

# De Vergert AARDGASVRIJ

Samen met inwoners onderzoekt de gemeente Duiven hoe de Vergert aardgasvrij kan worden. In deze rapportage leest u hoe de woning aardgasvrij gemaakt kan worden en wat dit betekent voor de woning.

## Zadelmakerstraat 59

Woningtype 6

Twee-onder-een  
kapwoningen 1976



In opdracht van de  
gemeente Duiven

Adviseur: Joachim Kooijnga  
Datum: 02-08-2024  
Vragen? [aardgasvrij@1stroom.nl](mailto:aardgasvrij@1stroom.nl)



# Samenvatting

## De Vergert aardgasvrij

In de Vergert onderzoekt de gemeente samen met bewoners hoe de buurt aardgasvrij kan worden. We onderzoeken 3 opties.

1. Iedere woning een individuele warmtepomp.
2. Het aanleggen van een warmtenet (stadswarmte).
3. Een gasnetwerk voor waterstof.

## Vergelijking van de drie opties

Om de opties te vergelijken, hebben we woningonderzoeken gedaan. Zo kunnen we zien welke oplossing het beste past bij de Vergert. In dit woningrapport laten we zien wat er in uw type woning zou moeten gebeuren voor de drie warmteoplossingen. Hieronder lichten we de benodigde maatregelen en de kosten toe.

## Wat moet er worden aangepast aan uw woning?

**Lucht-water warmtepomp.** Voor een warmtepomp moet de woning worden aangepast. Het dak, de vloer en de spouwmuur moeten worden geïsoleerd. De ramen moeten worden vervangen door HR++ glas. Doordat de woning goed geïsoleerd wordt, bespaart u veel energie. De binneninstallatie van de warmtepomp kan op de plek van cv-ketel. Dit neemt wel meer ruimte in beslag. Op het platte dak van de garage komt het buitendeel van de warmtepomp te staan. U moet overstappen op elektrisch koken.

**Warmtenet.** Voor het warmtenet hoeft er maar weinig te veranderen aan uw woning. Het is niet perse nodig om uw woning beter te isoleren voor een warmtenet, maar het is natuurlijk wel verstandig. Zo kunt u besparen op de energiekosten. De warmteafleveret van het warmtenet komt in de garage op dezelfde plek als de cv-ketel. U moet overstappen op elektrisch koken.

**Waterstof.** Er hoeft voor waterstof weinig te veranderen aan de woning. De cv-ketel moet worden vervangen door een cv-ketel geschikt voor waterstof. Omdat waterstof zo duur is, is het isoleren van de woning alsnog verstandig om een hoge energierekening te voorkomen. Sommige leidingen en koppelstukken moeten worden vervangen. Waterstof is nu nog niet beschikbaar voor het verwarmen van woningen. Of dit verandert in de toekomst is onzeker. De verwachting is dat waterstof geen kansrijke optie is voor de Vergert.

## Hoeveel gaat dit kosten?

In de volgende fase van het onderzoek gaan we de kosten voor huiseigenaren in kaart brengen. We zijn er op uit om later dit jaar (2024) meer informatie hierover te kunnen geven. Op hoofdlijnen kunnen we alvast de volgende conclusies trekken.

**De investering.** Voor een warmtenet en waterstof is de investering waarschijnlijk lager dan bij een warmtepomp. Dit komt ten eerste doordat er voor een warmtenet en waterstof geen extra isolatiemaatregelen nodig zijn en bij een warmtepomp wel. Daarnaast is de aansluitbijdrage (de eenmalige kosten die betaald moeten worden aan het warmtebedrijf om aan te sluiten op het warmtenet) waarschijnlijk lager dan de investering voor een warmtepomp. Voor waterstof is het nog erg onzeker.

**De energiekosten.** Een warmtepomp is erg efficiënt. Daarom zijn bij een warmtepomp de energiekosten flink lager dan bij een warmtenet of waterstof. Als de woning bij een warmtenet of waterstof niet extra geïsoleerd wordt, blijft de warmtevraag en dus het energiegebruik hoger dan bij een warmtepomp. Voor waterstof weten we nog niet wat de kosten worden. Op dit moment is waterstof veel duurder dan aardgas.

## Energiecoaches

Vindt u het lastig om dit rapport te lezen? Of wilt u graag verder advies? Een energiecoach neemt het rapport graag met u door. Maak een afspraak via [www.samen1nergie.nl/energie-coaches](http://www.samen1nergie.nl/energie-coaches)

# Inhoudsopgave

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| • <u>De Vergert Aardgasvrij</u>                                 | 4  |
| • <u>Woningtype 6 in De Vergert</u>                             | 5  |
| • <u>De woning bij de keuze voor een warmtenet</u>              | 6  |
| • <u>De woning bij de keuze voor een lucht-water warmtepomp</u> | 7  |
| • <u>De woning bij de keuze voor waterstof</u>                  | 8  |
| • <u>Wat moet er aan de woning worden aangepast?</u>            | 9  |
| • <u>Isolatiemaatregelen voor uw woning</u>                     | 10 |
| • <u>De kosten</u>                                              | 11 |
| • <u>Samenvatting en conclusies</u>                             | 12 |
| • <u>Bijlagen</u>                                               | 13 |



# De Vergert Aardgasvrij

## De warmtetransitie is van ons allemaal

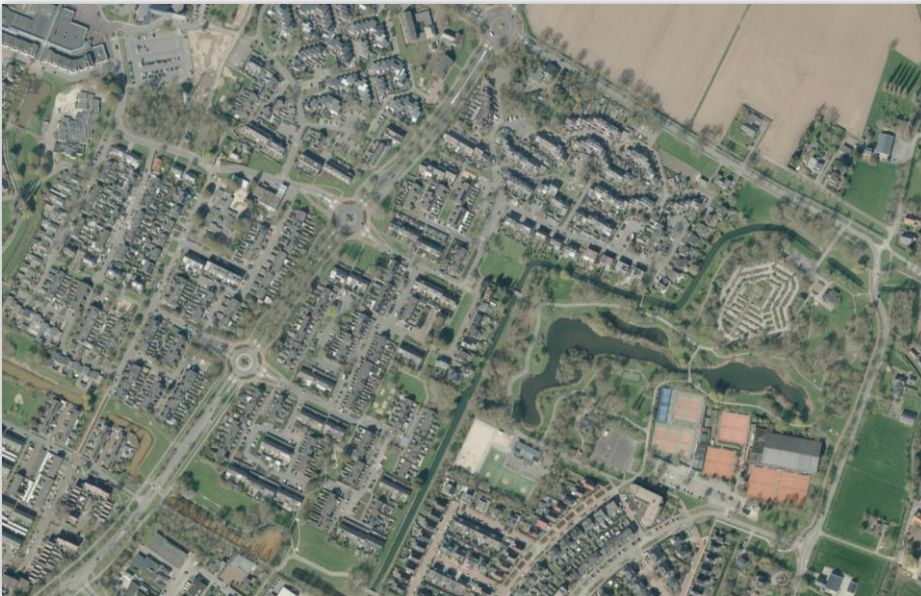
In 2050 gebruiken we in Nederland geen aardgas meer voor het verwarmen van huizen. De gemeente Duiven wil bewoners van de Vergert helpen om hun woning aardgasvrij te verwarmen. Zo bespaart u energie en zorgt u voor minder uitstoot van broeikasgassen, zoals CO<sub>2</sub>.

## Warmtenet, warmtepomp of waterstof?

In de Vergert onderzoekt de gemeente samen met bewoners drie opties voor aardgasvrij:

- (1) Iedere woning een individuele warmtepomp.
- (2) Het aanleggen van een warmtenet (stadswarmte) waarbij we uitgaan van aansluiting op het bestaande warmtenet van Vattenfall
- (3) Een gasnetwerk voor waterstof.

We onderzoeken nu wat de beste oplossing is voor de Vergert. Daarvoor zijn er woningonderzoeken gedaan. In dit rapport kunt u de resultaten daarvan lezen.



## Woningonderzoeken voor alle woningtypes

De woningen in de Vergert zijn opgedeeld in 10 verschillende woningtypes. Deze woningen zijn (vrijwel allemaal) tijdens de bouw volledig hetzelfde gebouwd (zie figuur hieronder). Door de woningonderzoeken hebben we voor elk woningtype in kaart wat er aan de woning moet gebeuren om de woning aardgasvrij te verwarmen.

Voor het woningonderzoek is 1 woning per type onderzocht. Deze woning verschilt waarschijnlijk deels van de andere woningen van hetzelfde type door bijvoorbeeld verbouwingen. Toch geeft dit woningonderzoek op hoofdlijnen voor alle woningen inzicht in wat er moet gebeuren.

## Wat vindt u in dit rapport?

In dit rapport leest u eerst wat de huidige/oorspronkelijke situatie van de woning is. We lichten toe wat de huidige verwarmingsinstallaties zijn en wat de isolatiewaarde van de woning is. Vervolgens geven we per oplossing meer uitleg over de techniek en de aanpassingen die nodig zijn om comfortabel te kunnen wonen.



# Woningtype 6 in de Vergert

## Algemene informatie

Deze twee-onder-1-kap woningen zijn in 1976 gebouwd. Er zijn in totaal 8 woningen van dit type in de Vergert.

Tijdens de bouw zijn deze woningen niet of nauwelijks geïsoleerd. Veel woningen zijn gedurende de jaren bouwkundig aangepast. Zoals het plaatsen van dakkapellen of een uitbouw, het vervangen van de kozijnen of het verplaatsen van binnenmuren.

## Energieverbruik

Het gasverbruik zegt iets over de warmte die nodig is. Het gemiddelde geschatte gasverbruik van deze woningen is 1510 m<sup>3</sup> per jaar.

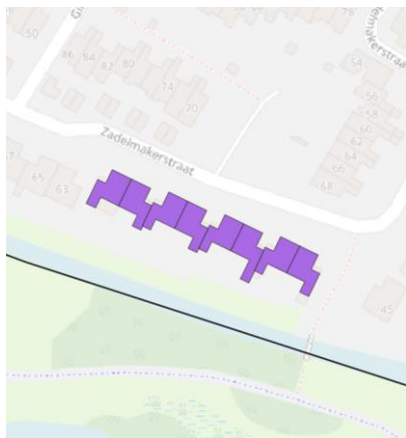
Er is veel verschil in het gasverbruik van woningen van hetzelfde type. Dat kan bijvoorbeeld komen door verschillend gebruik van de woning of betere/slechtere isolatie. Het gemiddelde gasverbruik van 1510 m<sup>3</sup> is iets lager dan verwacht op basis van de oorspronkelijke bouw. Er is daarom waarschijnlijk al meer geïsoleerd, bijvoorbeeld met nieuwe ramen of vloer-, gevel- of dakisolatie.

## Isolatie van de woning

Toen deze woningen werden gebouwd was er nog weinig aandacht voor isolatie. De ramen waren deels nog enkel glas. De vloer werd niet geïsoleerd. De spouwmuur is destijds voor de helft gevuld met isolatie en het dak heeft een zeer kleine isolatielaag.

De isolatiematerialen uit die tijd zijn verouderd. Door nieuwe isolatie te plaatsen kunt u veel energie besparen.

Veel bewoners hebben al (deels) geïsoleerd. Vaak hoeft dus niet alles aangepakt te worden.



## Kenmerken van de woning

|                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Bouwjaar               | 1976                    |
| Gebruiksoppervlakte    | 138 m <sup>2</sup>      |
| Aardgasverbruik        | Ca. 1510 m <sup>3</sup> |
| Elektriciteitsverbruik | 2530 kWh                |



# De woning bij de keuze voor een lucht-water warmtepomp

**Wat is een warmtepomp?** Een warmtepomp maakt warm water van elektriciteit en (gratis) warmte uit de buitenlucht, zelfs als het buiten koud is. Dit werkt alleen goed als de warmtepomp maximaal een watertemperatuur van 50 °C hoeft te maken, het liefst nog lager. Bij hogere temperaturen gaat de efficiëntie omlaag en daardoor uw energierekening omhoog. In de bijlagen vindt u meer informatie over de warmtepomp.

**De cv-ketel wordt vervangen door een lucht-water warmtepomp.** Dit type warmtepomp bestaat uit een buitenunit (1), een binnenunit (2) en een voorraadvat met warm water (2). Hiervoor is een geschikte plek nodig. Bij deze woningen kan de buitenunit heel goed geplaatst worden op het platte dak van de garage. Soms liggen daar al zonnepanelen, dan kan de buitenunit aan de muur hangen net boven het platte dak. De beste plek voor de binnenunit en het voorraadvat is in de garage op de plek waar nu de cv-ketel staat. Dit neemt wel extra ruimte in beslag, maar er is vaak genoeg ruimte. Er moeten leidingen worden aangelegd vanaf de buitenunit naar de binnenunit in de garage.

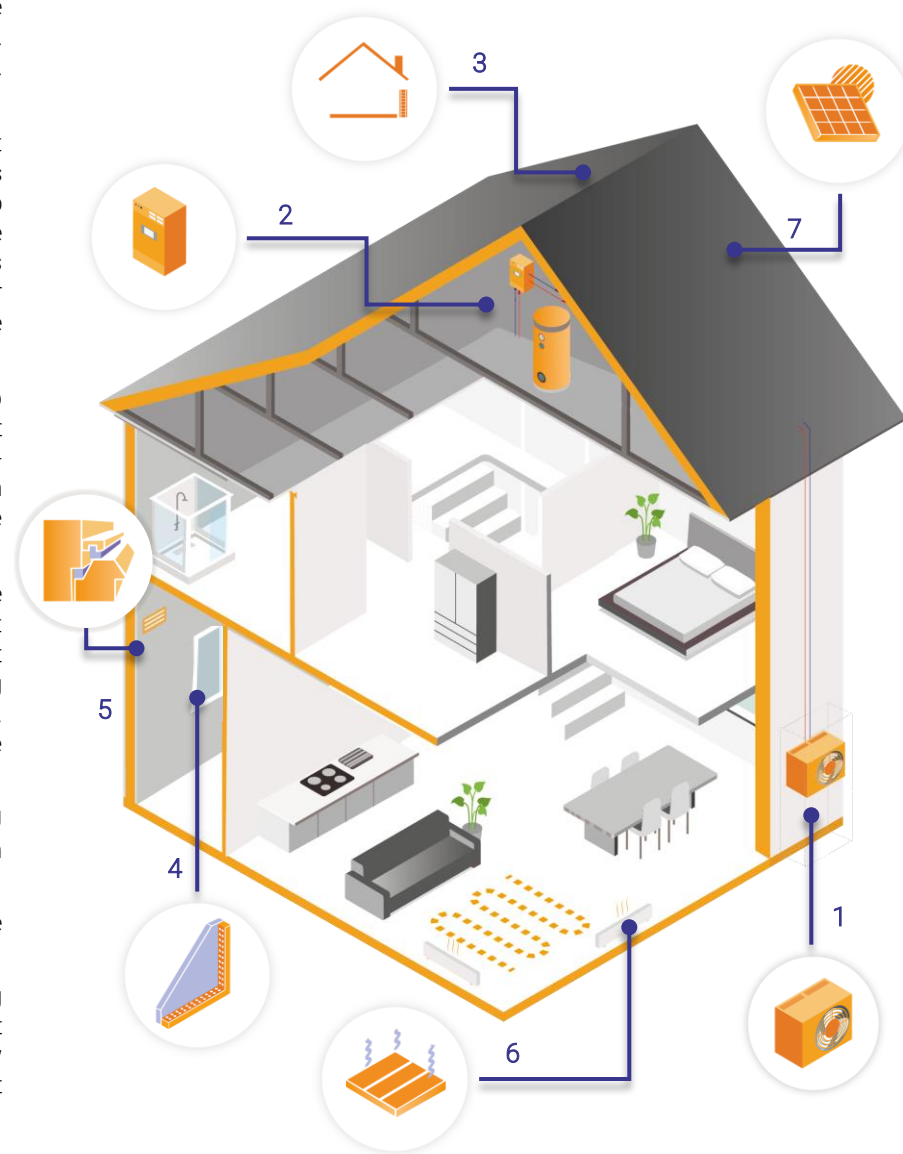
**De woning moet goed worden geïsoleerd voor een warmtepomp.** Doordat een warmtepomp alleen goed werkt bij lage temperaturen, moet de woning beter geïsoleerd worden (3). Dit geldt voor het dak, de spouwmuur en de vloer. Ook moeten de ramen vervangen worden door HR++-glas, waar dat nog niet gedaan is (4). Verder moeten de kieren goed worden gedicht (5). Om het dak beter te isoleren is het vaak nodig om de afwerking van de zolderkamers te vernieuwen.

**Soms zijn aanpassingen nodig aan de radiatoren.** Een warmtepomp werkt met lagere temperaturen. Daarom geven de radiatoren minder warmte af (6). Door goede isolatie van het huis is er ook minder warmte nodig. In deze woningen zijn de huidige radiatoren nog niet voldoende. U kunt radiatorventilatoren toepassen voor extra vermogen. Soms is het alsnog nodig om enkele radiatoren in de woonruimte te vervangen door lage temperatuur radiatoren. Vloerverwarming werkt ook. De radiatoren moeten waterzijdig worden ingeregeld. Zie de bijlage voor meer informatie over de radiatoren.

**Elektrisch koken.** Als uw woning van het aardgas af gaat, kunt u niet meer koken op gas. U heeft dan een elektrische kookplaat nodig. In de meterkast moet een kookgroep worden aangelegd voor de elektrische kookplaat.

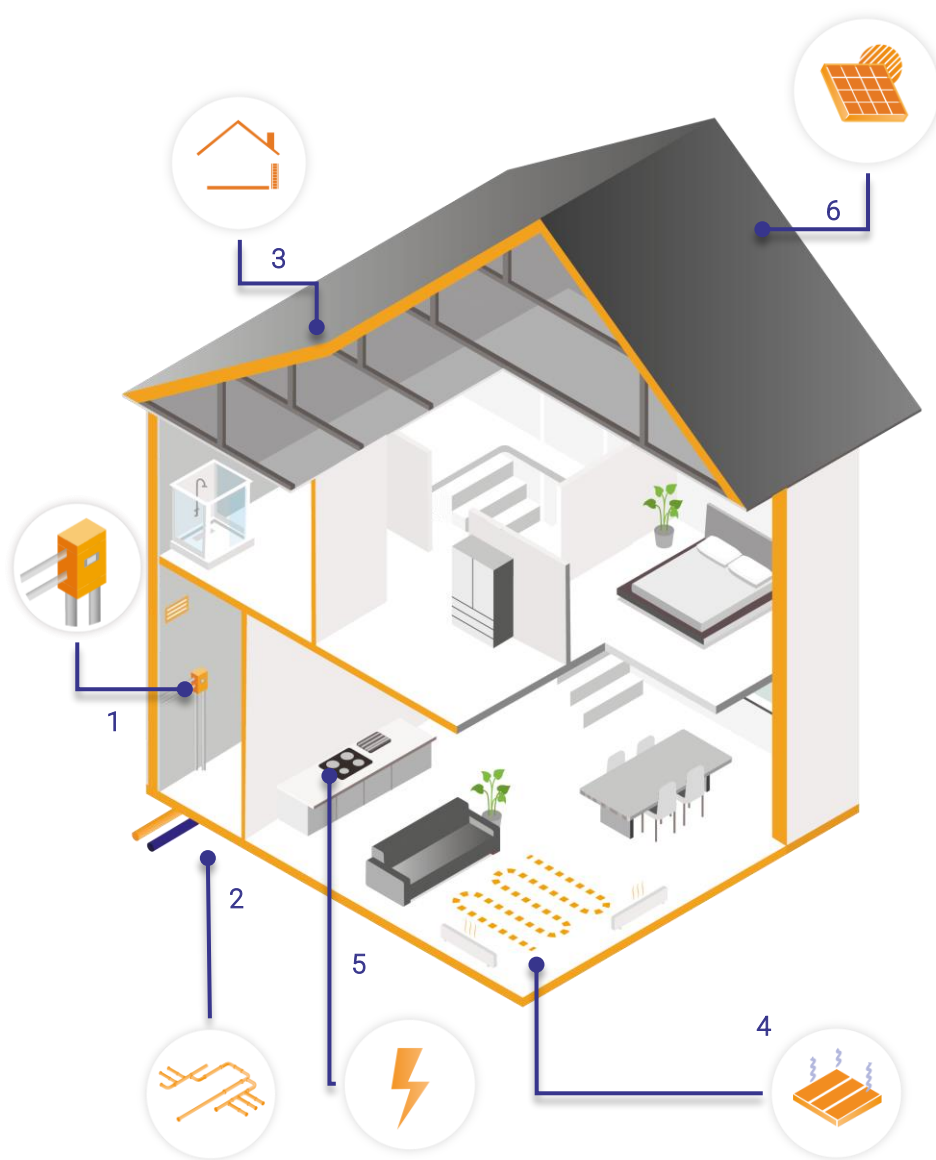
**Zonnepanelen.** Zonnepanelen zijn niet noodzakelijk, maar wel een duurzame en goede investering (7).

**Netbeheerder aansluitingen en meterkast.** Als u de woning verwarmt met een volledig elektrische warmtepomp en u kookt elektrisch, dan kunt u de gasaansluiting opzeggen. U hoeft dan niet meer te betalen voor het vastrecht voor de gasaansluiting. Afhankelijk van uw specifieke situatie is ombouw naar 3x 25 Ampere **vaak** noodzakelijk. De meterkast moet worden aangepast met extra groepen.





# De woning bij de keuze voor een warmtenet



**Wat is een warmtenet?** Bij een warmtenet komen er ondergrondse leidingen in de straat waar warm water door stroomt. Dat warme water verwarmt de woningen in de buurt.

**Een warmteafleverset in de garage in plaats van de cv-ketel.** De cv-ketel en de rookgaskanalen kunnen weg. In plaats daarvan komt een warmteafleverset (1). Deze komt op dezelfde plek als de cv-ketel in de garage te hangen. Uw verwarming en warm tapwater worden aangesloten via de bestaande leidingen. Daarnaast komen er komen leidingen van het warmtenet vanaf de straat via de tuin naar de afleverset in de garage (2). In de bijlage vindt u nog meer informatie.

**Als u aansluit op een warmtenet hoeft u bijna niet te isoleren.** Sinds de bouw hebben de meeste bewoners de woning al deels geïsoleerd. Veel woningen hebben dubbelglas en soms ook vloer-, spouw- of dakisolatie. Alleen wanneer de woning nog enkel glas heeft of bij veel kieren en tocht, is betere isolatie nodig voor een aansluiting op het warmtenet (3). Toch is isoleren altijd slim. Zo kunt u veel energie besparen. Kijk voor meer informatie over isoleren in de bijlagen. Of vraag advies aan een energiecoach via [www.samen1nergie.nl/energie-coaches](http://www.samen1nergie.nl/energie-coaches).

**De radiatoren hoeven niet aangepast te worden.** De radiatoren (4) kunnen bij een warmtenet voldoende warmte af blijven geven om het huis warm te houden tijdens de koude dagen. Bij aansluiting op het warmtenet worden de radiatoren waterzijdig ingeregeld.

**Elektrisch koken.** Als uw woning van het aardgas af gaat, kunt u niet meer koken op gas. U heeft dan een elektrische- of inductiekookplaat nodig (5). In de meterkast moet een kookgroep worden aangelegd voor de elektrische kookplaat. Soms moet ook de meterkast worden aangepast daarvoor.

**Zonnepanelen.** Zonnepanelen zijn niet noodzakelijk, maar wel een duurzame en goede investering (6).

**Netbeheerder aansluitingen.** Bij het aansluiten op het warmtenet en de overstap op elektrisch koken, kunt u het gascontract opzeggen. U hoeft dan niet meer te betalen voor vastrecht van aardgas.

# De woning bij de keuze voor groene waterstof

**Wat is groene waterstof?** Waterstof is een gas dat net als aardgas te gebruiken is voor het verwarmen van woningen. Groene waterstof kan gemaakt worden met groene stroom van bijvoorbeeld zonnepanelen of windmolens. Net als bij aardgas wordt de woning verwarmd met een (aangepaste) cv-ketel. Op dit moment is er nog geen groene waterstof beschikbaar voor het verwarmen van woningen. Daarnaast is waterstof nog heel erg duur.

**Een aangepaste cv-ketel en gasleidingen.** De huidige cv-ketel kan weg. Daar komt een cv-ketel speciaal voor waterstof voor in de plaats. De leidingen in huis kunnen deels gebruikt worden en moeten deels worden vervangen. Vaak zijn vooral nieuwe koppelstukken nodig. Of het gasnet in de wijk te gebruiken is, is niet zeker. Soms moet er een (tijdelijk) nieuw gasnet komen in de straat. (2)

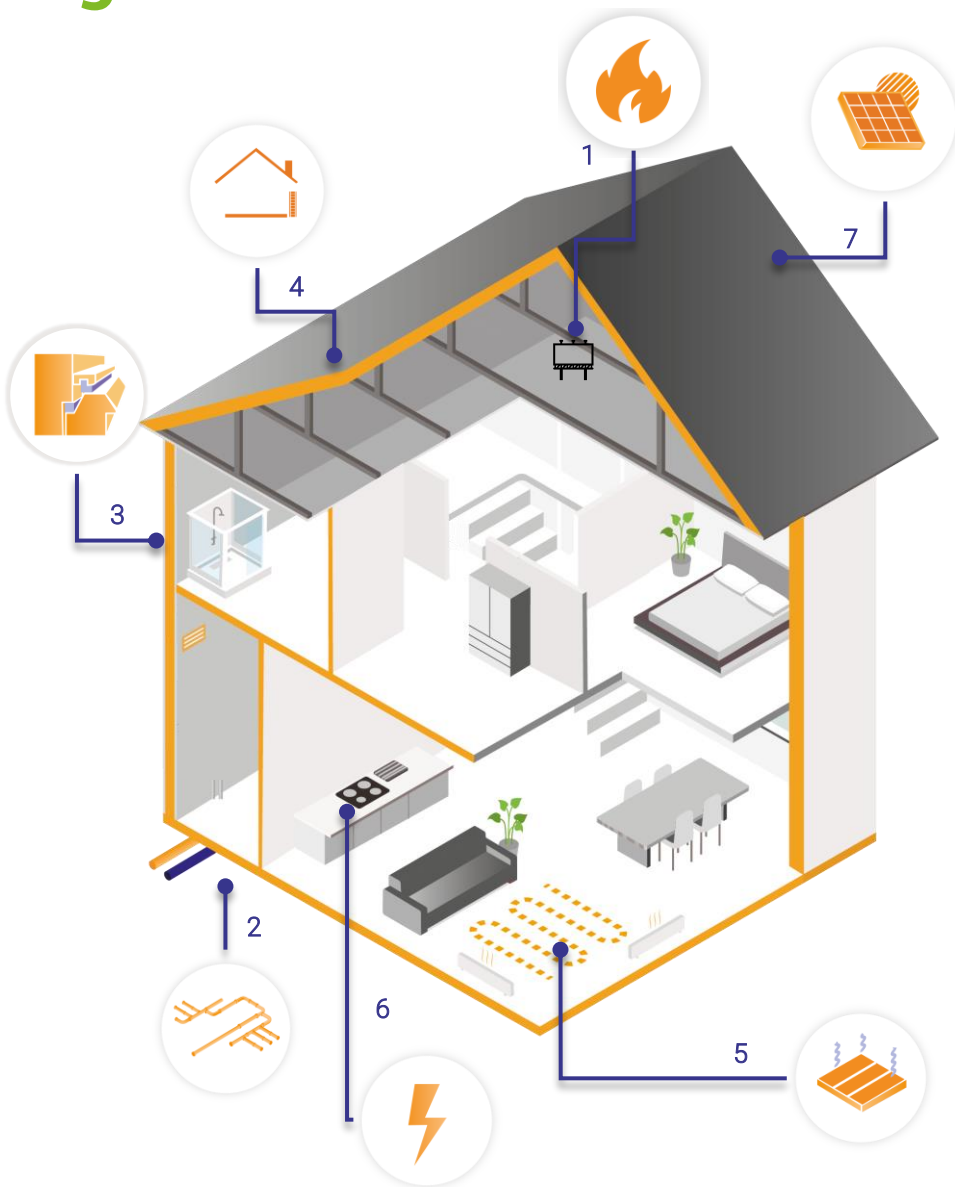
**Als u aansluit op waterstof hoeft u niet te isoleren.** Het is in theorie niet nodig om de woning te isoleren. Omdat waterstof zo duur is, is het wel verstandig om dit te doen. Daarmee wordt de energierekening lager. Kijk voor meer informatie over isolatie en kierdichting in de bijlagen of vraag advies aan een energiecoach via [www.samen1nergie.nl/energie-coaches](http://www.samen1nergie.nl/energie-coaches).

**Aanpassen van de radiatoren is niet nodig.** De radiatoren kunnen bij waterstof voldoende warmte af blijven geven om het huis warm te houden tijdens de koude dagen (5).

**Elektrisch koken.** Koken op waterstof kan niet. U heeft dus een elektrische kookplaat nodig (6). Er moet een kookgroep worden aangelegd voor de elektrische kookplaat. Soms moet daarvoor ook de meterkast worden aangepast.

**Zonnepanelen.** Zonnepanelen zijn niet noodzakelijk, maar wel een duurzame en goede investering (7).

**Netbeheerder aansluitingen.** Er moet een nieuwe gasmeter worden geïnstalleerd. U betaalt nog steeds voor vastrecht.





# Overzicht: welke aanpassingen zijn nodig?

|                          | Oorspronkelijke situatie                        | Warmtenet                                                                                                                                                                                     | Warmtepomp                                                                                                            | Waterstof                                                                    |
|--------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ventilatiesysteem</b> |                                                 |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                       |                                                                              |
| Type                     | Natuurlijke ventilatie                          | Voor een gezond binnenklimaat en het voorkomen van vochtproblemen is het belangrijk om voldoende te ventileren.<br>Voor elke oplossing is het advies om mechanische ventilatie toe te passen. |                                                                                                                       |                                                                              |
| Toevoer                  | Open ramen of via roosters in de ramen          | Bij mechanische ventilatie zijn er roosters boven de ramen of in de muur nodig                                                                                                                |                                                                                                                       |                                                                              |
| <b>Isolatie</b>          |                                                 |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                       |                                                                              |
| Gevel                    | Spouwmuur half gevuld met wol                   | -                                                                                                                                                                                             | Spouwmuur na isoleren                                                                                                 | -                                                                            |
| Dak                      | Minimale isolatie.                              | -                                                                                                                                                                                             | Dak verder isoleren (8-12 cm isolatie) → Rc ~ 3,5                                                                     | -                                                                            |
| Vloer                    | Geen vloerisolatie                              | -                                                                                                                                                                                             | Vloer isoleren (8-12 cm isolatie) → Rc ~ 3,5                                                                          | -                                                                            |
| Glas                     | Met name dubbel glas (geen HR++)                | -                                                                                                                                                                                             | Overall HR++ glas plaatsen → U ~ 1,2                                                                                  | -                                                                            |
| Kierdichting             | Kierdichting is redelijk                        | -                                                                                                                                                                                             | Overall kierdichting                                                                                                  | -                                                                            |
| <b>Installatie</b>       |                                                 |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                       |                                                                              |
| Installatie              | HR cv-ketel                                     | Aansluiting op warmtenet met een afleverset in de garage                                                                                                                                      | Plaatsing van lucht-water warmtepomp met afgifte op (maximaal) 50 °C                                                  | Nieuwe cv-ketel voor waterstof en aanpassing aan gasleidingen                |
| Tapwater                 | HR cv-ketel                                     | Wordt ook geleverd via afleverset                                                                                                                                                             | Plaatsing van boilervat van 200-300L. Deze wordt gevoed door de warmtepomp.                                           | Nieuwe cv-ketel voor waterstof                                               |
| Afgiftesysteem           | Normale radiatoren                              | -                                                                                                                                                                                             | Radiatorventilatoren plaatsen onder de radiatoren. Soms enkele radiatoren vervangen door lage temperatuur radiatoren. | -                                                                            |
| Thermostaat              | -                                               | Nieuwe bedrading vanuit trapkast, waarschijnlijk geen nieuwe thermostaat nodig.                                                                                                               | Huidige bedrading kan worden behouden, soms een nieuwe thermostaat nodig.                                             | Huidige bedrading kan worden behouden, geen nieuwe thermostaat nodig.        |
| <b>Overig</b>            |                                                 |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                       |                                                                              |
| Koken                    | Gasfornuis                                      | Elektrisch koken                                                                                                                                                                              | Elektrisch koken                                                                                                      | Elektrisch koken                                                             |
| Meterkast                | Hoofdaansluiting 1-fase. Vermoedelijk 35 ampère | Er moet een kookgroep worden aangelegd in de meterkast voor elektrisch koken                                                                                                                  | Verzwarende hoofdaansluiting naar 3x25A en aanpassen meterkast                                                        | Er moet een kookgroep worden aangelegd in de meterkast voor elektrisch koken |

# Isolatiemaatregelen voor uw woning

Afhankelijk van de keuze voor een warmtenet, waterstof of warmtepomp, moet de woning geïsoleerd worden tot een bepaald niveau. Voor een warmtenet en waterstof is er weinig (extra) isolatie nodig, omdat deze technieken (vrijwel) dezelfde temperatuur leveren als uw cv-ketel. Toch is isoleren altijd slim. Zo kunt u veel energie besparen. Om een comfortabele woning te behouden met een warmtepomp is isoleren wel nodig. Hieronder geven we een overzicht hoe goed elk onderdeel dan geïsoleerd moet worden.

| Gebouwonderdeel   | Minimale isolatiewaarden | Standaard, nodig voor wp |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| Vloer             | $R_c = 3,5$              | 8-13 cm isolatie         |
| Dak               | $R_c = 3,5$              | 8-13 cm isolatie         |
| Gevel (spouwmuur) | $R_c = 1,7$              | 6-7 cm spouwisolatie     |
| Gevelpanelen      | $R_c = 1,7$              | 6-7 cm isolatie          |
| Glas              | $U = 1,2$ (HR++)         |                          |
| Ventilatie        | Mechanische ventilatie   |                          |
| Kierdichting      | Verbeterde kierdichting  |                          |

## Glasisolatie

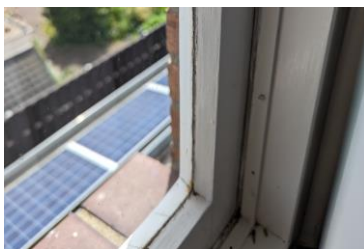
De meeste woningen hebben inmiddels dubbelglas, maar nog niet altijd HR++. De bezochte woning had op sommige plaatsen ook nog enkel glas. Voor een warmtepomp moeten de ramen vervangen worden voor HR++ glas of Triple glas. Dit is het belangrijkste in de ruimtes die worden verwarmd. Enkel glas is altijd verstandig om te vervangen.

## Vloerisolatie

Deze woningen hadden bij de bouw nog geen vloerisolatie. De beste manier om de vloer te isoleren, is met isolatiemateriaal tegen de onderkant van de vloer. Dit kan met verschillende materialen zoals glaswol, steenwol of isolerende folies. De vloer isoleren kunt u laten doen door een isolatiebedrijf. Maar als u handig bent, kunt u het eventueel ook zelf doen.

### Meer informatie?

Wilt u graag verder advies over isoleren? Een energiecoach kan u hierbij helpen. Maak een afspraak via [www.samen1nergie.nl/energie-coaches](http://www.samen1nergie.nl/energie-coaches). Meer informatie over isoleren? Kijk op: [www.milieucentraal.nl/energie-besparen](http://www.milieucentraal.nl/energie-besparen)

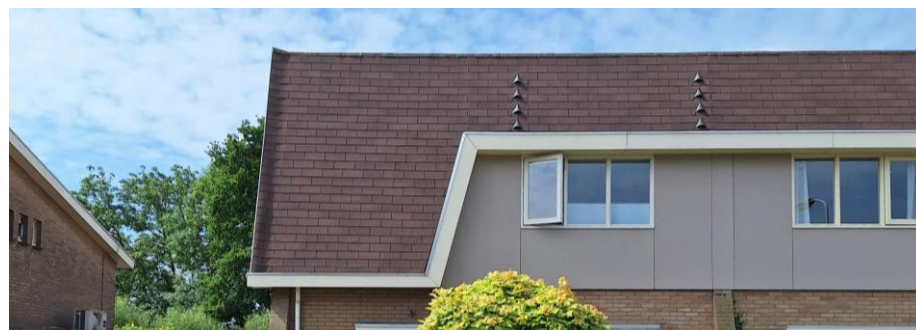


## Gevelisolatie: spouwmuur

De spouwmuur van deze woningen is bij de bouw voor de helft geïsoleerd met een isolatiewolf. Deze wol is nu vaak verouderd en verzakt. Door de spouwmuur na te isoleren, kan de hele spouw worden opgevuld. Dit verhoogt de isolatiewaarde. Het isoleren van de spouwmuur kan een gespecialiseerd bedrijf doen. Dit duurt ongeveer een halve dag.

## Gevelisolatie: gevelpanelen

De gevel van dit type woningen is voor een deel opgebouwd met gevelpanelen. Dit is een houten constructie met ruimte ertussen. Oorspronkelijk is hier in de Vergert niet genoeg isolatie toegepast. Dit kan verbeterd worden door de houten planken tijdelijk weg te halen en extra isolatie ertussen te plaatsen.



## Dakisolatie

De woningen in de Vergert hadden bij de bouw over het algemeen nog geen of matige dakisolatie. Omdat warmte opstijgt, verliezen de woningen daardoor veel warmte via het dak.

Dit type woning heeft een dak met zogenaamde shingles. Een dak met shingles kan niet aan de binnenzijde worden geïsoleerd omdat er anders vochtproblemen kunnen ontstaan. Isoleren moet dus aan de buitenzijde. Het is dan verstandig om het plaatsen van isolatie te combineren met het vervangen van de dakbedekking. Omdat u het dak deelt met de burens is het ook handig om het isoleren samen te doen. Laat dit uitvoeren door een isolatiebedrijf.

# De kosten

De kosten worden op dit moment nog beter onderzocht in de Vergert. Voor het warmtenet is eerst een onderzoek nodig om de kosten te bepalen. Later komt er voor elke woning in de Vergert een duidelijk kostenoverzicht. Op hoofdlijnen weten we al wel hoe de kosten van de verschillende oplossingen van elkaar verschillen.

**De investering.** Voor een warmtenet en waterstof is de investering waarschijnlijk lager dan de investering bij een warmtepomp. Dit komt ten eerste doordat er voor een warmtenet geen extra isolatiemaatregelen nodig zijn en bij een warmtepomp wel. Daarnaast zijn de eenmalige kosten die u moet betalen om aan te sluiten op het warmtenet (de aansluitbijdrage), waarschijnlijk lager dan de investering voor een warmtepomp. Voor waterstof is het allemaal nog erg onzeker.

| Overzicht investeringen                   | Warmtenet                    | Warmtepomp                            | Waterstof          |
|-------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Gevelisolatie                             | Niet nodig                   | Wel nodig                             | Niet nodig         |
| Dakisolatie                               | Niet nodig                   | Wel nodig                             | Niet nodig         |
| Vloerisolatie                             | Niet nodig                   | Wel nodig                             | Niet nodig         |
| Ramen                                     | Niet nodig *                 | Wel nodig                             | Niet nodig*        |
| Kierdichting                              | Niet nodig*                  | Wel nodig                             | Niet nodig*        |
| Verwarmingsinstallatie                    | Aansluiting warmtenet        | Warmtepomp                            | Cv-ketel waterstof |
| Kosten radiatoren + waterzijdig inregelen | Alleen waterzijdig inregelen | LT radiatoren + waterzijdig inregelen | Niet nodig         |
| Kosten kookplaat + aansluiting meterkast  | Wel nodig                    | Wel nodig                             | Wel nodig          |
| Subsidie 2024 (ISDE)                      | Warmtenet ISDE               | Warmtepomp + isolatie ISDE            | -                  |

*\*Uitzonderingen: Enkel glas moet worden vervangen bij een warmtenet. Ook slechte kierdichting moet worden aangepakt.*

**De energiekosten.** Een warmtepomp is erg efficiënt. Daarom zijn bij een warmtepomp de energiekosten flink lager dan bij een warmtenet of waterstof. Als de woning bij een warmtenet of waterstof niet extra geïsoleerd wordt, blijft de warmtevraag en dus het energiegebruik hoger dan bij een warmtepomp. Voor waterstof weten we nog niet wat de kosten worden. Op dit moment is waterstof veel duurder dan aardgas.

## Algemene conclusies:

1. Een warmtepomp vraagt een hoge investering en heeft daarna lage energiekosten
2. Een warmtenet vraagt waarschijnlijk een lagere investering vooraf, maar heeft hogere energiekosten
3. De investering vooraf voor waterstof is waarschijnlijk relatief laag. De energiekosten zijn waarschijnlijk (zeer) hoog. Er is veel onzekerheid over de kosten van waterstof.

## Extra verduurzamingsmaatregelen

1. Isoleren kan altijd. Bij een warmtenet of waterstof is het niet noodzakelijk, maar wel verstandig.
2. Zonnepanelen verlagen uw energierekening
3. Met kleine maatregelen kunt al veel besparen. Denk aan: radiatorfolie, temperatuur cv-ketel omlaag zetten, bewust ventileren, kierdichting, etc.

Kijk voor meer informatie op:

<https://www.samen1nergie.nl/wat-kun-jij-doen/>

Of vraag gratis advies van een energiecoach:

<https://www.samen1nergie.nl/energie-coaches/>



# Conclusies

## Wat moet er worden aangepast aan de woning?

**Lucht-water warmtepomp.** Voor een warmtepomp moet de woning worden aangepast. Het dak, de vloer en de spouwmuur moeten worden geïsoleerd. De ramen moeten worden vervangen door HR++ glas. Doordat de woning goed geïsoleerd wordt, bespaart u veel energie. De binneninstallatie van de warmtepomp kan op de plek van cv-ketel. Dit neemt wel meer ruimte in beslag. Op het platte dak van de garage komt het buitendeel van de warmtepomp te staan. U moet overstappen op elektrisch koken.

**Warmtenet.** Voor het warmtenet hoeft er maar weinig te veranderen aan uw woning. Het is niet perse nodig om uw woning beter te isoleren voor een warmtenet, maar het is natuurlijk wel verstandig. Zo kunt u besparen op de energiekosten. De warmteafleverset van het warmtenet komt in de garage op dezelfde plek als de cv-ketel. U moet overstappen op elektrisch koken.

**Waterstof.** Er hoeft voor waterstof weinig te veranderen aan de woning. De cv-ketel moet worden vervangen door een cv-ketel geschikt voor waterstof. Sommige leidingen en koppelstukken moeten worden vervangen. Waterstof is alleen nog niet beschikbaar en ook in de toekomst onzeker. U moet overstappen op elektrisch koken.

## Hoeveel gaat dit kosten?

In de volgende fase van het onderzoek gaan we de kosten voor huiseigenaren in kaart brengen. We zijn er op uit om later dit jaar (2024) meer informatie hierover te kunnen geven. Op hoofdlijnen kunnen we alvast de volgende conclusies trekken.

**De investering.** Voor een warmtenet en waterstof is de investering waarschijnlijk lager dan bij een warmtepomp. Dit komt ten eerste doordat er voor een warmtenet en waterstof geen extra isolatiemaatregelen nodig zijn en bij een warmtepomp wel. Daarnaast zijn de eenmalige kosten die betaald moeten worden aan het warmtebedrijf om aan te sluiten op het warmtenet (de aansluitbijdrage), waarschijnlijk lager dan de investering voor een warmtepomp. Voor waterstof is het nog erg onzeker.

**De energiekosten.** Een warmtepomp is erg efficiënt. Daarom zijn bij een warmtepomp de energiekosten flink lager dan bij een warmtenet of waterstof. Als de woning bij een warmtenet of waterstof niet extra geïsoleerd wordt, blijft de warmtevraag en dus het energiegebruik hoger dan bij een warmtepomp. Voor waterstof weten we nog niet wat de kosten worden. Op dit moment is waterstof veel duurder dan aardgas.





# Bijlagen

U kunt de bijlagen lezen als u meer over de details wilt weten. De informatie in de bijlagen is technischer beschreven en gaan dieper in op de inhoud.

# Bijlage 1 - De staat van de woning - technisch

| Algemeen                  |                                                                                   |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Bouwjaar                  | 1976                                                                              |
| Gebruiksoppervlakte       | 138 m <sup>2</sup>                                                                |
| Gemiddeld gasverbruik     | 1510 m <sup>3</sup>                                                               |
| Gemiddeld elektraverbruik | 2530 kWh                                                                          |
| Verwarmingssysteem        |                                                                                   |
| Type                      | HR cv-ketel                                                                       |
| Locatie                   | Garage                                                                            |
| Ventilatiesysteem         |                                                                                   |
| Type                      | Natuurlijke ventilatie                                                            |
| Bouwjaar                  | -                                                                                 |
| Afgiftesysteem            |                                                                                   |
| Type radiatoren           | Paneelradiatoren                                                                  |
| Afgiftevermogen 70 °C     | 8 kW                                                                              |
| Afgiftevermogen 50 °C     | 5,7 kW                                                                            |
| Inregelmogelijkheden      | De radiatoren zijn op dit moment vaak niet geschikt om waterzijdig in te regelen. |

| Isolatie                            |                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gevelisolatie                       | Half geïsoleerde spouw met een soort wol. Isolatiemateriaal in verouderde staat.                                                                          |
| Vloerisolatie                       | Geen vloerisolatie                                                                                                                                        |
| Dakisolatie                         | Minimale isolatie (Rc 0,86). Bij geschouwde woning niet fysiek vast te stellen.                                                                           |
| Beglazing                           | Vaak dubbelglas (geen HR++)                                                                                                                               |
| Indicatie benodigd vermogen         | 10 kW                                                                                                                                                     |
| Keuken                              |                                                                                                                                                           |
| Koken                               | Vaak een gasfornuis. Voor elektrisch koken is een extra kabel nodig van de keuken naar de meterkast. In de meterkast moet een kookgroep worden aangelegd. |
| Beschikbare ruimte voor installatie |                                                                                                                                                           |
| Kruipruimte                         | Goed bereikbaar en voldoende werkruimte voor leidingwerk voor aansluiting warmtenet.                                                                      |
| Garage                              | Genoeg ruimte voor warmtepomp en buffervat of warmteafleverset                                                                                            |
| Meterkast                           | Nu 1 fase hoofdaansluiting, vermoedelijk 35 ampère. Afhankelijk van uw specifieke situatie is ombouw naar 3x 25 Ampere <u>vaak</u> noodzakelijk           |



# Bijlage 2 - Afgiftesysteem en waterzijdig inregelen

We hebben tijdens het woningbezoek de radiatoren opgemeten. Daarbij hebben we het type en de afmetingen van elke radiator vastgesteld. Hiermee berekenen we de huidige afgiftecapaciteit. Ook berekenen we de capaciteit van de radiatoren bij een lagere aanvoertemperatuur, geschikt voor een warmtepomp. De capaciteit van de radiatoren vergelijken wij met het geschatte benodigde vermogen, op basis van het huidige jaarlijkse gasverbruik.

## Deze woning

Als er geïsoleerd wordt, dan gaat uw gasverbruik én het benodigde vermogen naar beneden. Na isolatie is er dus ook minder afgiftevermogen nodig. Op basis van 1510 m<sup>3</sup> gas is het gevraagde vermogen 10 kW. Na isoleren wordt dit 7,1 kW. Zoveel moet het afgiftesysteem minstens kunnen afgeven.

## Conclusie

Nadat de woning goed is geïsoleerd schatten we in dat er nog 7,1 kW (kilowatt) vermogen nodig is. De radiatoren in deze woning geven bij 50 graden (temperatuur van een warmtepomp) nog zo'n 5,7 kW af. Dit is niet voldoende, dus er moet meer vermogen geïnstalleerd worden. Dat kan door het toepassen van radiator ventilatoren en het vervangen van normale radiatoren door lage temperatuur radiatoren. Vloerverwarming aanleggen werkt ook goed op lage temperatuur en geeft meer comfort. Als de vloer aan vervanging toe is, kunt u overwegen om dan ook meteen vloerverwarming aan te leggen.

*Let op: dit is van toepassing op de bezochte woning. Andere woningen van dit type hebben wellicht een ander afgiftesysteem. Daarnaast is dit is een schatting op basis van het gasverbruik en geeft alleen een eerste indicatie of het afgiftesysteem geschikt zal zijn bij lagere aanvoertemperaturen. Een installateur kan hierin verder adviseren.*

| Capaciteitsberekening     | Aanvoertemperatuur:<br>70 °C | Aanvoertemperatuur:<br>50 °C |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Begane grond              | 4,9 kW                       | 3,5 kW                       |
| 1 <sup>e</sup> verdieping | 3,1 kW                       | 2,2 kW                       |
| <b>Totale capaciteit</b>  | <b>8,0 kW</b>                | <b>5,7 kW</b>                |

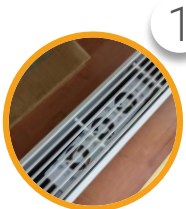
## Waterzijdig inregelen

Waterzijdig inregelen van radiatoren zorgt ervoor dat het warme water in een verwarmingssysteem goed verdeeld wordt over alle radiatoren in een huis. Als de radiatoren niet goed zijn ingesteld, kan het gebeuren dat sommige kamers te warm worden en andere niet warm genoeg.

Bij waterzijdig inregelen wordt elke radiator zo afgesteld dat deze precies de juiste hoeveelheid warm water krijgt. Dit gebeurt door de instellingen van de radiatorcransen aan te passen. Hierdoor werkt het systeem efficiënter en verbruikt u minder energie.

Waterzijdig inregelen kan alleen als er geschikte afsluiters zijn. In de meeste woningen zijn deze niet aanwezig.

Wat kunt u doen voor een beter afgiftesysteem? Van een relatief lage naar hoge investering en klustijd



1

**Ventilatoren** onder huidige radiatoren: 20%-30% extra vermogen. Hierdoor wordt uw woning sneller warm.



2

Huidige radiatoren vervangen door **lage temperatuur** (LT-)radiatoren.



3

Huidige radiatoren vervangen door vloerverwarming.

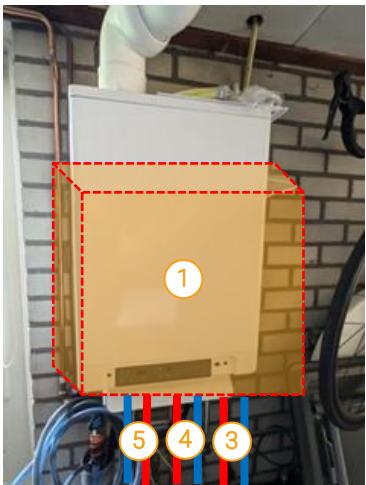


# Bijlage 3a - Inpassing installatie bij een warmtenet

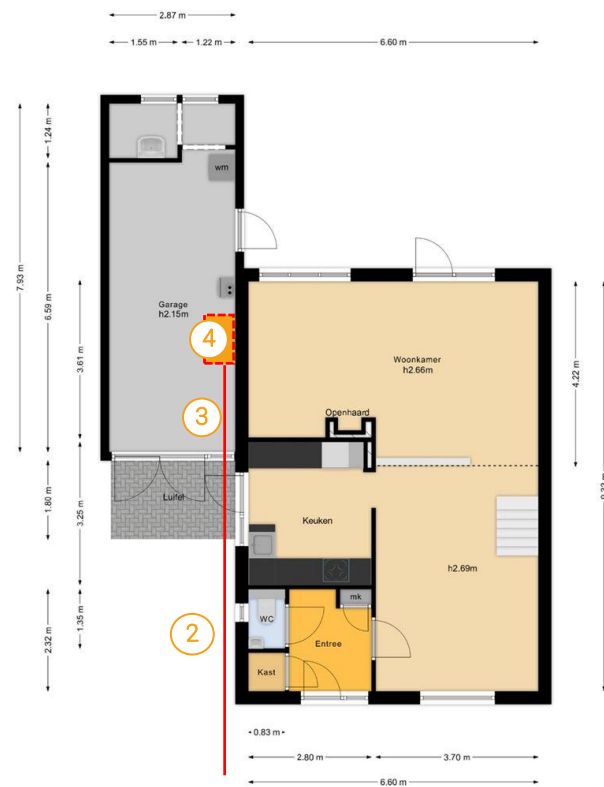
**Warmteafleverzet** Op de foto's is met de oranje objecten ingetekend waar de afleverzet kan komen bij de aansluiting op een warmtenet (1). De huidige plek van cv-ketel is ook geschikt voor de warmteafleverzet. De warmteafleverzet is ook ongeveer even groot als de cv-ketel. Er verandert dus vrijwel niets.

**Leidingwerk buiten en binnen de woning.** Om de afleverzet aan te sluiten op het warmtenet zijn aansluitleidingen nodig. Onder de oprit wordt in de grond de leiding aangelegd (2) en via de garage wordt de aansluitleiding vervolgens aan de afleverzet gekoppeld (3). De leidingen van het cv-systeem en warm tapwater worden gewoon opnieuw gebruikt (4) (5).

**Let op! Maatwerk per woning.** De definitieve keuze voor de locatie van de afleverzet en het leidingwerk worden later definitief bepaald in overleg met de bewoner. De uiteindelijke locatie kan dus afwijken van wat er in dit rapport is aangegeven. Sommige bewoners hebben hun huis anders ingericht waardoor de aangeven locaties niet mogelijk zijn, er wordt dan een alternatieve locatie gezocht.



| Lengte leidingwerk                                    | Tracélengte |
|-------------------------------------------------------|-------------|
| Inpandig tracé naar afleverzet (3)                    | Ca. 3 m     |
| Inpandig tracé van afleverzet naar cv-aansluiting (4) | Ca. 0 m     |



Voorbeeld locatie voor de warmteafleverzet. De locatie ligt niet vast.

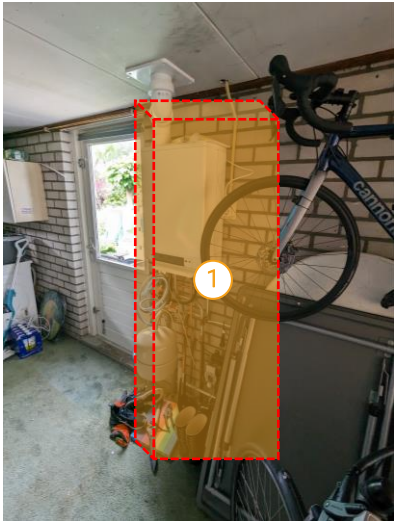
# Bijlage 3b - Inpassing installatie bij een warmtepomp

## Warmtepomp

Op de foto's is met de oranje objecten ingetekend waar de nieuwe installaties bij de keuze voor een warmtepomp kunnen komen te staan.

- In de garage wordt uw huidige cv-ketel vervangen door een warmtepomp met een groot buffervat (1).
- Buiten komt er een buitenunit van de warmtepomp. De meest logische plek hiervoor is op het platte dak van de garage. Als het platte dak vol is (zoals bij de bezochte woning) kan de buitenunit worden opgehangen aan de muur. Het definitieve besluit hierover neemt de bewoner zelf in samenspraak met een installateur. In de figuren hieronder zijn 2 mogelijke locaties geschetst (2).
- Via het dak van de garage kan de binnenunit aan de buitenunit worden gekoppeld (3).

**Let op!** De exacte locatie van de binnen- en buitenunit wordt samen met u bepaald door uw installateur.



| Lengte leidingwerk                                                | Tracélengte |
|-------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tracé van buitenunit naar binnenunit<br>warmtepompinstallatie (3) | Ca. 1 m     |



Voorbeeld locatie voor de warmtepomp. De locatie ligt niet vast.

# Bijlage 4a – Informatie over isoleren

Afhankelijk van de keuze voor een warmtenet, waterstof of warmtepomp, moet de woning geïsoleerd worden tot een bepaald niveau. Voor een warmtenet is er weinig (extra) isolatie nodig, omdat het warmtenet (vrijwel) dezelfde temperatuur levert als uw cv-ketel. Maar isoleren is altijd verstandig. U bespaart hiermee flink op de energierekening.

Om een woning efficiënt en comfortabel te verwarmen met een warmtepomp, is een aantal aanpassingen aan de woningen nodig:

- Goede isolatie
- Goede kierdichting van de hele woning

Voor de benodigde aanpassingen aan de gebouwschil is aangesloten op de 'Isolatiestandaard voor woningen' van de rijksoverheid (tabel hieronder). Door te isoleren naar deze standaard, worden woningen geschikt voor het verwarmen met een warmtepomp. Om te voldoen aan de isolatiestandaard moeten alle gebouwonderdelen minimaal worden geïsoleerd tot deze waarden.

| Gebouwonderdeel   | Minimale isolatiewaarden | Standaard, nodig voor wp |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| Vloer             | $R_c = 3,5$              | 8-12 cm isolatie         |
| Dak               | $R_c = 3,5$              | 8-12 cm isolatie         |
| Gevel (spouwmuur) | $R_c = 1,7$              | 6-7 cm spouwisolatie     |
| Gevelpanelen      | $R_c = 1,7$              | 6-7 cm isolatie          |
| Glas              | $U = 1,2$ (HR++)         |                          |
| Ventilatie        | Mechanische ventilatie   |                          |
| Kierdichting      | Verbeterde kierdichting  |                          |

De **RC-waarde** is een maat voor de isolatie van een gebouwonderdeel, zoals een muur of vloer. Hoe hoger de RC-waarde, hoe beter de isolatie. Voor glas wordt de **U-waarde** gebruikt. Daarbij geldt juist: hoe lager de U-waarde, hoe beter het glas isoleert.

## Gevelisolatie: spouwmuur

De woningen in de Vergert hebben allemaal een spouwmuur.

### 1. Spouwmuur zonder isolatiemateriaal

In dit geval is het isoleren van de spouwmuur de beste besparingsmaatregel die u kunt nemen. Een isolatiebedrijf kan de hele spouwmuur isoleren in minder dan een dag.

### 2. Spouwmuur, half gevuld met isolatiemateriaal sinds de bouw

Het isolatiemateriaal is in dit geval vaak verouderd en verzakt. Het werkt daarom niet meer optimaal. Dit kunt u laten controleren door een isolatiebedrijf. Het na isoleren van de spouwmuur bij verouderd materiaal is verstandig.

### 3. Spouwmuur, volledig gevuld met isolatiemateriaal

In deze situatie hoeft er in principe niets te gebeuren. Als de isolatie er al sinds de bouw in zit, dan is het wel goed om een bedrijf te vragen om te controleren of het isolatiemateriaal niet is uitgezakt. In dat geval werkt de isolatie niet meer goed en is vervanging het overwegen waard.

## Gevelisolatie: gevelpanelen

De gevel van dit type woningen is deels opgebouwd met gevelpanelen. Dit is een houten constructie met ruimte ertussen. Oorspronkelijk is hier in de Vergert niet genoeg isolatie toegepast. Dit moet dus beter. Om de gevelpanelen te isoleren moeten de houten planken tijdelijk verwijderd worden zodat er isolatie tussen kan worden geplaatst.

Het kan soms makkelijk zijn om een gebouwonderdeel beter te isoleren dan nodig. De extra materiaalkosten zijn vaak beperkt. Het is aan te raden om dan beter te isoleren dan de minimale waarden uit de tabel, wanneer dit mogelijk is.

# Bijlage 4b - Informatie over isoleren

## Dakisolatie

De woningen in de Vergert hadden bij de bouw over het algemeen nog geen of matige dakisolatie. Omdat warmte opstijgt, verliezen de woningen daarom veel warmte via het dak. Uw dak kan beter geïsoleerd worden.

### 1. Schuin dak met shingles

Dit type woning heeft een dak met zogenaamde shingles. Een dak met shingles kan niet aan de binnenzijde worden geïsoleerd. Dit moet aan de buitenzijde. Het is dus logisch om de dakbedekking tegelijk te vernieuwen als de isolatie wordt geplaatst. Het dak wordt gedeeld met de burens, daarom is het handig om het isoleren samen met de burens te doen. Laat dit uitvoeren door een isolatiebedrijf.

### 2. Plat dak: isoleren vanaf de buitenkant.

Voor een plat dak wordt de isolatie meestal bovenop het dak aangebracht, onder een nieuwe dakbedekking. Het vervangen van de dakbedekking is duur, en moet gemiddeld elke 25 jaar. Het is daarom verstandig om het isoleren te combineren met nieuwe dakbedekking. Als de dakbedekking de komende 10 tot 15 jaar niet aan vervanging toe is, kan er ook worden gekozen voor isolatie op de bestaande dakbedekking. Dit heet omgekeerde dakisolatie.

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/zelf-dak-isoleren/>



## Vloerisolatie

Woningen in de Vergert hadden bij de bouw nog geen vloerisolatie. Het isoleren van de vloer kan op meerdere manieren:

### 1. Vloerisolatie vanuit de kruipruimte.

Als de woning een kruipruimte heeft, dan is de beste manier om de vloer te isoleren met isolatiemateriaal tegen de onderkant van de vloer. Dit kan met verschillende materialen zoals glaswol, steenwol, isolerende folies of pur. De vloer isoleren kan uitgevoerd worden door een isolatiebedrijf, maar kan ook door een handige bewoner zelf worden gedaan.

### 2. Isolatie vanaf de bovenkant.

Als er geen kruipruimte aanwezig is, kan de vloer ook vanaf de bovenkant worden geïsoleerd. Hierdoor wordt de vloer hoger, waardoor vloerdrempels en deurhoogtes moeten worden aangepast.

### 3. Bodem isoleren.

Als het isoleren aan de onderkant van de vloer of vanaf de bovenkant niet mogelijk is, kan ook de bodem van de kruipruimte worden geïsoleerd. Deze isolatiemethode werkt echter minder goed en wordt dus niet aangeraden als 1e keuze.

Bodemisolatie kan nuttig zijn als de kruipruimte te laag is om de onderkant van de vloer te isoleren en/of vochtig is, omdat het helpt het vochtgehalte in de kruipruimte te verminderen. Het nadeel is onder andere dat de kruipruimte niet meer (goed) bereikbaar is voor onderhoud aan kabels of leidingen. Als er wel iets aan de kruipruimte moet gebeuren, moet er eerst betaald worden voor het verwijderen van de isolatie.

Met vloerisolatie vanuit de kruipruimte is het goed mogelijk om een isolatiewaarde (Rc waarde) van 3,5 of hoger te halen. Een Rc waarde van 3,5 komt overeen met ongeveer 12 cm isolatie, afhankelijk van het type isolatiemateriaal. Als het mogelijk is, kies dan voor een hogere isolatiewaarde.

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/zelf-vloer-isoleren/>



# Bijlage 4c - Informatie over isoleren

## Glasisolatie

De meeste woningen hebben inmiddels dubbelglas, maar nog niet HR++. Voor de toepassing van een warmtepomp moeten deze vervangen worden door HR++ glas of Triple glas.

### 1. Kozijnen zijn in goede staat.

Als de kozijnen nog in goede staat zijn, dan kan HR++ in de bestaande kozijnen geplaatst worden. Als er nog enkelglas in de woning aanwezig is, dan kan dat het beste direct vervangen worden. Ook 'lek' dubbelglas kan het best meteen vervangen worden, omdat dat net zo slecht isoleert als enkel glas. Lek dubbelglas is te herkennen door condensatie (er ontstaan waterdruppels) tussen de 2 glazen of een witte waas door kalkaanslag.

### 2. Kozijnen in slechte staat.

Als de kozijnen vervangen moeten worden kan Triple Glas worden overwogen. Dat isoleert nog beter en door de hogere subsidie kan dit financieel interessant zijn. De nieuwe kozijnen moeten speciale isolerende kozijnen zijn.

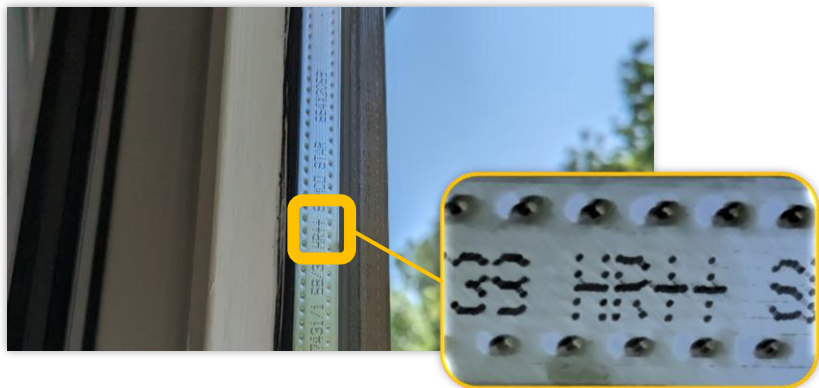
<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/dubbel-glas-hr-glas-triple-glas/>

## Kierdichting

Door ongewenste tocht verliest een huis veel warmte. Denk hierbij aan de brievenbus, niet goed sluitende ramen en ook aan de aansluiting van het dak en de muur. Door deze naden en kieren te dichten kan er veel energie bespaard worden én wordt het comfort in huis sterk verhoogd.

Bewoners kunnen zelf makkelijk aan de slag met kierdichting. Dat is goedkoper dan het laten uitvoeren, en goed te doen voor de doe-het-zelver. Wordt een gebouwonderdeel, zoals bijvoorbeeld het dak, geïsoleerd door een professioneel bedrijf? Zorg er dan voor dat het bedrijf extra aandacht besteed aan kierdichting.

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/naden-en-kieren-dicht/>



# Bijlage 5 – Foto's huidige situatie

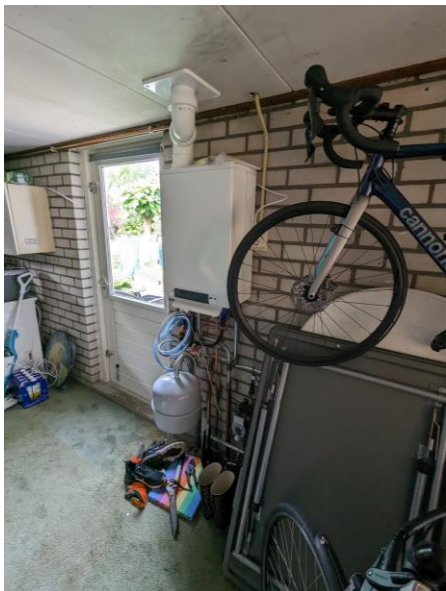


Foto 1: Plek Cv-ketel



Foto 2: Paneelradiatoren



Foto 3a en b: Kruipruimte met bodemisolatie



Foto 4: Huidige cv-ketel en aansluitingen



Foto 5: Groepenkast