische elektrische kookplaat verbruikt ongeveer 225 kWh stroom per jaar [2]. Van de elektrische kookplaten is een inductiekookplaat het minst belastend voor het milieu, want die gebruikt 20 % minder energie dan een keramische of halogeen kookplaat [2].

De gelijktijdigheid is waarschijnlijk klein. Voor elektrisch koken wordt 0,2-0,3 kWh extra belasting op het net gemiddeld geschat. Dus een gaswoning wordt op 1,0 kWh per woning gelijktijdig uitgelegd, terwijl een wijk met elektrisch koken (en bijvoorbeeld stadsverwarming) op 1,2 kWh wordt uitgelegd.

Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

De prijs van een alternatieve kookwijze bestaat uit de aanschaf, installatiekosten en de kosten voor elektriciteit. Deze kosten zijn voor de woningeigenaar. Wanneer van aardgas op elektrisch koken wordt overgestapt, zullen er geen kosten voor verzwaring van de huisaansluiting nodig zijn.

Een keramische kookplaat is goedkoper dan een inductiekookplaat. Een keramische kookplaat met vier pitten en inductiekookplaat met vier pitten zijn allebei rond de € 250 (zie ook onderstaande tabel). Afhankelijk van het merk, aantal pitten en de kwaliteit kan de prijs erg variëren. Daarbovenop komen de installatiekosten. Voor inductie koken moeten eventueel nieuwe pannen aangeschaft worden. Onderstaande tabel geeft nog een aantal verschillen in verbruik en levensduur aan.

Hoe verloopt de omschakeling?

In nieuwbouw zal elektrisch gekookt worden mits er geen aardgas-aansluiting meer is. In de bestaande bouw zal voor of tijdens de implementatie van de nieuwe warmteoplossing de omschakeling op initiatief van de bewoner moeten gebeuren. Hiervoor zijn soms elektrotechnische aanpassingen in de woning nodig. Er zal geen verzwaring van de aansluiting nodig zijn.

	Keramische kookplaat	Inductie kookplaat
Minimale aanschafkosten	€ 250 + installatiekosten	€ 250 + installatiekosten + evt. pannenset
Energie per jaar	225 kWh	175 kWh
Energie per jaar	€ 49,50	€ 38,50
Levensduur	15-30 jaar	10-15 jaar

Warm tapwater voorziening



Elektriciteit



Gas



Warmte

De intrede van nieuwe warmteoplossingen heeft ook invloed op de manier waarop tapwater wordt verwarmd. Wanneer een woning een conventionele CV-ketel heeft, wordt tapwater verwarmd door middel van verbranding van aardgas en een warmtewisselaar. Echter, de meeste nieuwe warmteoplossingen maken gebruik van andere bronnen zoals duurzame elektriciteit, duurzaam gas en warmte. Groen gas en biogas gebruiken ook een CV-ketel. Wanneer deze warmteoplossing geïmplementeerd is hoeven er geen veranderingen aangebracht te worden in de infrastructuur van het huis voor het verwarmen van tapwater. Bij de meeste andere warmteoplossingen is wel een alternatieve tapwatervoorziening nodig.

Wat is het?

Er zijn verschillende opties om tapwater te verwarmen. Tapwater komt het huis binnen met een temperatuur gelijk aan de bodemtemperatuur, rond 15 °C. Warm tapwater moet dan minstens verwarmd worden tot 60 °C, om legionella te voorkomen. Het is afhankelijk van de nieuwe warmteoplossing welke manier de beste optie is voor het verwarmen van tapwater.

De belangrijkste alternatieven voor het verwarmen van tapwater zijn [1]

1. Elektrische boiler

Het meest voorkomende alternatief voor het verwarmen van tapwater is de elektrische boiler. Een elektrisch verwarmingselement warmt het water in een voorraadvat op tot minstens 60 °C. Het principe is te vergelijken met een waterkoker. Wanneer de elektriciteit duurzaam wordt opgewekt, is dit alternatief duurzamer dan aardgas. Deze variant is te implementeren in woningen met alle warmteoplossingen. Een elektrische boiler vraagt een laag vermogen en heeft een lage gelijktijdigheid.

2. Doorstroomboiler

Een doorstroomboiler verwarmt het water ook met een elektrisch verwarmingselement. Het water wordt verwarmd, terwijl het langs het warmte-element stroomt en heeft daardoor geen voorraadvat nodig. Een doorstroomboiler vraagt in een korte tijd een hoog vermogen en heeft daardoor een hoge impact op het elektriciteitsnet. De doorstroomboiler voor tapwater is een vergelijkbaar systeem als de elektrische CV-ketel eerder besproken in deze brochure. Om snel veel warm water te kunnen gebruiken, zal al snel een zwaardere huisaansluiting nodig zijn.

3. Boosterwarmtepomp

Een boosterwarmtepomp werkt in combinatie met andere elektrische warmteoplossingen of warmtenetten en gebruikt het lage temperatuur warme water als bron voor warm tapwater. Dit systeem komt vaak voor in LT collectieve warmtenetten. Een boosterwarmtepomp is een warmtepompsysteem die water tot een hogere temperatuur kan opwaarderen. De boosterwarmtepomp is gekoppeld aan een voorraadvat.

4. Afleverset met tapwater warmtewisselaar

In een collectief HT warmtenet is in de aflever-set een water-water warmtewisselaar, die ervoor zorgt dat tapwater verwarmd wordt. Het water dat door de verwarming loopt komt niet in directe aanraking met het tapwater, het wordt daarom ook wel indirecte warmteuitwisseling genoemd. In een collectief LT warmtenet is deze aflever-set niet voldoende om het tapwater tot een temperatuur van 60 °C te verwarmen, omdat de temperatuur in het LT warmtenet rond de 40 °C ligt.

Toevoegingen om tapwater duurzamer te verwarmen

1. Zonneboiler

De zonneboiler kan ingezet worden voor het verwarmen van tapwater in combinatie met een naverwarmer, zoals een elektrische boiler of boosterwarmtepomp. Een naverwarmer is van belang omdat er niet genoeg zonlicht beschikbaar is (bijvoorbeeld in de winter) om het water tot 60 °C te verwarmen. Een zonneboiler is dus geen volledig alternatief voor het verwarmen van tapwater.

Een zonneboilersysteem bestaat uit een collector, een voorraadvat, een naverwarmer en een regelsysteem. De collector is het gedeelte van de installatie dat het zonlicht opvangt. Door middel van een circulerende vloeistof (glycol) wordt

de warmte uit de collector naar het voorraadvat (boiler of opslagvat) gebracht.

2. Douche warmteterugwinner

Een extra toevoeging ter verduurzaming van het verwarmen van tapwater is een douche warmteterugwinner. Deze warmtewisselaar warmt koud water alvast op. Het water kan echter niet tot 60 °C verwarmd worden met deze terugwinner, daarmee levert een douche warmteterugwinner wel energiebesparing, maar is het geen alternatief voor het verwarmen van tapwater [2].

In onderstaande tabel staan de belangrijkste warmteoplossingen gekoppeld aan de vier eerder genoemde alternatieven voor het verwarmen van tapwater.

	CV-tapwater combinatie ketel	Elektrische boiler	Doorstroom boiler	Booster- warmtepomp	Aflever-set tapwater warmtewisselaar
Elektrische warmtepomp		✓	✓	✓	
NOM (Nul-op-de-meter)		✓	✓	✓	
Collectief HT warmtenet					✓
Collectief LT warmtenet		✓	✓	✓	
Groen gas	✓				
Biogas	✓				
Hybride warmtepomp	✓				

Wat zijn de effecten op de netten?

Wanneer men omschakelt naar een van deze elektrische varianten, worden elektriciteitsnetten meer belast. Wel is er, bij de varianten die een voorraadvat toepassen, de mogelijkheid om de belasting op het net te verschuiven naar een desgewenst dal-moment, zoals 's nachts en overdag.

Wat zijn de te verwachten kosten en baten?

De kosten zijn afhankelijk van de aanschafkosten van de techniek en de jaarlijkse energiekosten. Deze kosten worden door de woningeigenaar gemaakt. De kosten voor het verwarmen van tapwater zijn zeer afhankelijk van het aantal mensen in het huishouden. Dit is namelijk sterk afhankelijk van het douchen. Het gebruik van warm tapwater uit de kraan is te verwaarlozen ten opzichte van douchen. In de huidige situatie kost het verwarmen van tapwater gemiddeld het equivalent van 833 kWh per persoon per jaar.

In onderstaande tabel zijn de kosten van de belangrijkste alternatieven op een rijtje gezet. De aflever-set met tapwater warmtewisselaar is hierin niet meegenomen, omdat deze standaard aanwezig is bij de aanleg van een HT collectief warmtenet. Voor de prijs van elektriciteit is € 0,22 per kWh aangenomen.

De doorstroom boiler is doorgerekend met gemiddeld tapwater verbruik. Zoals te zien, is een doorstroom boiler niet

interessant bij een hoog tapwaterverbruik. Hier gelden de vergelijkbare conclusies, als voor de elektrische CV-ketel.

Inhoud van voorraadvat

Standaard douchen vergt ongeveer 40 liter warm water per keer. Dit kan ook makkelijk 80 liter worden, afhankelijk van persoonlijke voorkeuren (een stortdouche of bad gebruikt al snel 120 liter). Er is aangenomen dat gemiddeld 60 liter per persoon per dag aan tapwater wordt gebruikt. Afhankelijk van het aantal bewoners van de woning dient een voorraadvat gekozen te worden. Aangenaam douchewater is ongeveer 37 °C, om deze temperatuur te krijgen wordt warm tapwater gemengd met koud water. Dit betekent dat één deel warm water is en 2 à 2,5 deel koud water. Een elektrische boiler van 40 liter, kan ongeveer 100 liter warm douchewater produceren. Voor een huishouden van 4 personen is dus een voorraadvat van 100 liter nodig (ervanuit gaande dat 1 persoon 1 keer per dag doucht), maar in de praktijk zal men het voorraadvat graag overdimensioneren zodat niemand onder een koude douche hoeft te staan.

Hoe verloopt de omschakeling?

Wanneer de omschakeling van de gas CV-ketel warmteplossing plaatsvindt, zal meteen de omschakeling van het verwarmen van tapwater worden uitgevoerd.

	Elektrische boiler	Doorstroom boiler	Booster-warmtepomp
Aanschafkosten	€ 1100	€ 1100	€ 3800
Vermogen	2 kW	11-24 kW	2 kW
Energie per jaar per persoon	900 kWh	1800 kWh	300 kWh
Elektriciteitskosten per jaar per persoon [3]	€ 200	€ 400	€ 70

Ruimtelijke inpassing



Elektriciteit



Gas



Warmte

In voorgaande hoofdstukken zijn verschillende warmteoplossingen en de impact op infrastructuur beschreven. Verduurzaming van ons energielandschap zal leiden tot nieuwe of verzwaarde infrastructuur, dit kan zorgen voor een vergroting van ruimtebeslag in o.a. publieke ruimte. Het ruimtebeslag kan zowel ondergronds als bovengronds plaatsvinden.

Volledig elektrische verwarming

Wanneer een buurt overgaat van aardgas naar volledig elektrische verwarming zal er in veel gevallen een verzwaring van het elektriciteitsnet moeten gaan plaatsvinden. Dit verzwaren betekent dat er meer of nieuwe kabels en transformatoren nodig zijn om de benodigde elektriciteit te kunnen leveren.

Ondergronds betekent dit dat veel kabels opgegraven en vervangen dienen te worden. In hoog-stedelijk gebied kan dit een uitdaging zijn, wanneer er veel verschillende infrastructuren (gas, riool, water, telecom) in beperkte ruimte gesitueerd zijn. Daarnaast is het kostbaarder om deze infrastructuur te vervangen. Om de kosten te beperken is het noodzakelijk om te bekijken of andere infrastructuur gelijktijdig kan worden meegenomen. Wanneer het elektriciteitsnetwerk verzwakt is, en alle woningen nieuwe all-electric verwarming hebben, zal het gasnet vaak ook verwijderd worden.

Bovengrondse ruimte beslag heeft te maken met de transformatoren die nodig zijn om de elektriciteit te leveren. Voor de verschillende all-electric oplossingen varieert de hoeveelheid transformatoren die nodig zijn, de ruimtelijke inpassing ervan is situatie afhankelijk. Er kan uitgegaan worden van 2-3 keer meer middenspanningsruimtes (MSR), een gemiddelde MSR heeft een oppervlakte van ongeveer 4 m² nodig. Wanneer grote gebieden volledig elektrisch verwarmd gaan worden, kan het er toe leiden dat het achterliggende middenspanningsnetwerk en onderstations moeten worden verzwakt. Dit heeft grote consequenties voor in het ruimtebeslag van de omgeving.

Duurzame warmte

De overgang van aardgas infrastructuur naar duurzame warmte infrastructuur zorgt ook voor een groter ruimtebeslag in de openbare ruimte. Om warm water te distribueren is er een warmtenetwerk nodig en zijn er warmteoverdrachtstations nodig.

Warmtenetten hebben een grote impact op de ondergrondse ruimte. Omdat de warmtebuizen vaak grote diameter levering- én retour-leiding hebben, en geïsoleerd zijn, nemen ze veel meer ruimte in beslag dan de huidige gasnetten. In stedelijk gebied zijn door hoge bebouwingsdichtheid en daarmee meer bijbehorende infrastructuur, sneller beperkingen in de ondergrondse ruimte. Bovengronds verdwijnen de gas-districtstations en komen er warmte-overdrachtstations (WOS). Deze WOS-en hebben een vergelijkbaar ruimtebeslag als een MSR en zijn een stuk groter dan de gas-districtstations.

Duurzame gassen

Een overgang van aardgas naar een duurzamer gas, zoals biogas, groen gas of waterstof vraagt mogelijk aanpassingen in het gasnetwerk. Zowel bovengronds als ondergronds verandert er meestal weinig betreft ruimtebeslag, een gasnetwerk dat aardgas transporteert lijkt veel op een netwerk voor duurzaam gas. Op dit moment mogen er door de Liander netwerken alleen gassen met aardgaskwaliteit getransporteerd worden, mogelijk kunnen duurzame gassen in de toekomst ook door de huidige netwerken getransporteerd worden. Daarnaast dient er soms een mengstation geplaatst te worden om op het moment van gebrek aan duurzaam gas, aardgas te kunnen leveren.

Algemeen

Concluderend kunnen we stellen dat nieuwe warmteoplossingen vaak meer ruimtebeslag in de openbare ruimte vragen. Er dient dus rekening gehouden te worden met de inpassing van deze infrastructuur wanneer er gekeken wordt naar een nieuwe warmteoplossing. Vaak kennen deze trajecten ingewikkelde en langere doorlooptijden waardoor het noodzakelijk is uw netbeheerder vroegtijdig te betrekken.

Liander

Als onafhankelijk netwerkbedrijf borgt Liander het publieke belang bij de (her)inrichting van de energie-infrastructuur. Wij zorgen voor een energievoorziening die iedereen onder gelijke condities toegang geeft tot betrouwbare, betaalbare en duurzame energie. Met dat publieke belang als uitgangspunt faciliteren wij de warmtetransitie. Met als inzet de maatschappelijke kosten zo laag mogelijk houden door waar mogelijk nieuwbouw niet meer aan te sluiten op aardgas, aardgas in de gebouwde omgeving slim uit te faseren en de lokaal best passende nieuwe warmteoplossingen te helpen realiseren. En ervoor te zorgen dat nieuwe energie-infrastructuren open zijn, zodat onze klanten kunnen kiezen uit meerdere aanbieders waarmee gelijke condities en betaalbaarheid beter geborgd zijn.

www.liander.nl

Meer weten?

Heeft u naar aanleiding van het lezen van de brochure vragen of heeft u behoefte aan ondersteuning bij het maken van een toekomstbestendig warmteplan voor uw gemeente? Neem dan contact op met uw relatiemanager bij Liander.

The Liander logo consists of the word "Liander" in white, bold, sans-serif font, set against a dark blue rectangular background. Below this rectangle is a horizontal bar with a purple-to-blue gradient.