

INGENIEURSBUREAU



# Thermografisch onderzoek + Advies verduurzaming

---

---

Opdrachtgever:

Gemeente Utrechtse Heuvelrug

Op alle diensten van Ingenieursbureau Van der Kleij zijn de leveringsvoorwaarden van toepassing conform DNR 2011.

ir. P.S. van der Kleij

Boccherinistraat 2, 6815 GX Arnhem

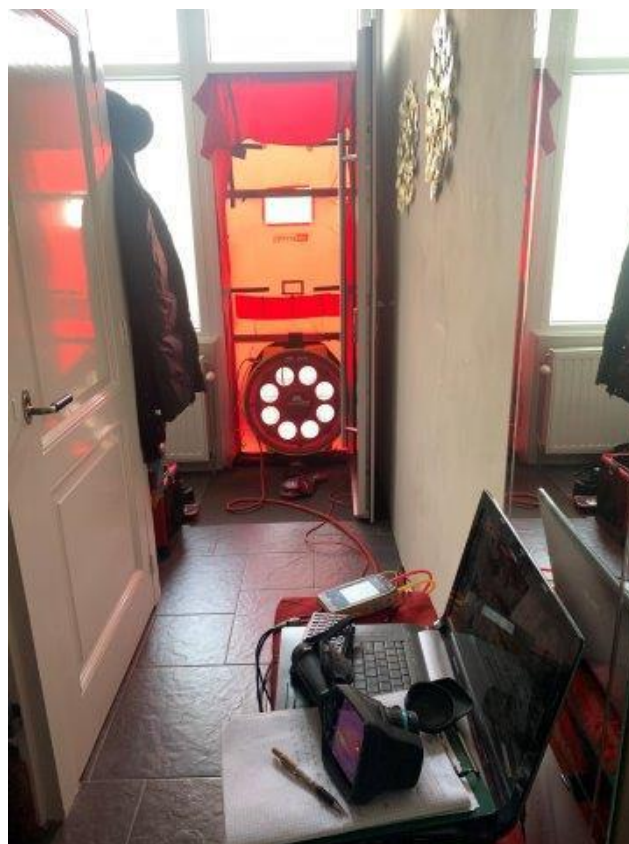
mob. 06-53 34 35 02

[info@irvanderkleij.nl](mailto:info@irvanderkleij.nl)

[www.irvanderkleij.nl](http://www.irvanderkleij.nl)



*Voorraanzicht*



*Blowerdoor (meetventilator) in de voordeur*

## Inhoudsopgave

Beschrijving van de woning .....	4
Meetgegevens .....	5
Omschrijving van de werkzaamheden en randvoorwaarden van de metingen .....	6
Luchtdichtheidsmeting .....	6
Algemene toelichting op het onderzoek .....	7
Algemene opmerkingen t.a.v. de thermografische opnamen .....	7
Geconstateerde gebreken en advies op hoofdlijnen.....	8
Naar gasloos of hybride .....	15
Samenvatting advies.....	17
Thermische opnamen buitenzijde .....	18
Thermische opnamen binnenzijde .....	23
Bijlagen A: Schimmel .....	40

## Beschrijving van de woning

De woning is gebouwd ca. 1970. Er is veel aan de woning gedaan. Zo is de achterzijde door de vorige bewoners in 2007 over de volle breedte uitgebouwd. Volgens de bouwtekeningen met een Rc van 2,5 m<sup>2</sup>.K/W. In de uitbouw is een gesloten gashaard geplaatst. De vloer is wel geïsoleerd, maar heeft geen kruipruimte. De rest van de begane grondvloer is een ongeïsoleerde, zogenaamde 'balkjes-broodjes' vloer. Dit is een prefab betonnen vloer bestaande uit betonliggers met daartussen holle betonelementen. Hier overheen ligt een dunne laag beton en een cementdekvloer.

De verdiepingvloer is van beton, in het werk gestort.

De zoldervloer is van hout, met tussen de balken steenwol isolatie.

Het dak is een gordingenkap met houten delen (een soort schroten) als dakbeschoot, geïsoleerd met 60 mm EPS (piepschuim) zo te zien zonder dampremmende folie en in de kamers afgewerkt met gipsplaat. Aan de voorzijde (linker 2/3<sup>de</sup>) is in 2004 een dakkapel geplaatst met een houten kozijn met draaikiepramen, HR++ glas en een ventilatierooster. De dakkapel aan de achterzijde (geplaatst in 2000) heeft een houten kozijn met naar binnen draaiende ramen en HR++ glas. De dakkapellen zijn vermoedelijk geïsoleerd, Rc 1,3-2,5 m<sup>2</sup>.K/W.

De kozijnen op de eerste verdieping zijn inclusief de borstweringen vervangen door kunststof, geplaatst in 2012 en hebben HR++ glas.

De kozijnen op de eerste verdieping en de dakkapel hebben een rolluik. Het kunststof kozijn (HR++ glas) op de begane grond over de volle breedte aan de voorzijde is uit 2020. De borstwering is hier een spouwmuur.

De gevels zijn:

- Spouwmuren met een spouw van 60 mm, ongeïsoleerd.
- De spouwmuren van de uitbouw zijn geïsoleerd, Rc 2,5 W/m<sup>2</sup>.K.
- De schoorsteen op de linker bouwmuur is bovendaks verwijderd. De rechter schoorsteen is er nog.
- Al het glas is HR++ U = 1,1 W/m<sup>2</sup>.K.

N.B. bovenstaande isolatiewaarden zijn deels geschat. De spouwbreedte tussen het glas bepaalt, met de coating en gasvulling, de isolatiewaarde van het glas. HR++ heeft een  $U \leq 1,2$  W/m<sup>2</sup>.K. HR+ heeft een  $1,3 \leq U \leq 1,6$  W/m<sup>2</sup>.K.

De **U-waarde** is de energie (in Watt = Joule/sec) die per m<sup>2</sup> naar buiten gaat per graad temperatuurverschil.

De huidige isolatiewaarden Rc van de woning:

Pannendak	1,7 m <sup>2</sup> .K/W
Dak uitbouw	2,5
Spouwmuur	0,4
Spouwmuur uitbouw	2,5
Begane grondvloer	0,26
Vloer uitbouw	2,5

Toelichting bovenstaande waarden:

De huidige isolatiewaarden zijn geschat op basis van wat ik heb gezien/gehoord van de bewoner en de leeftijd van de bouwdelen.

De woning wordt verwarmd met een HR combiketel die op zolder hangt.

De badkamer en het toilet hebben geen ventilatie.

In de woonkamer achter zitten drie ventilatieroosters in het glas. De dakkapel voor heeft een ventilatierooster in het glas.

De kamers worden geventileerd door een raam open te zetten.

De afzuigkap blaast naar buiten via een gevelrooster met beperkte doorlaat.

Gasverbruik vorig jaar 1547 m<sup>3</sup>

Inbouwhaard gasgestookt

De woning heeft geen zonnepanelen.

De vrouw des huizes ervaart de woning als oncomfortabel, ondanks dat de kamerthermostaat in de woonkamer op 21 °C staat ingesteld.

### Meetgegevens

Bezoekdatum 25-04-2024

#### Bouwdetails (opgemeten)

Netto inhoud van het gebouw **300 m<sup>3</sup>**

Verwarmd vloeroppervlak **124 m<sup>2</sup>**

#### Weersgesteldheid:

##### Tijd

**6.05 u**

**8.00 u**

Buitentemperatuur

2,8 °C

4,6 °C

Luchtvochtigheid

95 %

87 %

Windsnelheid

2 m/sec

3 m/sec

Windrichting

ZW

ZW

Luchtdruk

1007 hPa

1007 hPa

Binnentemperatuur

20 °C

20 °C

Luchtvochtigheid

50%

50%

licht bewolkt

licht bewolkt

#### Meetapparatuur:

Thermografische camera:

Flir E95

Blowerdoor (meetventilator)

Retrotec 6000

Drukmeter

Retrotec DM32

## Omschrijving van de werkzaamheden en randvoorwaarden van de metingen

Om 6.30 u is de woning aan de buitenzijde opgenomen met de warmtebeeldcamera. Het weer was, ondanks de tijd van het jaar, ideaal: lage temperatuur, droog en weinig wind. De hele woning was gedurende de nacht op 18-20°C verwarmd, zodat er tussen binnen en buiten een mooi temperatuurverschil was. Door het vroege tijdstip hebben we de uitbouw vanuit de tuin van de burens helaas niet op kunnen nemen. Vervolgens stond de zon al op de achterzijde van de woning. De opnamen van de zijgevels ontbreken dus helaas.

Aansluitend is de blowerdoor (meetventilator) opgesteld in de voordeur. Het rooster van de afzuigkap is afgeplakt. De ventilatieroosters zijn dichtgezet. Met de blowerdoor is de woning op 50 Pa onderdruk gebracht en vervolgens is de hele woning opgenomen met de warmtebeeldcamera. Aan het eind van het onderzoek is de luchtdichtheid gemeten. Dit geeft een indruk hoe de woning is gebouwd t.o.v. andere woningen.

### Luchtdichtheidsmeting

De luchtdichtheid van de woning is bij de meting bepaald op  $q_{v10}^* = 2,23 \text{ l/sec/m}^2$  en de  $n50^{**} = 8,53$  x de inhoud/uur. **Zie toelichting hieronder.**

Dit geeft een indruk hoe luchtdicht de woning is gebouwd. Je zou ook kunnen zeggen hoe tochtig de woning is. **Tocht** zorgt voor onnodig warmteverlies, maar ook voor discomfort. Bijvoorbeeld koude lucht die over de vloer trekt of ons in de nek waait. Reden om de kachel nog een graadje hoger te zetten. Geregeld hoor ik 'maar tocht is toch juist goed, dat zorgt voor frisse lucht'. Alleen tocht kunnen we niet regelen en frisse lucht door **ventilatie** wel! Per persoon hebben we 25-30 m<sup>3</sup>/h nodig. Dus met 4 personen volstaat 100 m<sup>3</sup>/h. Best weinig dus. Alleen na het douchen of tijdens het koken hebben we meer nodig. Frisse lucht door tocht kunnen we niet regelen. Op een stille, warme zomerdag kunnen we alles op zetten, maar gebeurt er niets. Terwijl bij windkracht 5 door deze woning met alle ramen dicht misschien wel 500 m<sup>3</sup>/h waait.

***N.B. het verbeteren van de luchtdichtheid moet altijd in combinatie met het aanbrengen van goede ventilatie.***

De gemeten waarden zijn behoorlijk hoog, ook voor een woning uit deze bouwperiode ( $q_{v10}$  gemiddeld 1,0-2,0 l/sec/m<sup>2</sup>). Dat betekent dat er veel warmte naar buiten vliegt. Met name door het dak. Maar de luchtdichtheid kan aanzienlijk verbeterd worden, wat het comfort verbetert en het energieverbruik naar beneden brengt.

**\* In Nederland bepalen we voor de **luchtdichtheid** de  $q_{v10}$ . Dit is de luchtlekkage bij 10 Pa drukverschil over de schil, gerelateerd aan het gebruiksoppervlak van de woning. 10 Pa is de gemiddelde windsnelheid in Nederland, te weten 2-3 bft. De  $q_{v10}$  wordt aangegeven in l(ter)/sec/m<sup>2</sup>. Voor nieuwbouw mag de  $q_{v10}$  volgens het Bouwbesluit maximaal 1,0 l/sec/m<sup>2</sup> zijn, maar gebruikelijker is om deze te maximeren op 0,6 of 0,4 l/sec/m<sup>2</sup>. Bij zeer energiezuinige woningen zelfs 0,15 l/sec/m<sup>2</sup>. (Bij deze woning blies ik dus bij 10 Pa  $124 \times 2,0 = 248 \text{ l/sec}$ , oftewel 893 m<sup>3</sup>/h door de woning).**

**\*\*** In andere landen wordt de  $n_{50}$  gebruikt. Dit is de luchtlekkage ten opzichte van de inhoud van de woning bij 50 Pa drukverschil (zeg maar 5 bft). Bij zeer energiezuinige woningen is de  $n_{50} < 0,6$ . (Bij deze woning blies ik dus bij 50 Pa drukverschil  $300 \text{ m}^3 \times 8,4 = 2.520 \text{ m}^3/\text{h}$  door de woning).

Mijn collega heeft een kennisblog geschreven over nut & noodzaak van luchtdichtheid:  
[www.plushuis.nu/luchtdicht](http://www.plushuis.nu/luchtdicht)

Het meetrapport zelf zit in een apart bestand.

### Algemene toelichting op het onderzoek

Door de thermografische opnamen buiten en de thermografische opnamen binnen - waarbij de woning op windkracht 5 onderdruk is gezet - wordt mij duidelijk hoe de woning is gebouwd, waar en hoe de woning is geïsoleerd en waar warmte weglekt. Uiteraard aangevuld met wat de bewoners over de woning vertellen. Ook maak ik zo nodig gebruik van een endoscoop om in de constructie te kijken.

### Algemene opmerkingen t.a.v. de thermografische opnamen

De thermografische beelden zijn als bijlage achterin dit rapport opgenomen. 'Hoe blauwer hoe kouwer'. Dat betekent: aan de buitenzijde is koud goed en betekent oranje/geel warmteverlies. Aan de binnenzijde is dat andersom.

Om een zo duidelijk mogelijk thermografisch beeld te krijgen, is de temperatuurschaal bij elke opname met zoveel mogelijk contrast ingesteld. Dat wil zeggen dat alle kleuren van het spectrum in de opname worden weergegeven. Dat betekent wel dat de temperatuurschaal per opname kan verschillen.

Bij de thermografische opnamen aan de binnenkant is de woning op 50 Pa onderdruk gezet. Vergelijkbaar met windkracht 5 die rondom op de schil staat. In werkelijkheid zal wind alleen aan de windzijde zorgen voor binnendringende lucht, door de overdruk aan die kant. Aan de lijzijde van de woning zal onderdruk ontstaan, waardoor daar warme lucht uit de woning wordt gezogen. Dit is op de thermografische opnamen van de buitenzijde ook te zien.

Bij de opnamen aan de binnenzijde is vooral aangegeven waar het tocht, door zogenaamde luchtlekkages. Verder worden warmtelekken via thermische bruggen (ook wel koudebruggen genoemd) aangegeven. Isolatielekken geef ik bij de opnamen aan de binnenzijde meestal niet aan, maar neem ik wel mee in mijn advies.



Maar soms is een warmtebeeldcamera niet nodig om warmteverlies te zien.

## Geconstateerde gebreken en advies op hoofdlijnen

### Geconstateerde gebreken nader bekeken:

*Cursief staan eventuele oplossingen aangegeven.*

*Zie ook de doe het zelf filmpjes "CLUS TUTORIALS" op YouTube*

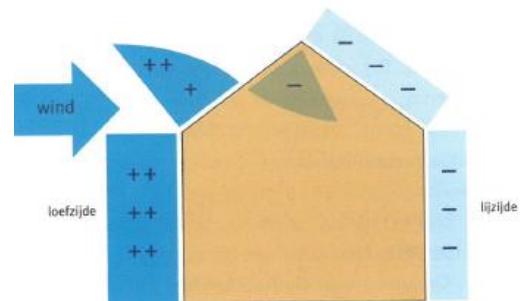
*<https://www.clusterwoningen.nl/woningen/kleinemaatregelen/>*

### **Luchtdichtheid**

De grootste luchtlekkages zitten in het dak, zoals goed te zien is op de thermografische opnamen aan de buitenzijde. Daar is dan ook veel winst te halen zowel qua energieverbruik als qua comfort. *Dit zou mijn eerste prioriteit hebben. Dat moet dan wel in combinatie met het aanleggen van een goed ventilatiesysteem in de ruimten waar geleefd wordt.*

Het dakbeschot bestaat uit houten delen. Tussen de houten delen zitten veel kieren waardoor veel warmte in de vorm van warme lucht naar buiten gaat. Ook in de aansluitingen van het dak op de bouwmuren en gevel en rond de dakdoorvoer van de c.v. ketel komt flink warme lucht naar buiten.

In het algemeen is een woning te zien als een schoorsteen. Warme lucht stijgt op en drukt tegen het dak en ontsnapt via de openingen in het dak. Dit wordt versterkt door winddruk en -zuiging rond de woning. De lucht die boven ontsnapt moet op de lager gelegen verdiepingen aangevuld worden van buiten. Door kieren en naden en openstaande ramen. Behalve warmteverlies betekent dit ook een trek door het huis, die zorgt voor discomfort. Overigens zorgt deze trek ervoor dat was zo goed droogt in een trappenhuis 😊.



Figuur 2-1 Drukverschil als gevolg van wind.



## Verbeteringen:

- Het **pannendak** is aan de binnenzijde geïsoleerd met 60 mm EPS (piepschuim) Rd 1,7 in de kamers afgewerkt met gipsplaten. In de kasten op de overloop is de isolatie niet afgewerkt. En ook is daar geen dampremmende folie aangebracht. Of dit in de kamers achter de gipsplaat wel zit hebben we niet kunnen zien. Tussen de isolatieplaten zitten brede kieren waardoor warme lucht via het dak kan ontsnappen. Zie de thermografische opnamen van de buitenzijde. Op de opnamen aan de binnenzijde is dit te zien als koude lucht die naar binnen wordt gezogen doordat de woning op onderdruk is gezet.



*Belangrijk is dat het dak aan de warme kant volledig luchtdicht is. Dat betekent een gesloten luchtdichte laag aan de binnenkant aanbrengen. Dit gaat het eenvoudigst door een dampremmende folie aan te brengen. Bij voorkeur een speciale ('intelligente'-vochtvariabele) folie, waarmee vochtproblemen in de kap worden voorkomen. Waar deze folie tegen muren, balken, gordingen, etc. aanloopt moet de folie hieraan vastgeplakt worden. Ook de onderlinge naden aftapen. Met speciale luchtdichtingstape en/of luchtdichtingskit. Bijvoorbeeld van Siga, Beta, Meuwissen of Illbruck. Dit is oplosmiddelvrije tape die niet verouderd en na 50 jaar nog net zo goed plakt. Op stuc- en metselwerk moet eerst een primer worden aangebracht voor een optimale hechting van de tape.*



Voorbeeld:

*Gevel: isolatiefolie afgeplakt met Siga tape*

*Plafond: vochtvariabele folie (Siga Majrex 200) + cellulose*

*Te overwegen is om voor het aanbrengen van de folie het dak nog beter te isoleren. Glas- of steenwol heeft daarbij een lichte voorkeur omdat het naast geluid ook beter warmte dempt, wat prettig kan zijn in de zomer.*

*Isoleren met **biobased** materialen (vlas, houtvezel of cellulose) is nog beter, omdat daarmee de zolder koeler blijft in de zomer. Doordat deze materialen de binnenkomende warmte accumuleren en slechts langzaam doorlaten naar binnen. Daarnaast zit er op dit moment op biobased materialen extra subsidie!*

Over bovengenoemde isolatie bij voorkeur een speciale ('intelligente'-vochtvariabele) folie gebruiken. Deze wordt over de gordingen heen aangebracht en luchtdicht aangesloten op het stucwerk op de muren (bouwmuur, kopgevel en gevel op de verdieping. Alle naden en aansluitingen afdichten met speciale luchtdichtingstape en/of kit. Bijvoorbeeld van het merk Siga of Illbruck. De ruimte tussen de folie en het dakbeschot volledig vullen met isolatie om vochtproblemen in het dak te voorkomen.

In plaats van bovengenoemde isolatiematerialen kan ook **isolatiefolie** gebruikt worden. Dit bestaat uit vele (meestal) kunststof lagen die warmte reflecteren. Ook bij deze folie naden en aansluitingen goed aftapen.

Om de isolatie in de kamers te verbeteren moeten de gipsplaten verwijderd worden.

Rond de rookgasafvoer een luchtdichte manchets aanbrengen van Ubbink (afvoer loshalen en de manchets er overheen plaatsen, daarna de rookgasafvoer weer terugplaatsen).



- Hoe het dak en de zijwangen van de dakkapellen zijn geïsoleerd hebben we niet vast kunnen stellen. Maar gezien de leeftijd van de dakkapellen zal dit matig zijn. De isolatie van de dakkapellen kan eventueel verbeterd worden, maar daarvoor moet de afwerking binnen of buiten open gemaakt worden. Let er op dat het extra isoleren bouwfysisch juist gebeurt. Daarbij kan meteen de luchtdichting in de dakkapel verbeterd worden. Bij het plaatsen van een dakkapel is het belangrijk dat alle aansluitingen luchtdicht gemaakt worden en dat ook het plafond is afgesloten ten opzichte van buiten. Een dakkapel is immers een uitstulping met veel aansluitingen ene extra oppervlak, waardoor relatief veel warmte verloren kan gaan.
- **Oververhitting.** Een pannendak kan in de zomer wel 75 °C worden. Door het dak goed te isoleren zal het in de zomer op zolder ook minder warm worden. Dit geldt ook voor een plat dak. Zonnepanelen zullen het dak ook wat koeler houden in de zomer.
- Op de opnamen is te zien dat het achter de **knieschotten** tocht door de naden tussen de dakdelen en aansluitingen. Hierdoor koelt ook de onderliggende ruimte af. Het is dus belangrijk om dakisolatie door te trekken achter de knieschotten, zeker als hier c.v. leidingen lopen. Daarbij de eerder beschreven folie, die aan de binnenzijde over de isolatie komt, vastplakken aan de binnenzijde van de gevel. Zodat het dak een dichte laag vormt met de gevel.
- Een andere optie om de trek in het huis te verminderen, is **compartimenteren**. Dat wil zeggen de woning opdelen in afgesloten verdiepingen en die verschillend verwarmen en ventileren. De eerste verdiepingvloer is van beton en daarmee luchtdicht. Dat maakt compartimenteren eenvoudiger. Door de trap op de BG af te sluiten of bovenaan de trap een deur te plaatsen blijft de warmte op de begane grond. Dat is zeker belangrijk als boven de ramen vaak open staan.
- In de meterkast zit rond de nutsleidingen een behoorlijk gat in de houten vloer. Dit geeft ongewenste luchtuitwisseling met de kruipruimte (vocht, radon, luchtjes) en dus ook warmteverlies. Dit gat afdichten met een plaatje multiplex en flexpur.

## De (spouw)muren

- De originele spouw van woning is 60 mm en niet geïsoleerd. De woning heeft niet veel spouwmuur, alleen:
  - o De borstwering op de begane grond voor.
  - o De penanten links en rechts in de voor- en achtergevel, ter plaatse van de bouwmuren.

*Toch is het zinvol om de spouwmuren te isoleren. Omdat de woning niet heel veel gemetselde gevel heeft is het interessant om dit met een paar woningen samen uit te laten voeren zodat het bedrijf een dagproductie kan maken.*

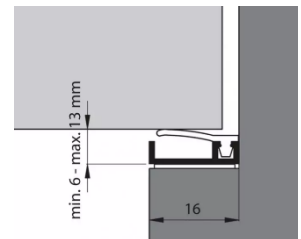
- De voorgevel is warm in de aansluiting. Bij het maken van de uitbouw is voorgevel niet thermisch onderbroken. De voorgevel loopt van binnen (bij de burens) door naar buiten bij deze woning. *Dit is voor deze woning geen probleem, maar ook niet eenvoudig op te lossen.* N.B. dit geldt ook voor de uitbouw aan de achterzijde van deze woning.
- De isolatiewaarde van de spouwmuur van de uitbouw is  $R_c 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ . *De overgebleven spouw extra isoleren kan met foam (b.v. Envirofoam of ComfortFoam). De isolatiewaarde wordt dan ca.  $3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ . Daarmee zal waarschijnlijk ook een deel van de luchtlekkage in het plafond zijn opgelost.*
- De borstweringen onder de kozijnen op de verdieping zijn niet van metselwerk maar houten panelen. Zie hieronder.

### De kozijnen:

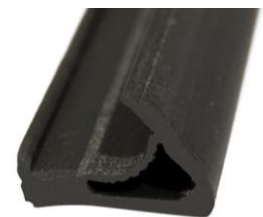
- De kunststof kozijnen zijn allemaal voorzien van HR++ isolatieglas U-waarde  $1,1 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ . Zie hieronder voor een toelichting.  
Een deel van de kozijnen is niet luchtdicht ingebouwd. *Deze naden tussen kozijn en vensterbank/muur afkitten met een goede, elastische kit. Dit kan een schilder of timmerman doen. Echter kit kan maar weinig beweging opvangen en kan (snel) kapot gaan. Beter is het daarom om deze aansluitingen met luchtdichtingstape af te dichten en hier overheen een aftimmerlat te plaatsen.*
- Dit geldt ook voor de borstweringen onder de ramen.  
*Gaten afdichten en naden afkitten.*
- De kunststof ramen tochten soms. *De ramen kunnen afgesteld worden door de excentrische nokjes in het raam te draaien met een inbussleutel. Als dat onvoldoende helpt kunnen de rubbers nog vervangen worden. Rubbers zijn te bestellen bij de [luchtdichtshop.nl](http://luchtdichtshop.nl).*
- Het raam in het houten kozijnen in de dakkapel achter sluit niet, omdat het klemt op de onderdorpel. *Waarschijnlijk is het raam scheefgezakt omdat het glas niet goed was opgestopt. Dit is door een schilder of timmerman te verhelpen (kit binnen en buiten lossnijden, glaslatten en glaskit verwijderen, (extra) glasblokjes aanbrengen zodat het raam weer haaks is en de glaslatten terugplaatsen en binnen en buiten opnieuw afkitten).*
- Zo nodig de tochtstrips in de houten kozijnen vervangen als afstellen van het sluitwerk onvoldoende helpt:

- o Tocht zorgt voor discomfort.

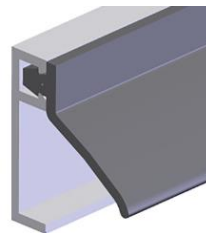
*Om de tocht dichtheid te verbeteren de **tochtstrips** vervangen en het sluitwerk 'knevelend' afstellen. Bij voorkeur door tochtstrips in de sponning te plaatsen, tussen het kozijn en de deur/raam. Daarvoor moet wel minimaal 6 mm ruimte gecreëerd worden door de deur/raam naar buiten te plaatsen.*



*De beste tochtstrips zijn de volrubber Buva Solidseal. Die hebben een grotere 'slag'. Ze kunnen geniet of geplakt worden met dubbelzijdig tape. Nadeel is dat ze er alleen in 17 mm breedte zijn en oudere kozijnsponningen zijn soms maar 15 mm breed. Zie [SolidSeal Renovatie tochtprofiel](http://SolidSeal Renovatie tochtprofiel) ([luchtdichtshop.nl](http://luchtdichtshop.nl))*



*De standaard, aluminium tochtstrips van Ellen bestaan wel in 14 mm breed.*



- De **schuifpui** in de uitbouw tocht. *Dat is helaas bij een schuifpui lastig te verhelpen. Aan de sluitzijde kan de afdichting misschien verbeterd worden met nieuwe, dikkere rubbers.*
- Deze woning heeft al goed **glas**, HR++.

*Voor andere woningen geldt: vervang het glas het liefst door glas met een zo laag mogelijke U-waarde, bijvoorbeeld HR++ glas met  $U = 1,1$  of  $1,0$  W/m<sup>2</sup>.K. Belangrijk is dat de spouw tussen het glas 15 mm is. Wordt namelijk glas met een dunnere spouw toegepast dan wordt de isolatiewaarde slechter!*

*Speciaal HR++ b.v. 'Eclaz One' spouw 15 mm heeft  $U = 1,0$  W/m<sup>2</sup>.K.*

*Standaard HR++ spouw 15 mm*

*$U = 1,1$*

*Idem met spouw 13 mm*

*$U = 1,2$*

*Idem met spouw 12 mm*

*$U = 1,3$ , dit mag dan geen HR++ heten.*

*Idem met spouw 9 mm*

*$U = 1,6$ , idem.*

*Tripleglas ( $U = 0,6-0,7$  W/m<sup>2</sup>.K) isoleert nog beter en zorgt voor minder koudeval waardoor het comfort kan verbeteren. Zeker in combinatie met vloerverwarming. Bij tripleglas is het nog belangrijker dat het vochtgehalte in de woning voldoende laag blijft door een goed ventilatiesysteem en dat koudebruggen vermeden worden om schimmel te voorkomen.*

- De **borstweringen** onder de kozijnen op de verdieping lijken matig geïsoleerd. Ik vermoed gelijk aan het glas, dus een U-waarde van ca.  $1,0$  W/m<sup>2</sup>.K (dit is Rc ca.  $1,0$  W/m<sup>2</sup>.K). Dit haal ik uit de opnamen aan de buitenzijde, want we hebben niet in de borstweringen kunnen kijken. Goed isoleren van de borstweringen is belangrijk omdat hier radiatoren achter zitten. *De isolatie kan misschien verbeterd worden, maar daarvoor moeten de borstweringen open.*

*De originele borstweringen in andere woningen kunnen geïsoleerd worden door ze tegelijk met de kozijnen te vernieuwen of door: de afwerking binnen/buiten weghalen. Aan de binnenzijde een multiplex paneel op het kozijn aanbrengen waar de radiator aan kan hangen. Het paneel aan de buitenzijde liefst zo ver mogelijk naar buiten om ruimte te maken voor zo dik mogelijke isolatie. Pir-isolatie heeft bij gelijke dikte de hoogste isolatiewaarde. Het buitenpaneel licht ventilerend aanbrengen om opsluiting van vocht te voorkomen. Of Rockpanel toepassen als buitenplaat, dat is dampdoorlatend. De binnenplaat uiteraard luchtdicht aanbrengen.*

### **Daken/plafonds/vloeren**

- Het isoleren van het pannendak heb ik al besproken bij luchtdichtheid.
- De **begane grondvloer** bestaat uit betonnen balken en broodjes. Deze is nog niet geïsoleerd. *Deze kan vanuit de kruipruimte geïsoleerd worden met bijvoorbeeld PIFF-isolatie, of bespoten worden met PUR of Icynene (watergeblazen PUR). Daarbij wordt ook een deel van de fundering mee geïsoleerd.*  
*Als er c.v. leidingen in de kruipruimte lopen deze bij voorkeur verwijderen en binnen de isolatie aanbrengen. Of ze eventueel goed (mee) isoleren.*  
*De kruipruimteventilatie laten herstellen door het isolatiebedrijf.*



*Bodemisolatie in de kruipruimte door losgestorte EPS-parels of Drowa chips is ook een optie, maar dit is minder effectief dan isolatie tegen de onderzijde van de vloer.*

- De vloer van de uitbouw heeft geen kruipruimte. Volgens de bouwtekening ligt onder deze betonvloer isolatie, Rc 2,5 m<sup>2</sup>.K/W.
- De **zoldervloer** is van hout. In de zoldervloer is steenwol isolatie aangebracht.
- In de zoldervloer treedt warmteverlies op doordat het dakbeschot achter de schuifdeuren op zolder en achter de knieschotten tocht. Dit is vooral in het verlaagde badkamerplafond goed zichtbaar. Hier kwam fors koude lucht uit. *Zie eerder en belangrijk is om het dak ook achter de knieschotten te isoleren en luchtdicht te maken.*
- Het dak van de **uitbouw** is van hout met daarop, onder de dakbedekking, PIR afschotisolatie Rc 2,5 m<sup>2</sup>.K/W. Op de thermografische opnamen binnen is te zien dat uit de zijgevels koude lucht in het dak van de uitbouw komt. Bij de bouw is vergeten om het binnenspouwblad tegen het dakbeschot af te dichten. Daarnaast wordt metselwerk boven het plafond altijd slordig gemetseld en niet afgedicht met stucwerk. Zie de foto op de volgende bladzijde.



*Dit is de binnenzijde van de gevel in het plafond van mijn eigen woning. Een gatenkaas waardoor veel koude lucht in het plafond kwam.*

*Dit kan het beste worden opgelost van binnenuit door het plafond open te maken. Kaal metselwerk stucen. De muren luchtdicht aansluiten op de onderkant van de vloer (flexpur + luchtdichtingstape of -pasta). Hetzelfde rond de balken. Leidingdoorvoeren rondom luchtdicht maken.*

## Discomfort

De vrouw des huizes vindt de woning oncomfortabel. Een van de oorzaken kan zijn dat de vloer van de eet- en woonkamer verwarmd wordt met vloerverwarming, Maar de keukenvloer niet. Daar zit wel een radiator tegen de gevel.

*Dit geeft enerzijds stralings-asymmetrie, maar het kan ook zorgen voor luchtstroming over de vloer. Alsnog vloerverwarming aanbrengen in de keuken lijkt me geen optie. Blijft over het isoleren van de begane grondvloer. Dit kan zowel de tocht over de vloer als de stralings-aymmetrie verminderen.*

## Bouwkundig tot Slot

Belangrijk is dat u alle maatregelen **No-Regret** uitvoert. Dat wil zeggen dat u ze zo uitvoert dat u ze niet overnieuw hoeft te doen als u van het gas af wilt. Dus niet te dun isoleren maar meteen voldoende dik.

## Installaties

Als de luchtdichtheid verbeterd wordt is het belangrijk om ook goede ventilatie aan te brengen.

- Als **c.v. leidingen** door de kruipruimte of een andere, ongeïsoleerde ruimte lopen verliezen ze onnodig warmte.  
*Het is zinvol dan om deze binnen de warme schil te brengen of ze goed (= dik) te isoleren.*
- Een moderne **c.v. ketel** heeft het hoogste rendement als de temperatuur op 60 °C of lager wordt ingesteld. Dan wordt namelijk de warmte uit de rookgassen teruggewonnen. En de c.v. leidingen verliezen onderweg minder warmte.  
*Het is zoeken hoe laag de keteltemperatuur kan om het bij koud weer nog behaaglijk te hebben. Ook kan het zijn dat de keteltemperatuur weer iets omhoog moet als het te lang duurt om de woning op temperatuur te krijgen.*
- Een goed, permanent **ventilatiesysteem** aanbrengen. Minimaal systeem C (centrale afzuiging van badkamer, keuken en toilet gecombineerd met luchttoevoer in de verblijfsruimten, meestal met roosters in het glas). Bij voorkeur zelf-regelende roosters (type ZR) toepassen, omdat deze minder tochtklachten geven (ze gaan steeds dicht naarmate het harder waait). Of nog beter een energiezuinig systeem D (balansventilatie met warmteterugwinning, WTW). Balansventilatie is veel comfortabeler omdat de ingeblazen lucht 17-19 °C is. Bij roosters in het glas komt de buitenlucht onverwarmd binnen. Waardoor ze, zeker i.c.m. vloerverwarming, zorgen voor kou klachten, doordat de koude lucht uit de roosters naar beneden valt en over de vloer trekt.  
*Systeem D kan eenvoudig van een goed filter worden voorzien dat fijnstof tegenhoudt (houtstook en uitlaatgassen) of zelfs pollen. Deze voordelen hebben roosters in het glas niet. Systeem D bespaart t.o.v. systeem C zeker 200 m3 gas/jaar. Beide systemen zijn in deze woning in te bouwen.*
- Als de woning gecompartmenteerd wordt kan de ventilatie op de BG en de ventilatie op de verdiepingen apart worden uitgevoerd. Op de BG kan dit door een **decentrale ventilatie-unit** aan te brengen. Bijvoorbeeld van Climarad. Deze levert stille, energiezuinige units met warmteterugwinning die automatisch geregeld zijn (vocht en CO2).  
*Op de verdieping, waar minder geleefd wordt, kan dan geventileerd worden met zelfregelende ventilatieroosters in het glas in combinatie met centrale afzuiging van badkamer en toilet (zie ook hierboven onder syseem C).*

- Veel mensen die geen ventilatie in hun woning hebben zetten de **ramen open** om te ventileren. Dat is ook een mogelijkheid, maar minder goed te regelen dan mechanische ventilatie. Waardoor of teveel of te weinig wordt geventileerd. *Denk er aan om de ramen overdag dicht te doen als er niemand in een kamer is, om onnodig warmteverlies te voorkomen.*
- *Waterzijdig inregelen van de c.v. installatie kan een besparing opleveren van 10% en in sommige gevallen kan het comfort verbeteren. Waterzijdig inregelen zorgt er namelijk voor dat door elke radiator de juiste hoeveelheid warm water stroomt, hoever deze ook van de ketel verwijderd is. Als de installatie niet waterzijdig is ingeregeld kan het zijn dat radiatoren die ver van de ketel zitten te weinig warmte krijgen, omdat het water vooral door de radiatoren stroomt die vlakbij de ketel zitten.*
- *Een alternatief voor waterzijdig inregelen is temperatuurregeling per ruimte. Gewoonlijk wordt de ketel aangestuurd door een kamerthermostaat in de woonkamer. Als het daar warm genoeg is gaat de ketel uit. Als bv in de werkkamer warmte gewenst is moet de kamerthermostaat onnodig hoger gezet worden. Bij een regeling per ruimte gaat de ketel aan als in een willekeurige ruimte warmte wordt gevraagd. Bijvoorbeeld Evohome of Tado.*

### Naar gasloos of hybride

De ambitie van de gemeente is dat uiterlijk in 2050 alle woningen van het aardgas af zijn. Voor uw wijk is nog niet bepaald wanneer dit zal zijn maar het moment zal een keer komen. U werkt daar samen met de gemeente binnen de Duurzame Wijk naar toe. De kans is op dit moment het grootst dat het alternatief voor aardgas een individuele warmtepomp zal zijn.

Om volledig van het gas af te kunnen gaan hanteren wij een aantal checks:

- Kan de keteltemperatuur naar 50 °C, maar liever nog naar 40 °C? Blijft het dan behaaglijk?
- Kan het huidige afgiftesysteem bij die lage temperatuur voldoende warmte afgeven?
- Is het energieverbruik voor verwarming minder dan 50 kWh/m<sup>2</sup> ( 5 m<sup>3</sup> gas/m<sup>2</sup>) over een heel jaar?

Er bestaan verschillende soorten warmtepompen. Maar het idee erachter is steeds hetzelfde. Een warmtepomp haalt warmte uit een bron: de buitenlucht, de bodem of het grondwater. De warmtepomp perst deze samen zodat er bruikbare warmte ontstaat. Hiermee wordt vervolgens je woning en eventueel ook je kraanwater verwarmd. Een warmtepomp werkt op stroom. Maar een warmtepomp gebruikt veel minder elektriciteit dan wanneer je elektrisch verwarmt zonder warmtepomp. Dit komt doordat een warmtepomp vooral gebruikmaakt van de bestaande warmte uit de bron.

De meeste warmtepompen zijn zogenaamde lucht-water warmtepompen met een buitendeel dat zijn warmte uit de lucht haalt. Nadeel is dat deze buitenunits geluid maken. Bij de keuze van een warmtepomp en het bepalen van de plaats daar rekening mee houden. Ze worden overigens wel steeds stiller.

Daarnaast zijn er water-water warmtepompen die de warmte uit de grond halen middels een bodemlus of van het dak uit PVT panelen (zonnepanelen met daaronder warmtepanelen). Zo'n installatie is duurder dan een luchtwaterwarmtepomp, maar ze zijn efficiënter zowel bij verwarmen als bij koelen.

Er komen steeds meer warmtepompen met propaan als koudemiddel op de markt. Deze kunnen hoge temperaturen leveren, maar bedenk wel dat hoe lager de ingestelde temperatuur hoe efficiënter een warmtepomp werkt. Dit wordt uitgedrukt in de COP (coëfficiënt of performance). Het rendement over een heel jaar heet de SCOP (seasonal coëfficiënt of performance). Beide dalen sterk bij een hoger ingestelde temperatuur.

Let op ze worden aangegeven als A7/W35, dat wil zeggen bij een buitentemperatuur van 7 °C en een watertemperatuur van 35 °C. Dus bij een  $\Delta T$  van 28 °C. Als je een watertemperatuur nodig hebt van 50 °C om het bij -10 °C warm te krijgen heb je een  $\Delta T$  van 60 °C. De COP daalt exponentieel bij een grotere  $\Delta T$ !

Warmtepompen op propaan hebben nog een groot voordeel. Propaan is als koudemiddel veel minder belastend voor het milieu.

Zowel op warmtepompen als op hybridewarmtepompen wordt subsidie gegeven. Bij een hybride systeemvermindert het binnendeel van de warmtepomp naast de ketel te hangen. De ketel blijft zorgen voor het warm tapwater en voor de verwarming als het te koud is voor de warmtepomp. Dit heeft een aantal voordelen t.o.v. een all electric oplossing:

- Een lagere investering, o.a. omdat geen boiler nodig is.
- Heeft weinig ruimte nodig, omdat geen plek voor een boiler nodig is.
- Kan ook worden toegepast bij matig geïsoleerde woningen.

Nadelen:

- De gasaansluiting blijft en daarmee ook de kosten van dit vastrecht.
- Met een hybride warmtepomp kan meestal niet gekoeld worden.

*De ketel zorgt globaal voor 40% van de verwarming (als het buiten koud is) en het warme water. De warmtepomp doet de rest. Na aftrek van subsidie is dit een interessante maatregel.*

*Advies: als de woning nog niet goed genoeg is geïsoleerd om van het gas af te gaan => hybride ketel. Als de woning goed genoeg geïsoleerd wordt direct overstappen op een volledig elektrische warmtepomp.*



## Samenvatting advies

Ik zou de volgende maatregelen nemen:

1. Begane grondvloer isoleren.
2. Het raam op zolder achter sluitend laten maken.
3. Spouw isoleren.
4. Het pannendak luchtdicht maken en meteen beter isoleren. In ieder geval in de bergruimten achter de schuifdeuren op zolder.
5. De woning beter compartimenteren.
6. Een goed ventilatiesysteem aanbrengen. Zeker als de woning luchtdichter gemaakt wordt.
7. Kierdichting ramen en deuren.
8. Luchtlekkages oplossen.
9. Door de temperatuur van de c.v. ketel zo laag mogelijk in te stellen kan ook gas bespaart worden. Pas bij een temperatuur onder de 60 °C werkt een ketel met een hoog rendement. Dat bij verder verlagen van de temperatuur nog beter wordt.
10. *De c.v. installatie waterzijdig laten inregelen of ruimteregeling (b.v. Honeywell Evohome) kan zowel het comfort verbeteren als energie besparen.*
11. *Dan nog de optie om een (hybride) warmtepomp toe te passen. Dat is een lucht-water of water-water warmtepomp all electric of naast de ketel.*
12. *De luchtdichting in het plafond van de uitbouw verbeteren.*
13. *C.v. leidingen waar nodig isoleren.*
14. *De borstweringen onder de kozijnen beter isoleren.*

### Isolatiewaarden:

	Huidige	nieuwbouw	minimaal gasloos
Pannendak	1,7 m <sup>2</sup> .K/W	6,3 m <sup>2</sup> .K/W	4,5 m <sup>2</sup> .K/W
Spouwmuur bestaand	0,4	4,7	4,5
Begane grond vloer	0,26	3,7	3,5 (hoger bij vloerverwarming)
Uitbouw geheel	2,5	zie hierboven	zie hierboven

Streefwaarde **luchtdichtheid**:  $q_{v10}$  0,40l/sec/m<sup>2</sup> i.c.m. goede ventilatie

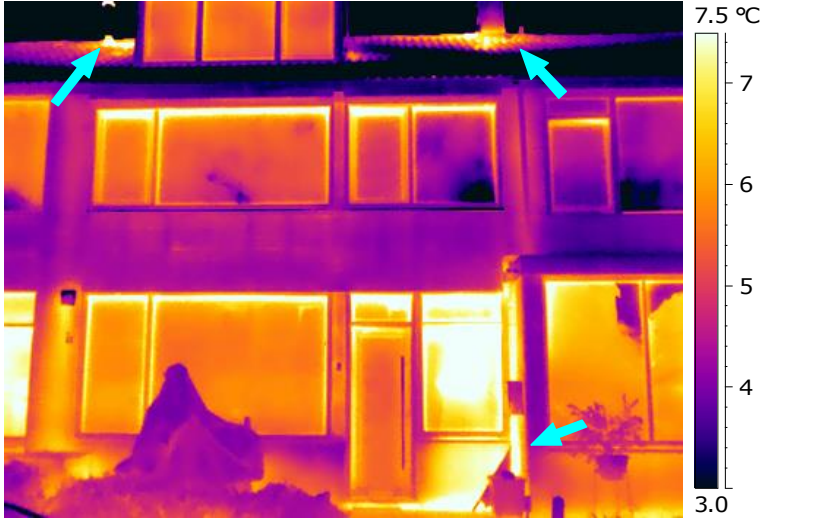

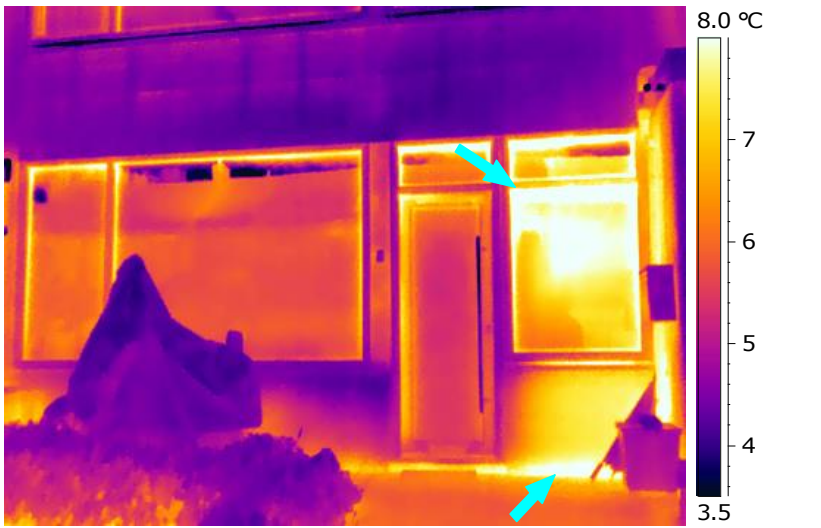

Toelichting bovenstaande waarden:

Huidige isolatiewaarden zijn geschat op basis van wat ik heb gezien en wat de bewoner heeft verteld.

Nieuwbouw, dit zijn de eisen die als minimum gelden voor nieuwbouw woningen.

Minimaal gasloos, uit ervaring zijn dit de minimum isolatiewaarden waarmee een woning comfortabel van het gas af kan.

## Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

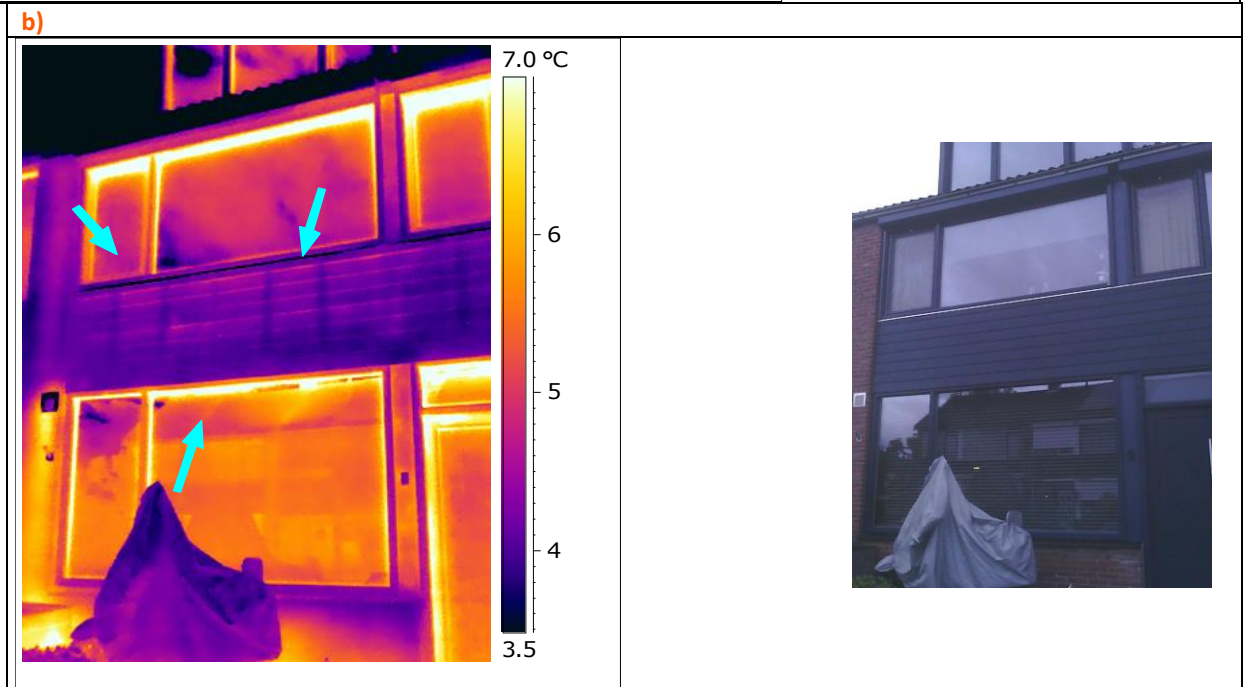
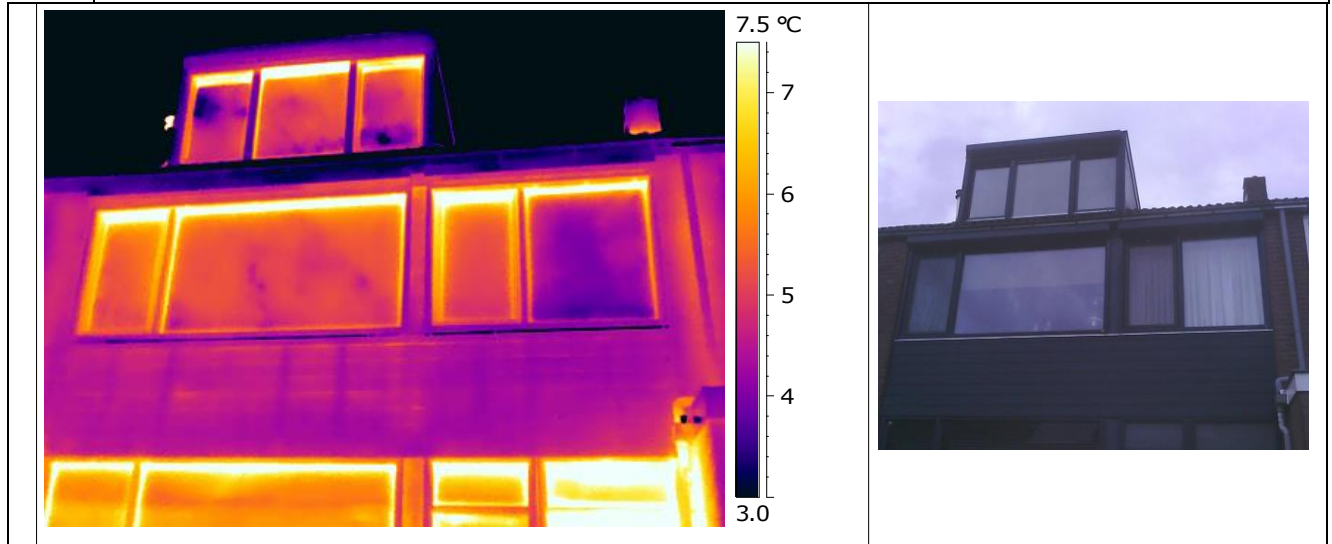
<b>Doel meting:</b>	<b>Onderzoek warmte- en luchtlekken</b>
<b>Locatie:</b>	
<b>Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:</b>	<b>Voorgevel</b>
<b>a)</b>	
	
<b>b)</b>	
	

### Commentaar

- a) Opvallend warme plekken. Zie volgende detailopnamen.
- b) Het glas straalt relatief veel warmte uit.  
Uit de binnenhoek van de uitbouw bij de burens komt warmte.

## Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

<b>Doel meting:</b>	<b>Onderzoek warmte- en luchtlekken</b>
<b>Locatie:</b>	
<b>Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:</b>	<b>Voorgevel</b>
a)	

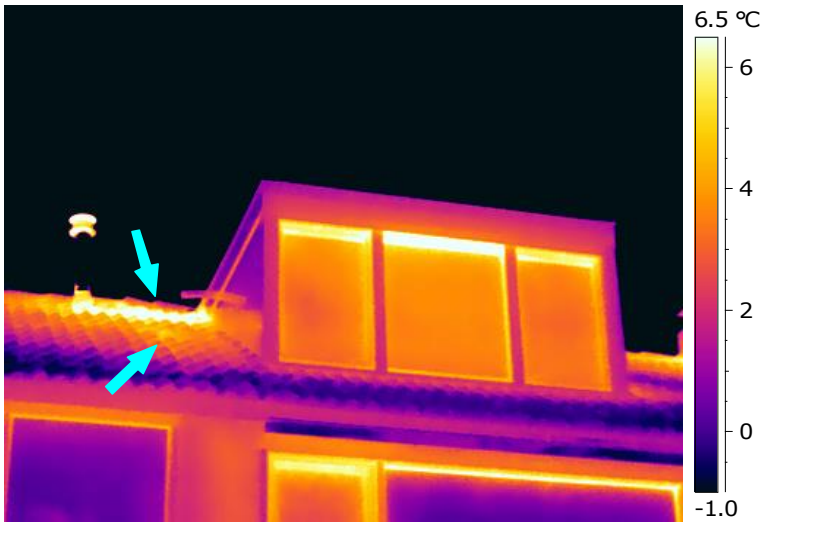

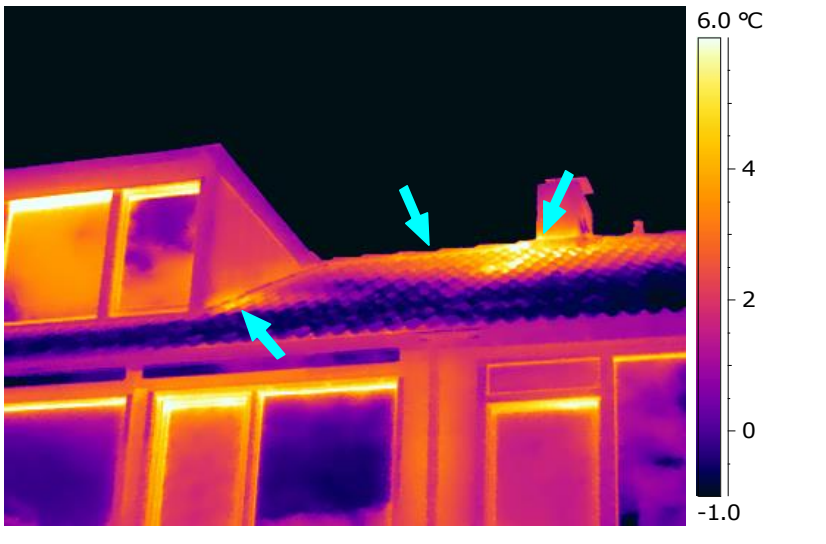



### Commentaar

a) Geen commentaar.

b) Door de gevelbekleding straalt wat warmte heen.

## Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

<b>Doel meting:</b>	<b>Onderzoek warmte- en luchtlekken</b>
<b>Locatie:</b>	
<b>Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:</b>	<b>Voorgevel</b>
<b>a)</b>	
	
<b>b)</b>	
	

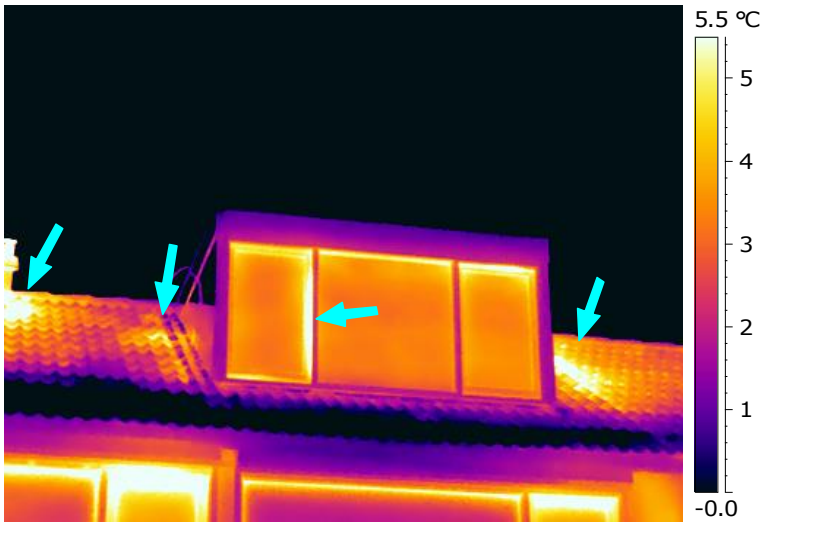

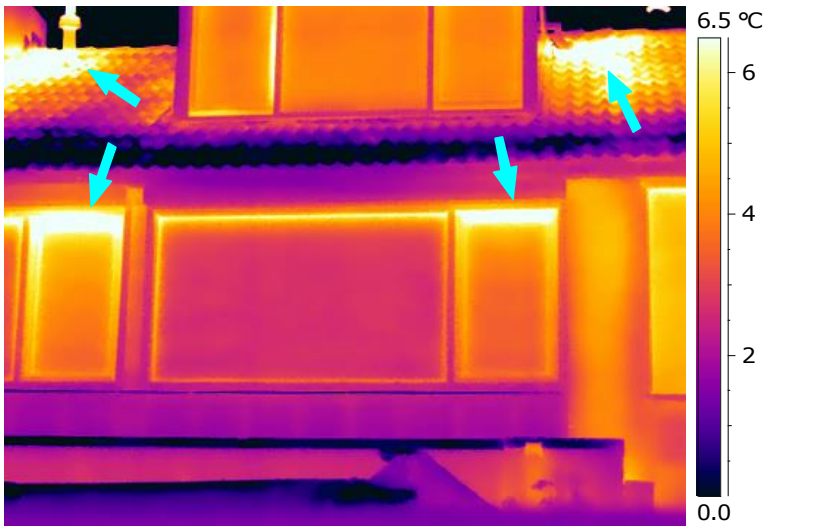

### Commentaar

Warme lucht ontsnapt uit het dak.

Zowel in de nok als langs de bouwmuur en de dakkapel.



## Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

<b>Doel meting:</b>	<b>Onderzoek warmte- en luchtlekken</b>
<b>Locatie:</b>	
<b>Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:</b>	<b>Achtergevel</b>
<b>a)</b>	
	
<b>b)</b>	
	

### Commentaar

a) Warme lucht ontsnapt op verschillende plekken uit het dak.

Het raam links sluit niet.

b) Idem.

De ramen stonden open in de kiepstand?

Linksboven komt warme lucht naar buiten langs de rookgasafvoer.

Rechts naast de dakkapel ook veel warme lucht.

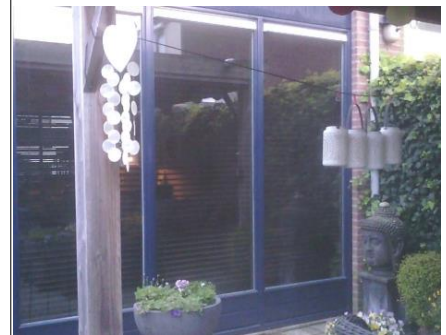
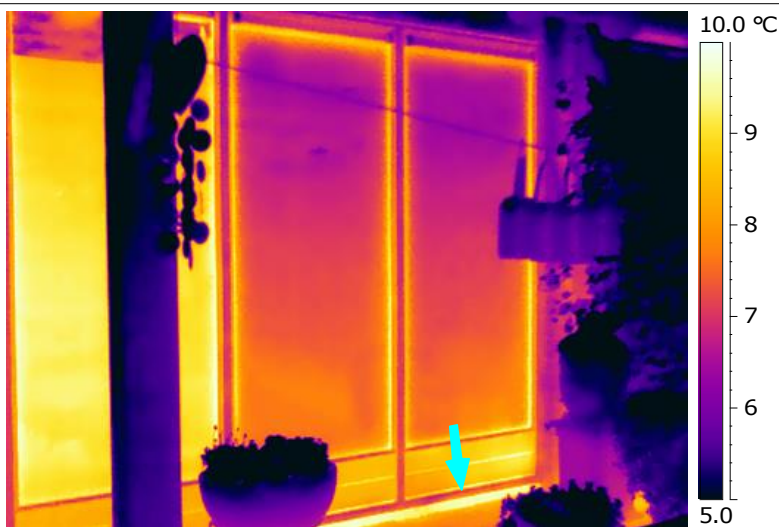
## Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

<b>Doel meting:</b>	<b>Onderzoek warmte- en luchtlekken</b>
<b>Locatie:</b>	
<b>Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:</b>	

a)



b)

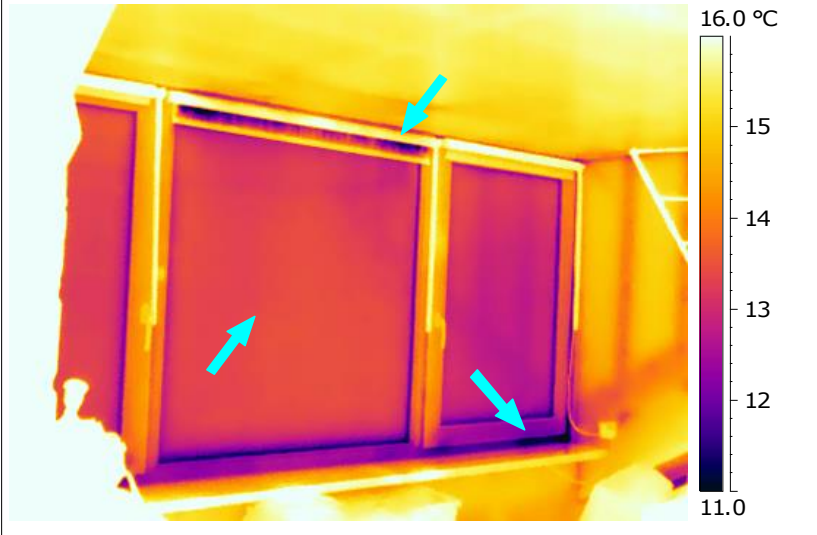


**Commentaar**  
Beetje warmteverlies onder de pui (vloerrand).

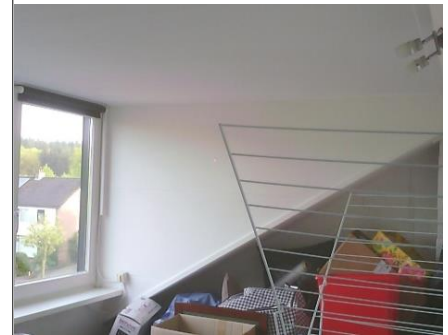
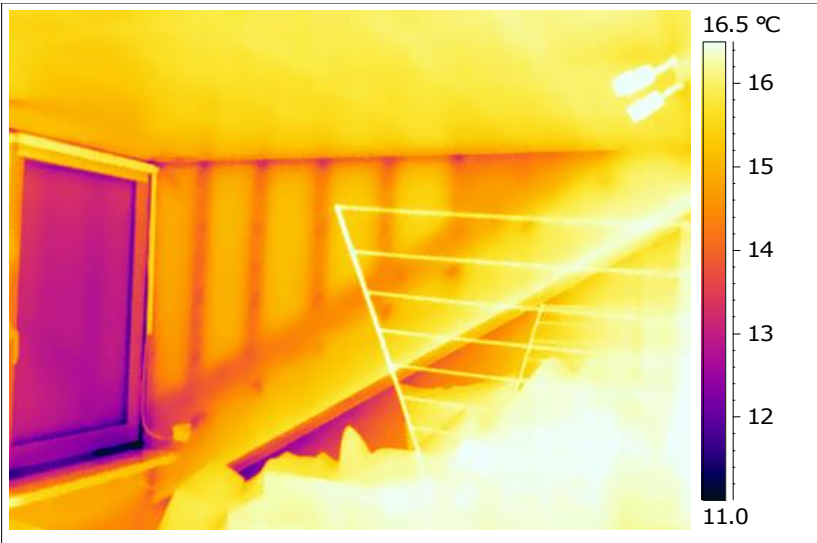
**Thermische opnamen binnenzijde**  
Woning in onderdruk

<b>Doel meting:</b>	<b>Onderzoek warmte- en luchtlekken</b>
<b>Locatie:</b>	
<b>Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:</b>	<b>Dakkapel voor, kunststof kozijn</b>

a)



b)

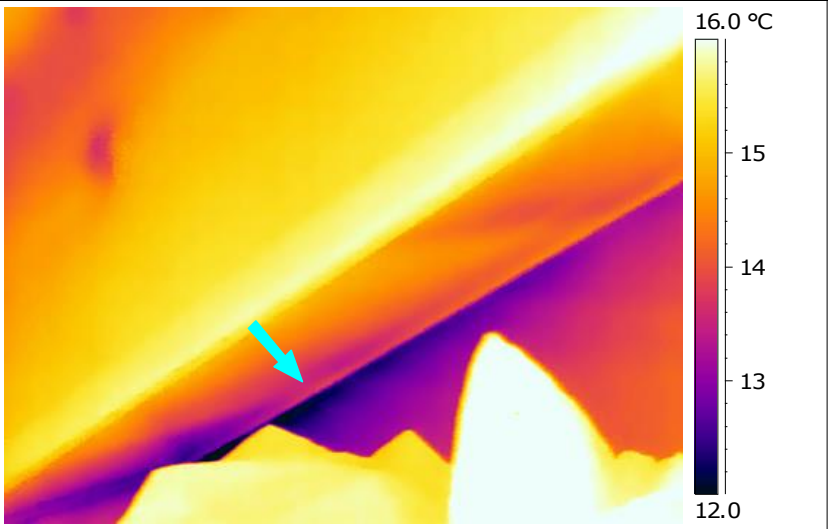
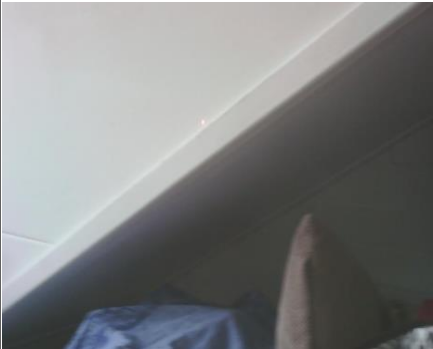
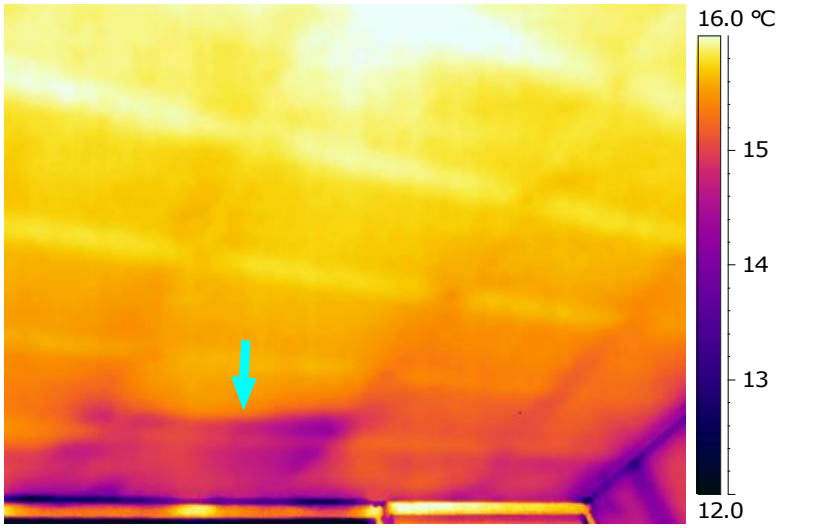



**Commentaar**

a) Kunststof kozijn 2005 met HR++. Het ventilatierooster in het midden tocht iets als het dicht is. Het raam tocht onderin.

b) De constructie van de dakkapel is mooi te zien doordat de houten balkjes minder goed isoleren dan de isolatie er tussen.

## Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Dakkapel voor, kunststof kozijn
a) Rechts naast de dakkapel	
	
b) Plafond dakkapel	
	

### Commentaar

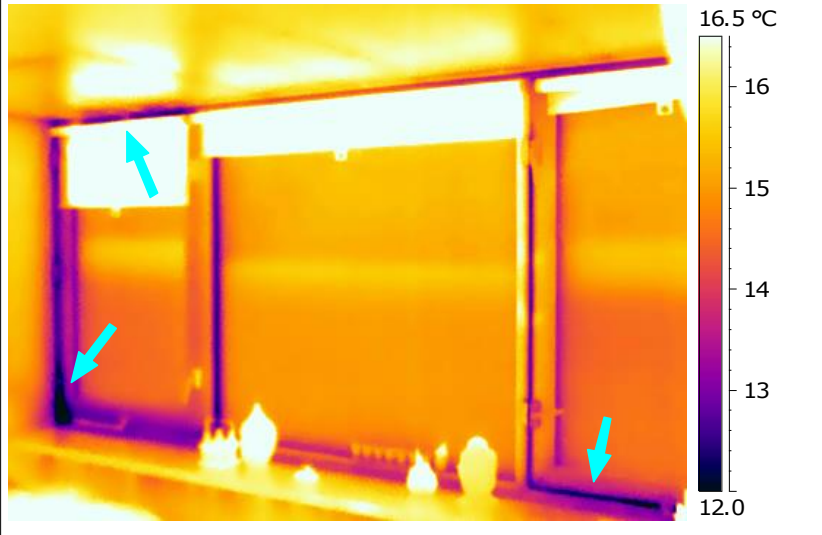
- a) De bouwmuur vormt een kleine koudebrug, doordat hij boven de dakisolatie uitsteekt.
- b) Koude lucht in het plafond van de dakkapel, maar het zal deels ook koude lucht uit het ventilatierooster zijn dat langs het plafond strijkt.



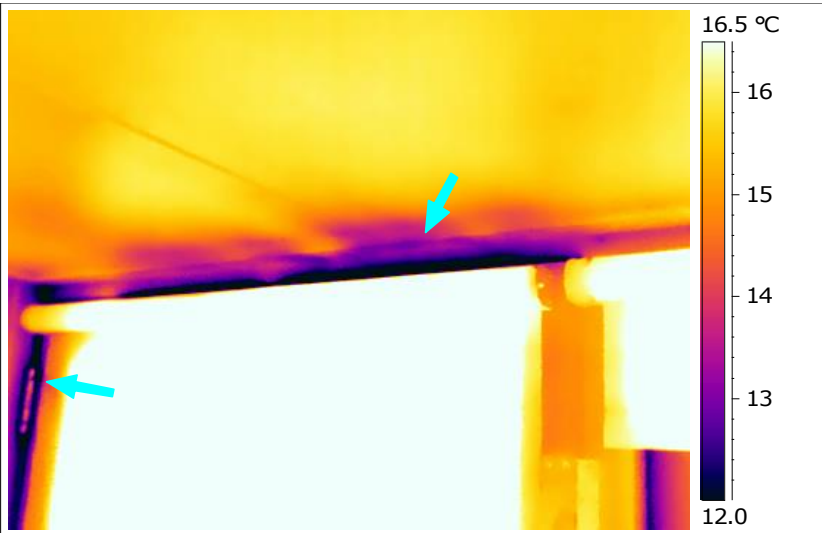
**Thermische opnamen binnenzijde**  
Woning in onderdruk

<b>Doel meting:</b>	<b>Onderzoek warmte- en luchtlekken</b>
<b>Locatie:</b>	
<b>Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:</b>	<b>Dakkapel achtergevel, houten kozijn</b>

a)



b) In detail



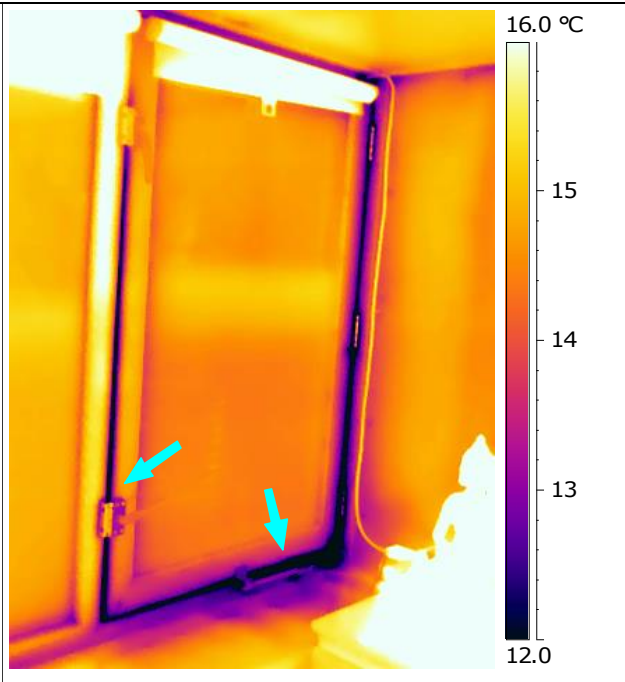
**Commentaar**

- a) Ramen tochten iets.
- b) De tocht in detail.

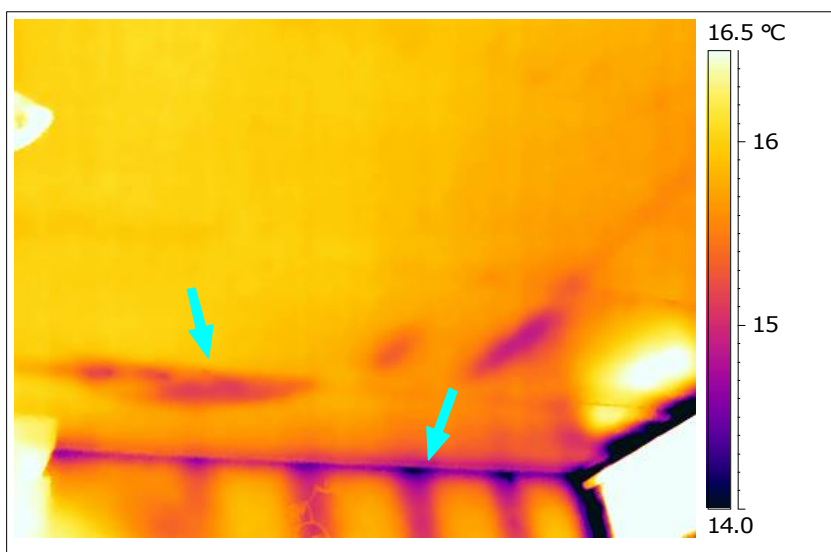
## Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Dakkapel achtergevel, houten kozijn

a)



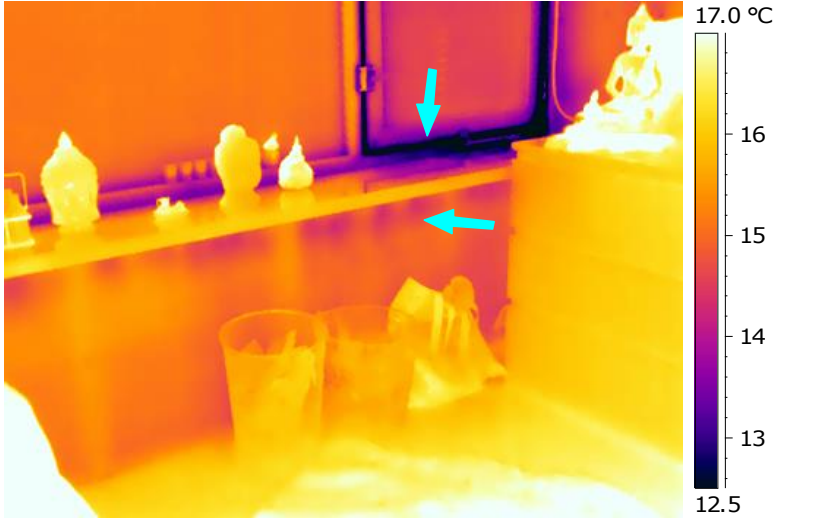

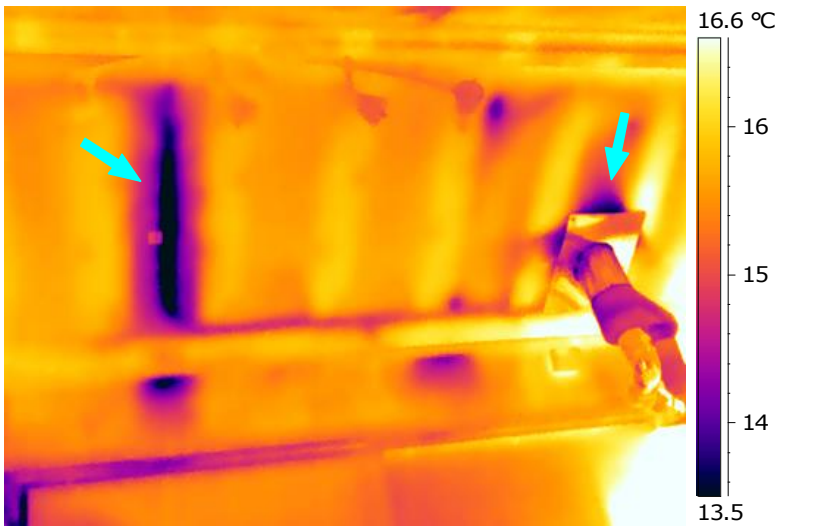

b)



### Commentaar

- a) Het houten raam klemt op de onderdorpel, waardoor het niet dicht kan.
- b) Wat koude lucht in het plafond en in de zijwang.

## Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Achtergevel
a)	
	
b)	
	

### Commentaar

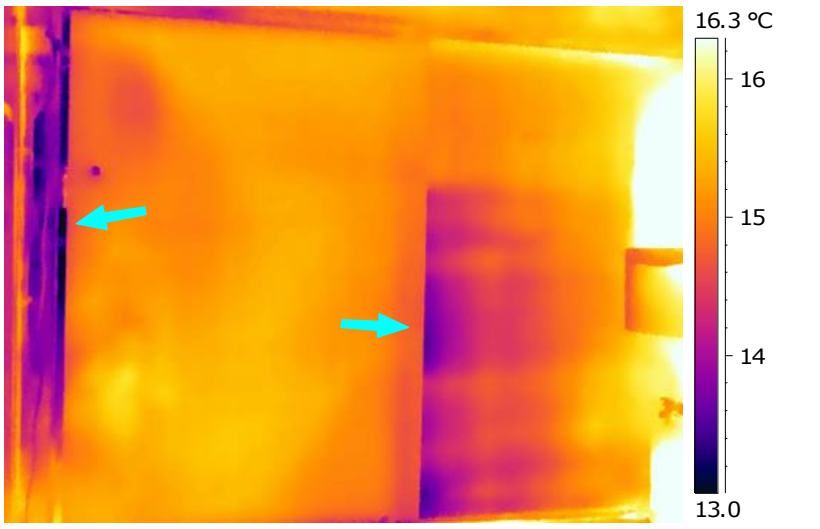

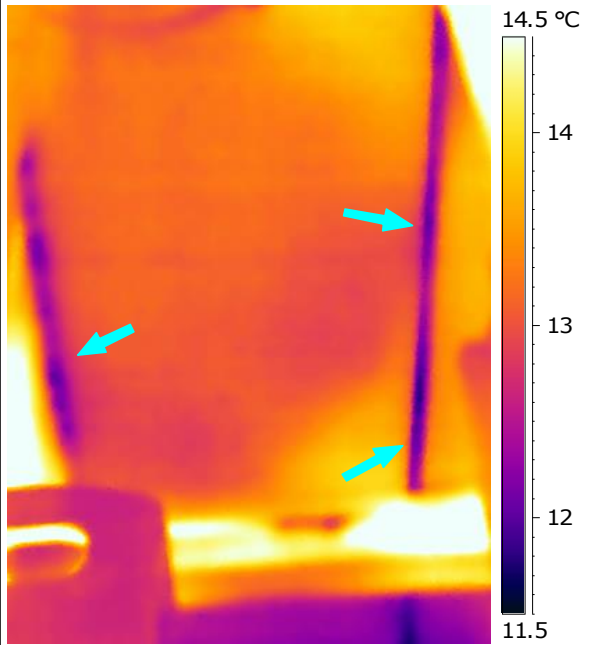

#### a) Het tochtende, klemmende raam

In de borstwering/knieschot wat koude lucht uit het dak.  
De gipsplaten zelf zijn afgekit en daarmee aardig luchtdicht.

#### b) Luchtlekkage langs de rookgasafvoer van de ketel.

Luchtlekkage in het dak.  
In de schoorsteen zit een ventilatierooster.

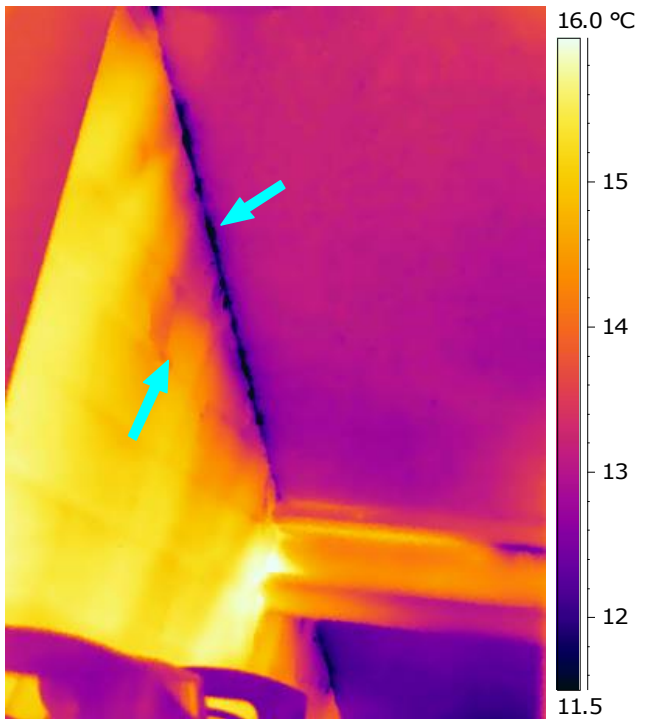

## Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Bergruimte op de overloop, achter
a)	
	
b)	
	

### Commentaar

- a) Koude lucht uit de bergruimte, langs de schuifdeur.
- b) Het dak achter de schuifdeur is geïsoleerd met 60 mm piepschuim, maar tussen de platen zitten brede kieren, waardoor het flink tocht uit het dak dat bestaat uit houten delen. Zie ook de volgende bladzijde.

## Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Bergruimte op de overloop, achter
a)	
	

### Commentaar

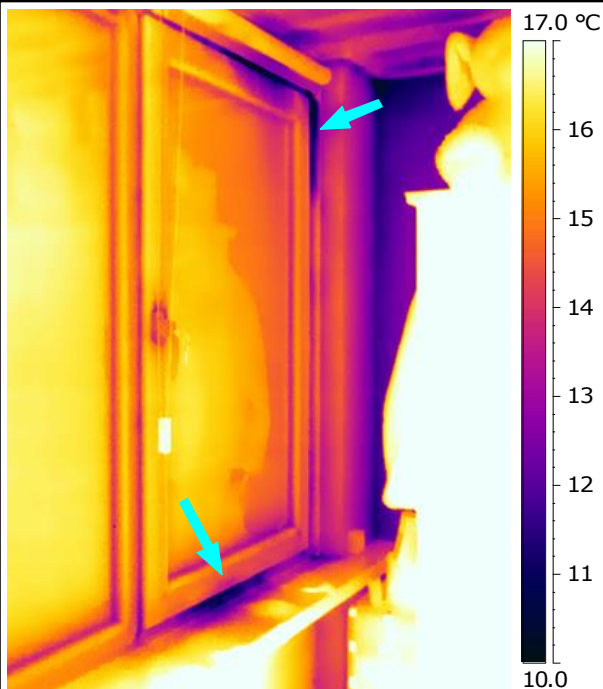
a) Koude lucht uit het dak, langs de piepschuim isolatie.



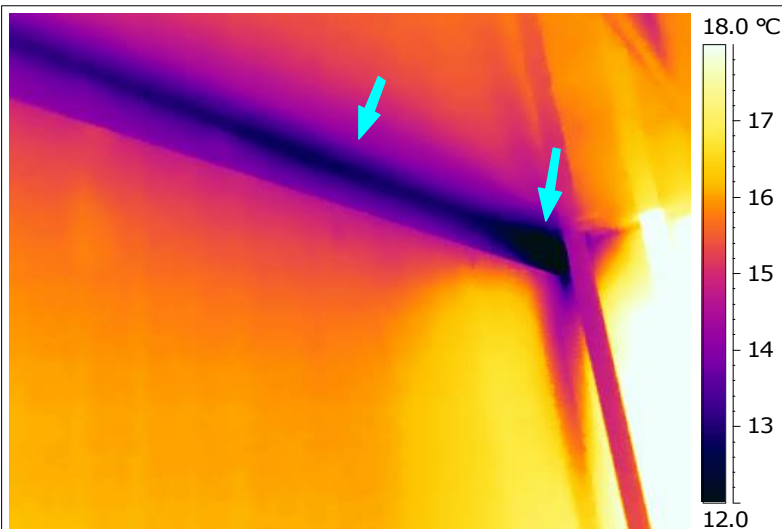
## Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	1 <sup>e</sup> verdieping kleedruimte voorzijde

a)



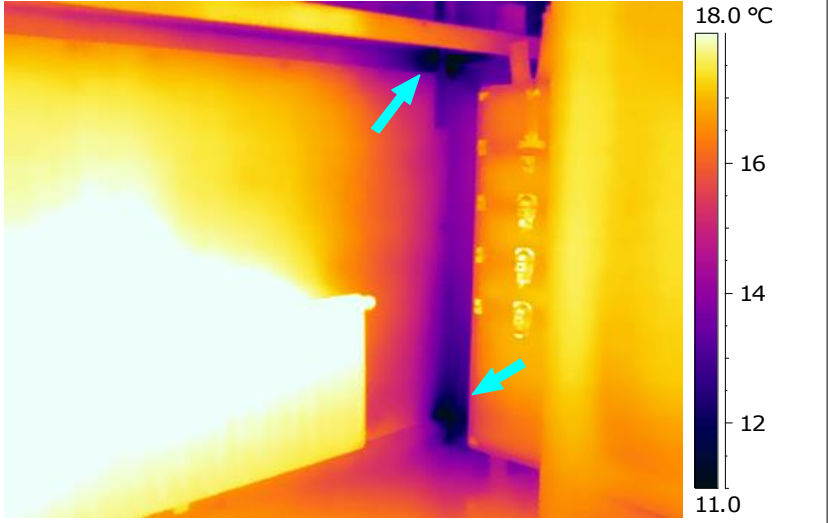

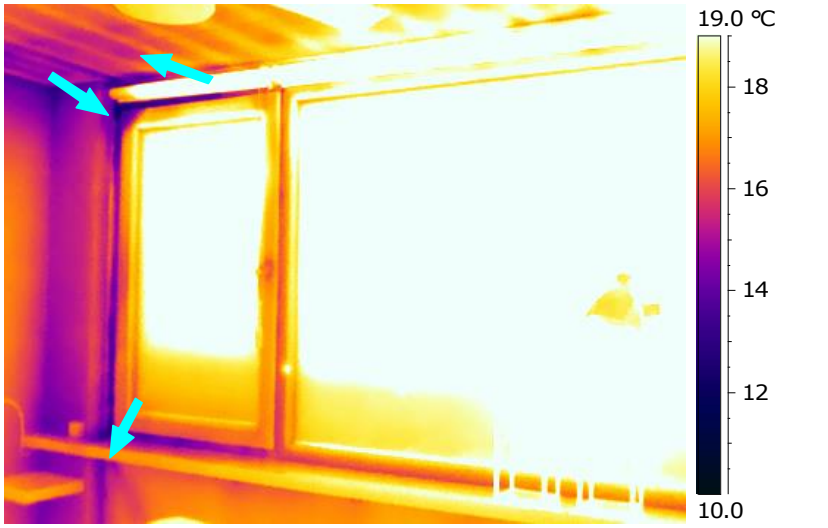

b)



### Commentaar

- a) Rond het kozijn tocht het en ook het raam zelf tocht.
- b) Onder de vensterbank tocht het.

Thermische opnamen binnenzijde  
Woning in onderdruk

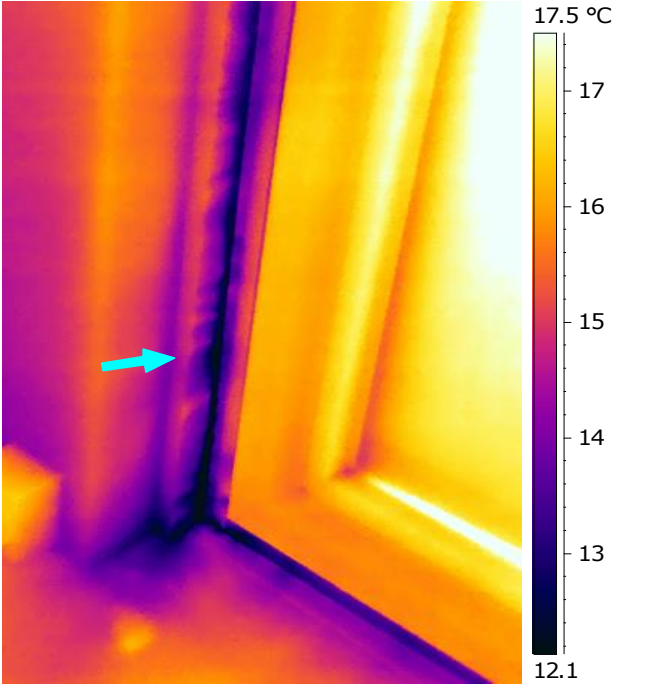

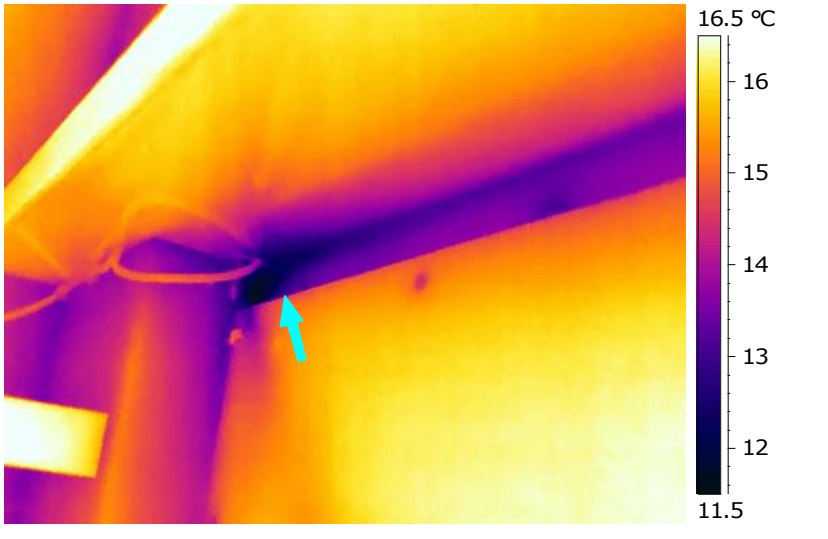

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Slaapkamer voor en achter
a) Slaapkamer voor	
	
b) Slaapkamer achter	
	

Commentaar

a) Lucht langs de borstwering. Hier zit een gat.

b) Kunststof kozijn uit 2013 met HR++ glas. Tocht langs het kozijn en het raam.

Thermische opnamen binnenzijde  
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Slaapkamer achter, details vorige bladzijde
a)	
	
b)	
	

Commentaar

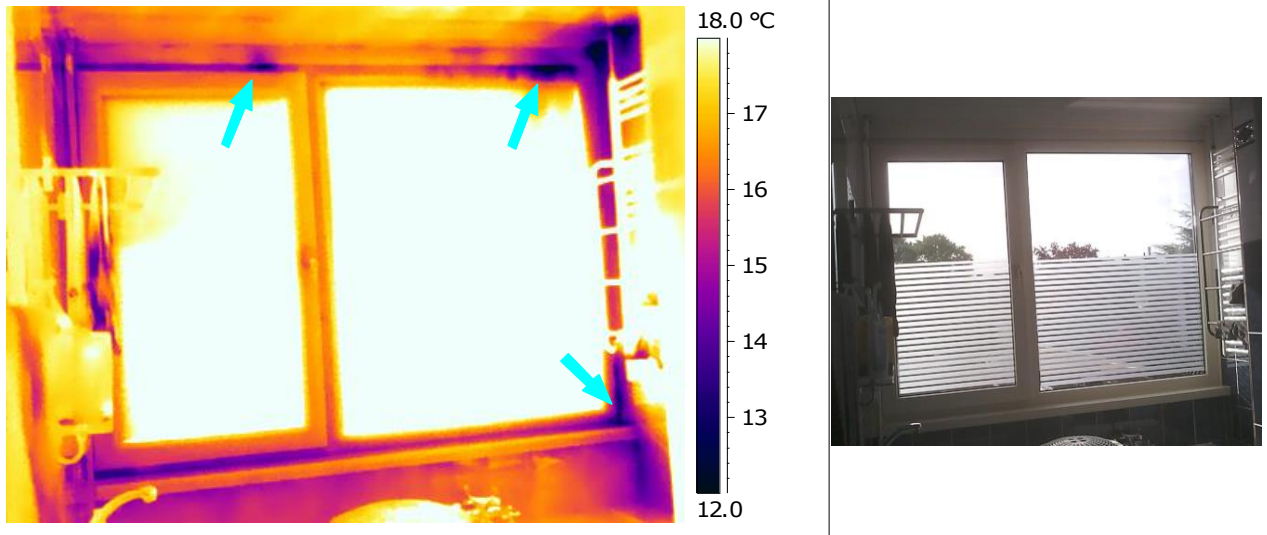
- a) Tocht langs het kozijn. Hier zit een kier.
- b) Lucht langs de borstwering. Hier zit een gat.



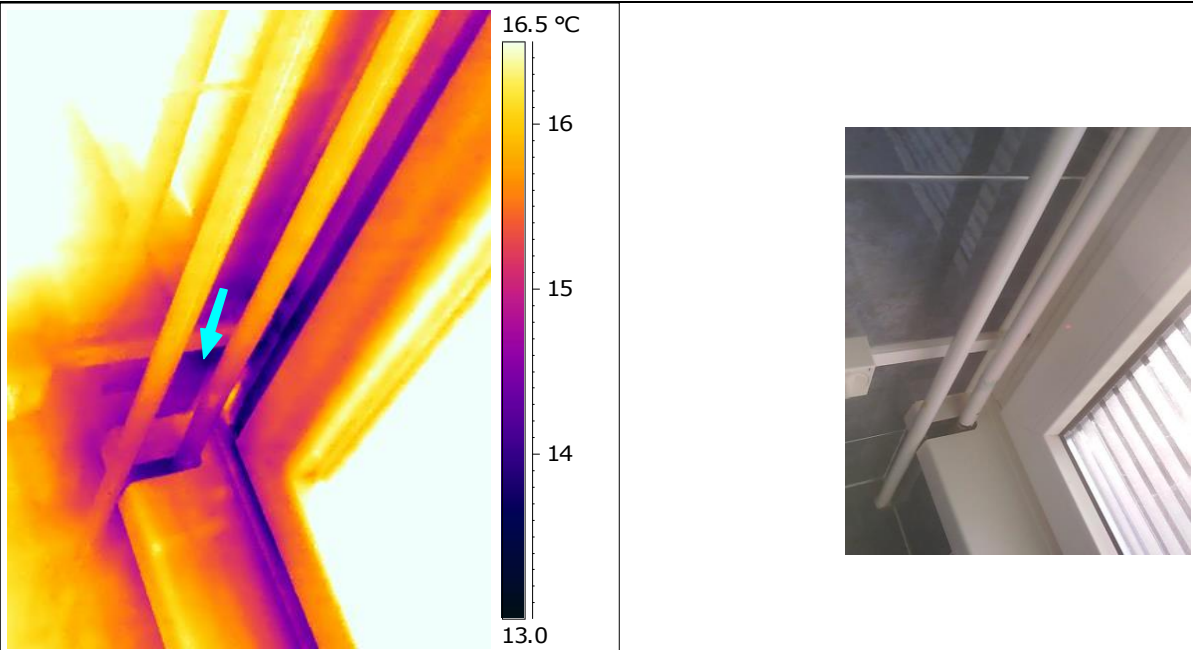
Thermische opnamen binnenzijde  
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Badkamer

a)





b)



Commentaar

- a) In de badkamer kwam meer lucht binnen dan in de slaapkamers. Langs het kozijn en uit het verlaagd plafond. Lucht in het plafond
- b) Links en rechts zit een gat in de borstwering.

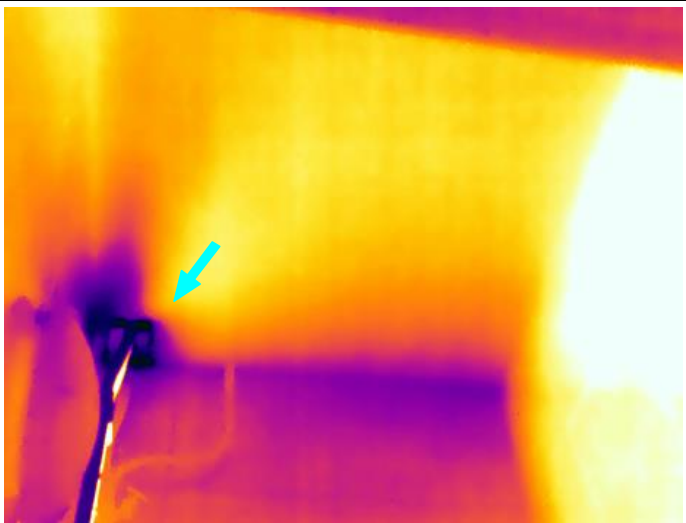

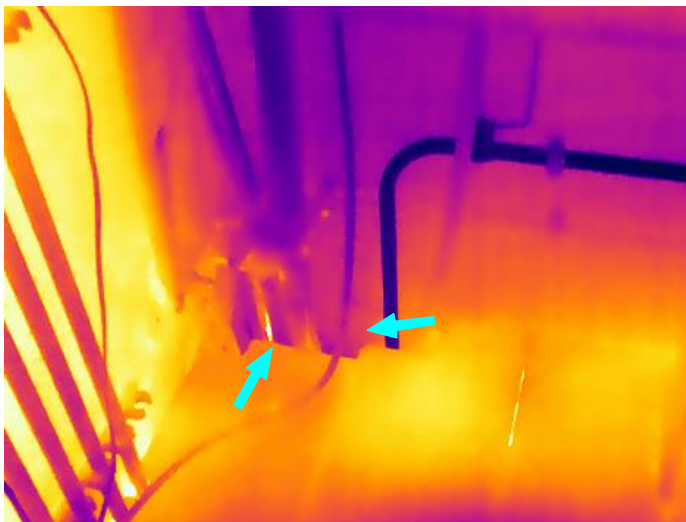
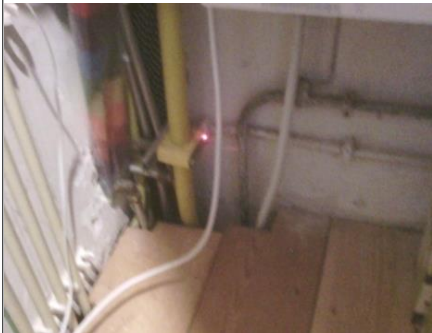
## Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Badkamer plafond
a)	
	

### Commentaar

a) Lucht langs het kozijn en het plafond, waarschijnlijk van achter het knieschot op zolder. Zie eerder voor de koude lucht daar.

## Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

<b>Doel meting:</b>	<b>Onderzoek warmte- en luchtlekken</b>
<b>Locatie:</b>	
<b>Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:</b>	<b>Begane grond</b>
<b>a) Toilet</b>	
 <p>18.5 °C 18 17 16 15 14.5</p>	
<b>b) Meterkast</b>	
 <p>19.0 °C 18 17 16.0</p>	

### Commentaar

a) Koude lucht uit het verlaagd plafond in het toilet.

b) Dit gat in de meterkast is een open verbinding met de kruipruimte.

**Thermische opnamen binnenzijde**  
Woning in onderdruk

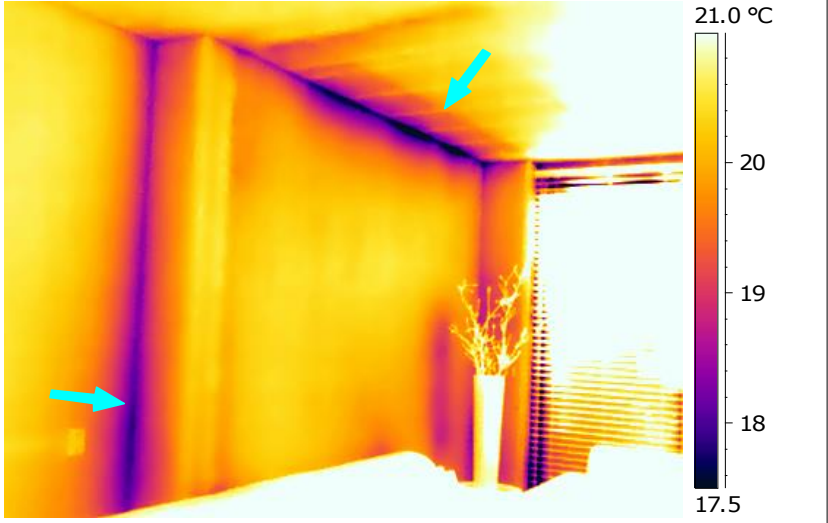

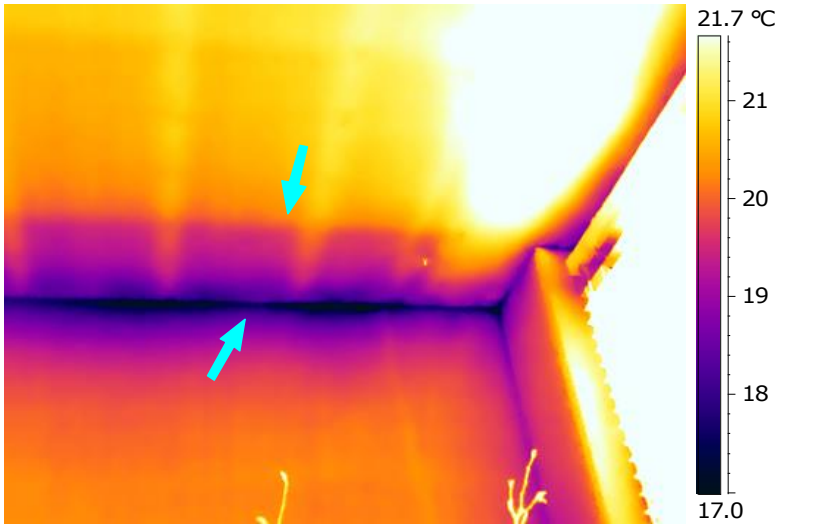

<b>Doel meting:</b>	<b>Onderzoek warmte- en luchtlekken</b>
<b>Locatie:</b>	
<b>Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:</b>	<b>Keuken</b>
<b>a) Voorgevel</b>	
	
<b>b)</b>	
	

**Commentaar**

a) Kozijn is luchtdicht ingebouwd.

b) De woonkamer heeft wel vloerverwarming. De keuken niet. De vloer is niet geïsoleerd.

## Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

<b>Doel meting:</b>	<b>Onderzoek warmte- en luchtlekken</b>
<b>Locatie:</b>	
<b>Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:</b>	<b>Uitgebouwde woonkamer, achter</b>
<b>a)</b>	
	
<b>b)</b>	
	

### Commentaar

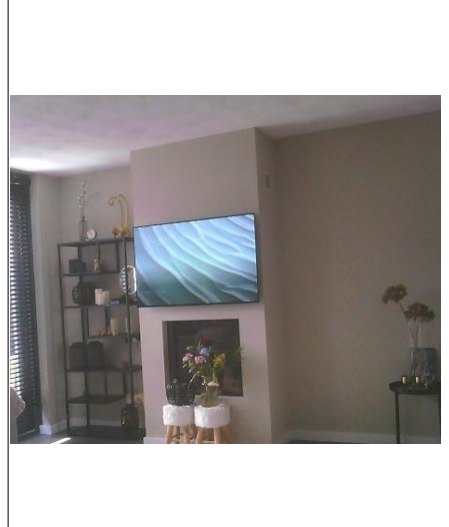
- a) Links een klein thermisch lek in de aansluiting van de uitbouw op de woning.
- b) In het eerste balkvak naast de zijgevel van de uitbouw komt koude lucht binnen via het dak/boeideel.



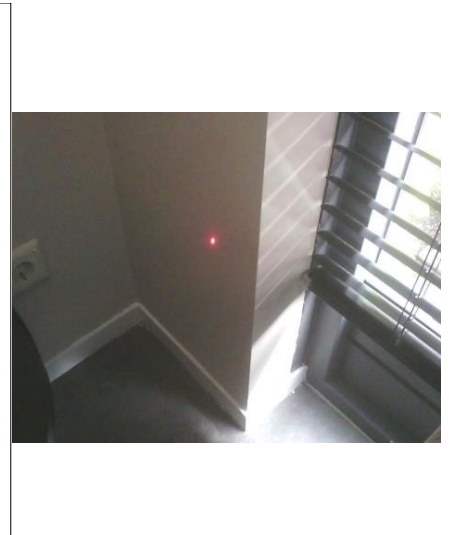
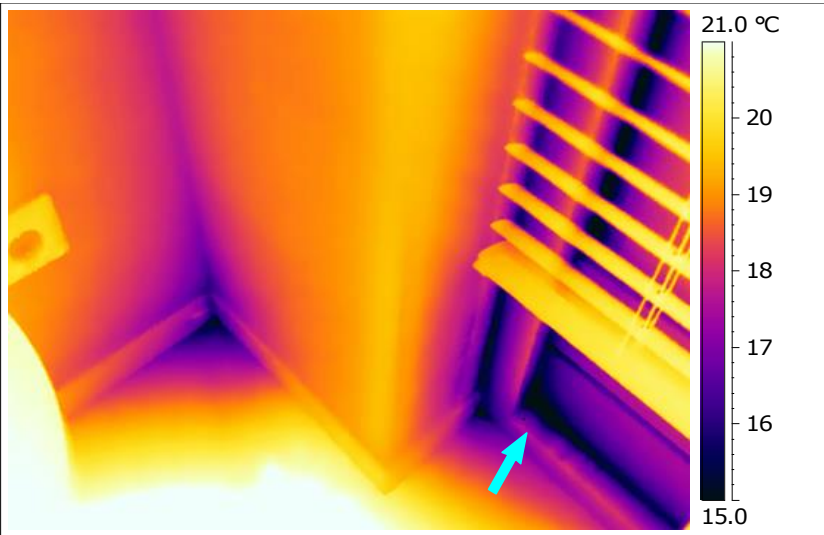
**Thermische opnamen binnenzijde**  
Woning in onderdruk

<b>Doel meting:</b>	<b>Onderzoek warmte- en luchtlekken</b>
<b>Locatie:</b>	
<b>Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:</b>	<b>Woonkamer, achtergevel</b>

a)



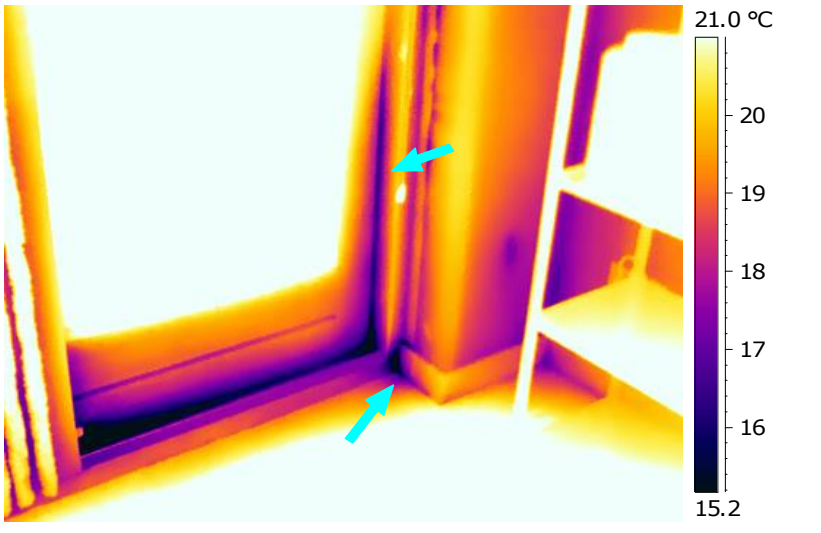

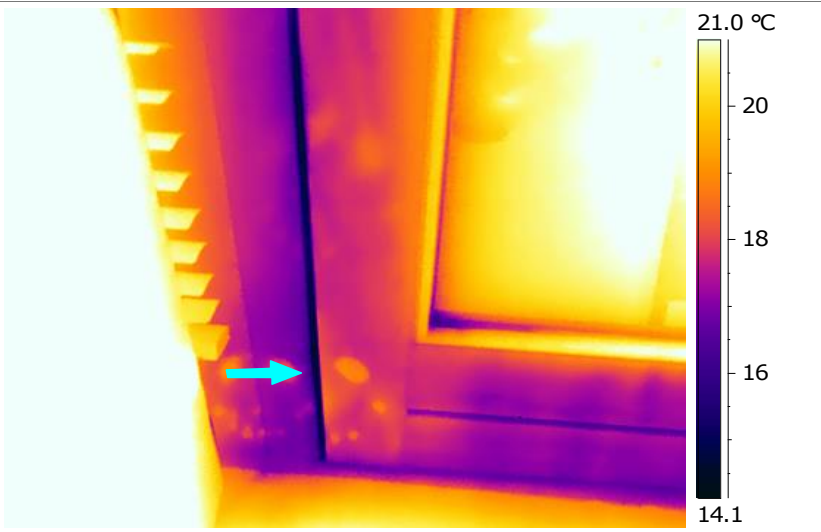

b)



**Commentaar**

- a) De gesloten gashaard is luchtdicht ingebouwd.  
Ook hier koude lucht tussen de eerste twee balken in het dakvlak.  
Koude binnenhoek zijgevel-achtergevel.
- b) Tocht in het kozijn.

## Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Schuifpui achtergevel
a)	
	
b)	
	

### Commentaar

a) Tocht uit de vloer.

De schuifpui tocht iets, maar dat is normaal.

b) De sluitzijde van de schuifpui tocht.

## Bijlagen A: Schimmel

### Oorzaken

- Teveel vocht in huis
- Te koud in huis
- Grote temperatuurverschillen in huis
- Te koude oppervlakken (koudebruggen)
- Vocht trekt naar het koudste oppervlak/de koudste ruimte

### Schimmel vermijden door:

- Ventileren!! Liefst mechanisch
- Vochtproductie beperken:
- Vocht afzuigen waar het geproduceerd wordt b.v.:
  - Afzuigkap aan (min 350 m<sup>3</sup>/h)
  - Mechanische ventilatie in de badkamer, keuken, toilet en wasruimte
- Geen was binnen drogen
- Luchttoevoer in de verblijfsruimten
- Eén oud ruitje als vochtvreter
- De temperatuur ('s nachts) niet te veel laten dalen
- Geen grote temperatuurverschillen in huis
- Binnendeuren dicht
- Koude oppervlakken vermijden