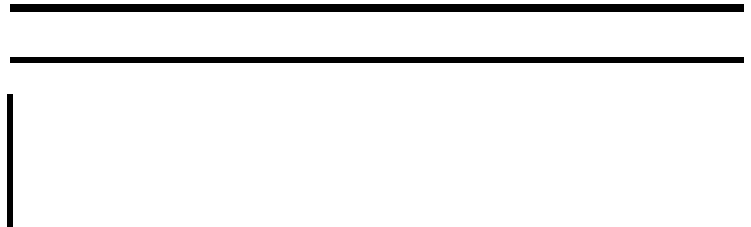


## Rapportage

## Thermografisch onderzoek

## *Ravelstraat, Arnhem*



### Copyrights©

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Ingenieursbureau Van der Kleij

ir. P.S. van der Kleij

Boccherinistraat 2, 6815 GX Arnhem

tel. 026-44 55 177

mob. 06-53 34 35 02

fax. 026-44 55 177

## Inhoudsopgave

Gegevens .....	3
Inleiding en doel Onderzoek.....	4
Omschrijving van de werkzaamheden en randvoorwaarden van de metingen .....	4
Aangetroffen situatie.....	4
Geconstateerde gebreken en <i>adviezen</i> .....	5
Overige isolerende en energiebesparende maatregelen .....	11
N.B. Een tochtig huis is niet hetzelfde als ventileren. ....	11
Conclusie en advies .....	12
Thermische opnamen buitenzijde .....	13
Thermische opnamen binnenzijde .....	20

## Gegevens

### Inspectierapport

Opdrachtgever :  
Plaats van de inspectie : Ravelstraat, Arnhem  
Datum van de inspectie : 14 maart 2018  
Ons ordernummer : 18.005-2  
Inspectie uitgevoerd door : ir. P.S. van der Kleij  
Rapport opgemaakt door : ir. P.S. van der Kleij  
Vestigingsadres : Boccherinistraat 2  
Postcode : 6815 GX  
Plaats : Arnhem  
Telefoonnummer : 06-53 34 35 02  
E- mail adres : info@irvanderkleij.nl

Buitentemperatuur : 5,6 om 09.49 u      7,7 °C om 12.15 u  
Luchtvochtigheid : 90%      70 %  
Windsnelheid : 1 m/sec      2 m/sec  
Windrichting : zuid      zuidoost  
Luchtdruk : 1006,9 hPa

Binnentemperatuur : 13,2 °C (in de garage)  
Luchtvochtigheid : 45 %

Type thermografische camera : Flir B335  
Blowerdoor : Retrotec 3000SR

## Inleiding en doel Onderzoek

Deze woning is onderzocht in het kader van het project Duurzaam Craneveer, waarbij in de wijk Alteveer/'t Cranevelt in Arnhem vijf verschillende type woningen zijn onderzocht om te bepalen welke energielekken er in dit type woning voorkomen en hoe die verbeterd kunnen worden.

## Omschrijving van de werkzaamheden en randvoorwaarden van de metingen

Voor zonsopgang is de woning met de warmtebeeldcamera aan de buitenzijde bekeken. Vervolgens zijn de opbouwventilatoren in toilet en badkamer en de afzuigkap afgeplakt en is de woning op onderdruk gezet (50 Pa). Met de warmtebeeldcamera en rook zijn de luchtlekkages in beeld gebracht. Het onderzoek met rook is op een aantal plaatsen ook gedaan met de woning in overdruk.

De luchtdichtheid bij onder- en overdruk zijn bepaald. De blowerdoor stond opgesteld in de garagedeur.

## Aangetroffen situatie

De woning is een geschakelde twee-onder-een-kapwoning. Gebouwd in 1960 en bestaat uit twee woonlagen met een plat dak en is grotendeels onderkelderd. De zone entree-(bij)keuken is eenlaags en niet onderkelderd.

Een deel van de houten kozijnen is (o.a. in 1999) vervangen door kunststof kozijnen.

In de achtergevel zijn in 2009 twee aluminium puien met openslaande deuren aangebracht.

De oorspronkelijke, ongeïsoleerde bijkeuken met halfsteens gevel is doorgebroken en bevat nu de keuken.

De woning is als volgt gebouwd:

De gevels en fundering zijn gemetseld in kalkzandsteen en gele steen. Met een ongeïsoleerde spouw.

De begane grondvloer is van het fabrikaat Nehobo, een dunne, holle baksteen vloer.

De verdiepingsvloer is een houten balklaag met vloerdelen. Origineel is het dak een houten balklaag met hierop 5 cm helmplank (rietmatten) als dakplaat en bitumineuze dakbedekking.

De gevels zijn vrijgehouden van de dakplaten.

De keldervloer is een betonvloer, tussen de muren gestort.

Omdat ik mijn eigen woning in de Boccherinistraat grondig heb verbouwd, ken ik dit type woning goed.

De woning wordt verwarmd door een HR ketel.

Recentelijk is de woning voorzien van zogenaamde 8 PVT panelen. Dit zijn zonnepanelen, waaronder een laag zit waar vloeistof doorheen loopt. Deze vloeistof wordt door de zon verwarmd. In de kelder staat een 300 liter buffervat, waar de warmte in opgeslagen gaat worden. Op het buffervat is zowel de voeding voor de c.v. installatie als het warm tapwater aangesloten.

De spouw van de woning is (voor 2000) met minerale wol nageïsoleerd.  
Het dak is recentelijk voorzien van 8 cm PIR isolatie met een Rd van 3,6, afgewerkt met EPDM dakbedekking.

De woning is voorzien van, grotendeels HR++ isolatieglas.

Inhoud	425 m <sup>3</sup>
Vloeroppervlak	170 m <sup>2</sup>

### Geconstateerde gebreken en *adviezen*

De gemeten luchtdichtheid van de woning  $q_{v10} = 1,90 \text{ l/sec/m}^2$  voor de hele woning, gemiddeld bij over- en onderdruk.

De gemeten luchtdichtheid is beter dan ik verwachtte. Uit ervaring weet ik dat het bij deze woningen boven de plafonds waait omdat tussen het dak en de buitenmuren een opening van 2-3 cm zit.. Omdat van deze woning de plafonds behoorlijk luchtdicht zijn afgewerkt, komt de koude lucht maar beperkt in de leefruimten. Wel zal de koude lucht in de plafonds de woning onnodig afkoelen.

Het meetrapport staat in een apart bestand.

\* De  $q_{v10}$  is een waarde voor hoeveel lucht de woning lekt bij een drukverschil van 10 Pa over de gevel. 10 Pa is te vergelijken met 2-3 bft, de gemiddelde winddruk in Nederland. De  $q_{v10}$  willen we het liefst onder de  $1,0 \text{ l/sec/m}^2$ . Bij extreem zuinige woningen, zoals nul op de meter, gaan we zelfs naar  $0,15 \text{ l/sec/m}^2$ .

### Thermografische opnamen buitenzijde

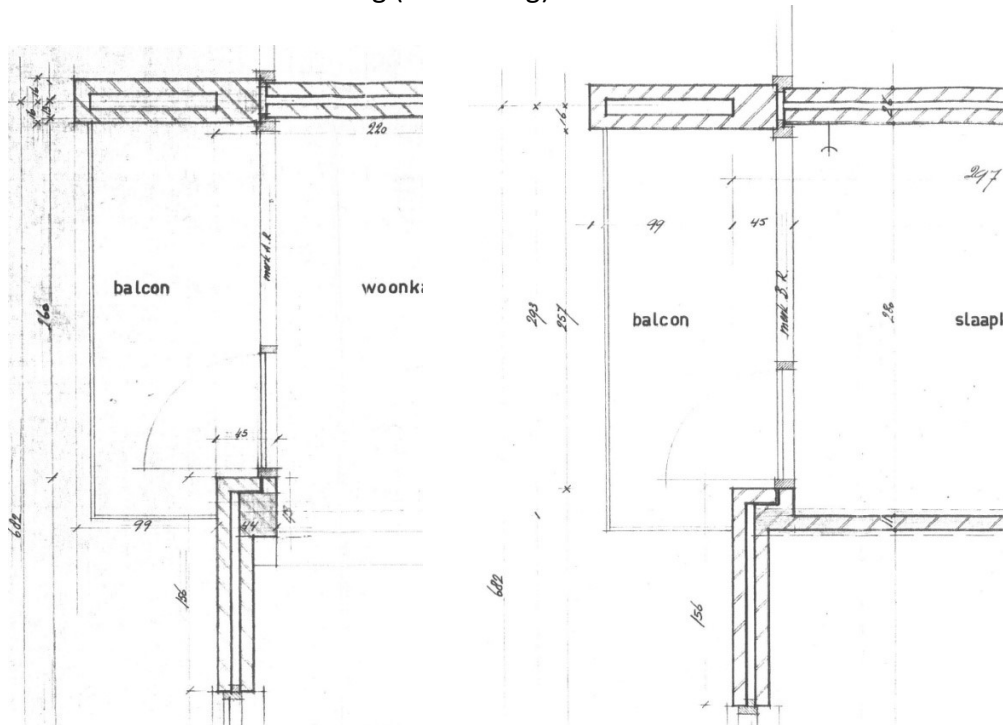
*De adviezen staan cursief vermeld*

Ik heb hieronder met een **rood \*** de maatregelen aangemerkt die ik wil adviseren, omdat ze of een groot warmte-/luchttek vormen, of makkelijk zijn uit te voeren.

#### *Op volgorde van de thermografische foto's*

- De kozijnen van de twee balkonkamers, tonen warmteverlies. Zie ook de foto's binnen.
- Dit geldt in mindere mate ook voor de raamkozijnen in de voorgevel.
- De garagedeuren verliezen veel warmte. Waarbij moet worden opgemerkt dat de garage normaal gesproken niet apart verwarmd wordt. Wel geeft de dunne steenachtige BG vloer warmte af aan de garage, waardoor toch warmteverlies optreedt.

- Naast de balkonkozijnen toont de balkonmuur warm. Volgens de bouwtekening zit hier inderdaad een thermische brug (koudebrug).

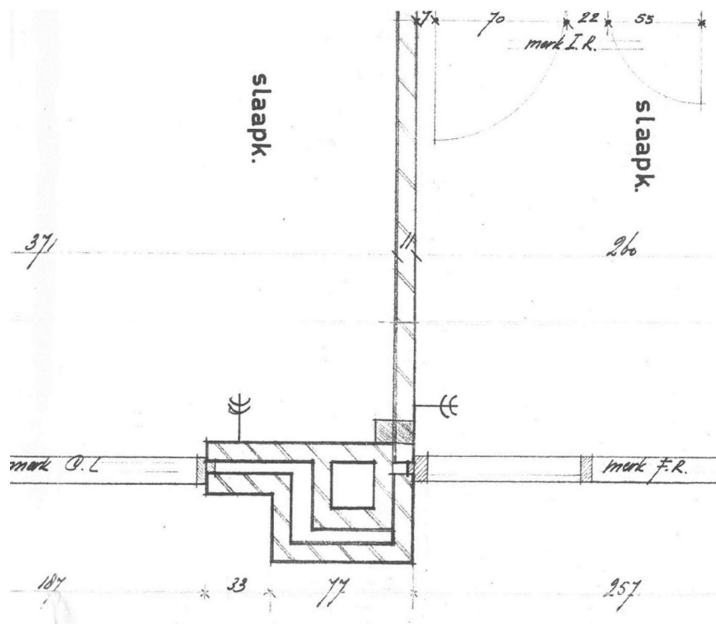


detail balkon BG

detail balkon verdieping

- De spouwmuurisolatie in de voor- en achtergevel lijkt goed aangebracht, behalve onder het kelderraam in de voorgevel. Dit stuk gevel lijkt warmer, wat op het ontbreken van spouwisolatie kan wijzen.
- *\* Gecontroleerd kan worden middels endoscopisch onderzoek of de spouwisolatie goed is aangebracht.*
- Zijgevel bij de trap naar de entree toont warm.  
*\* Gecontroleerd kan worden middels endoscopisch onderzoek of de spouwisolatie goed is aangebracht.*
- De entrepui toont veel warmteverlies. De entree wordt echter normaal gesproken niet verwarmd en is afgesloten met de tochtdeur naar de gang.

- In de achtergevel zijn de binnenhoeken tegen de schoorsteen warm. Dit is verklaarbaar uit het originele bouwdetail.



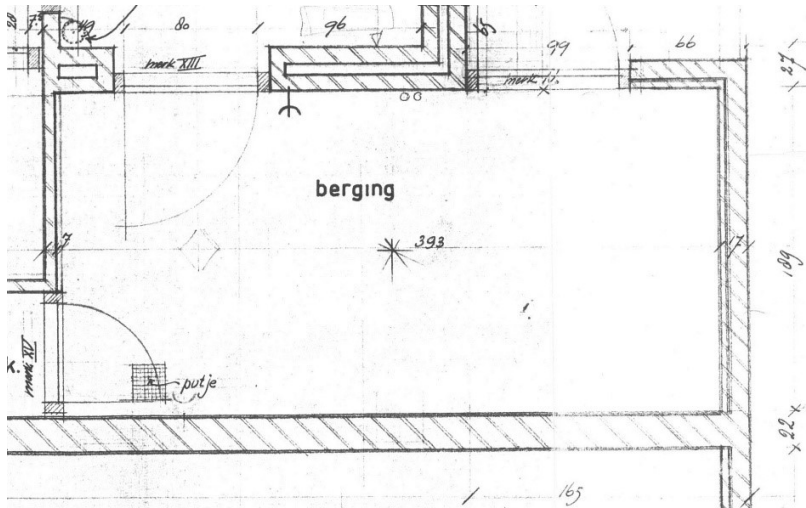
*Detailtekening: Hierin is te zien aan de rechter kant geen spouw zit.*

*\* Gecontroleerd kan worden middels endoscopisch onderzoek of de spouwisolatie rond de schoorsteen is aangebracht.*

Daarnaast loopt de rookgasafvoer van de c.v. ketel door de schoorsteen. Hierdoor wordt de schoorsteen van binnenuit opgewarmd. Dit wordt versterkt door de trek die in de schoorsteen ontstaat. Doordat de schoorsteen in de kelder rond de rookgasafvoer niet is afgedicht, wordt warme lucht uit de c.v.ruimte de schoorsteen in getrokken. Zie ook 'binnen'.

- In de achtergevel komt onder het boeideel van de slaapkamer rechts duidelijk warme lucht naar buiten.
- \* Zie 'binnen'.*
- De vloer van de berging, nu de keuken is een niet geïsoleerde vloer op zand. Dit geldt ook voor het toilet en de entree.

- De twee binnenhoeken bij de keuken verliezen duidelijk warmte. Dit is de oude bijkeuken, die alleen een halfsteens muur had, deels met een klamp er tegenaan. Maar zonder spouw. Aan beiden zijden loopt het metselwerk van buiten naar binnen door. Zie onderstaande tekening.  
*Dit is alleen op te lossen door het aanbrengen van een voorzetwand.*



*Originele bouwtekening berging: De hoeken en gevel zijn niet geïsoleerd.*

## Thermografische opnamen binnenzijde

### *Op volgorde van de thermografische foto's*

- In de aansluitingen van het plafond op de verdieping en onder het lage dak op de begane grond zitten luchtlekken. Dit komt doordat de gevels niet afgedicht zijn tegen de onderzijde van de dakplaten. Sterker nog hier zit rondom een kier van 2 – 3 cm! In deze woning bleken de originele zachtboard plafonds redelijk luchtdicht door de (vele?) lagen verf. Echter boven het plafond kan het aardig waaien, waardoor de dakisolatie zijn waarde deels verliest en de koude lucht komt de kamers binnen via spotjes, elektrapunten en andere gaten in de plafonds.
  - \* *Om dit op te lossen zullen de plafonds open moeten. De kier tussen het binnenspouwblad en het dak kan dan dichtgezet worden.*
  - \* *Dan kan tegelijk het metselwerk in het plafond wordt afgedicht met stucwerk en de kieren tussen de balken en het metselwerk met speciale tape worden afgeplakt. Daarmee wordt koude lucht uit de spouw geblokkeerd.*
  - \* *De houten gevelpanelen in de plafonds kunnen dan gelijk geïsoleerd en luchtdicht afgewerkt worden.*
- De ventilatie van het toilet op de verdieping zit niet op de dakdoorvoer aangesloten. Via de dakdoorvoer komt dus ook veel koude lucht in het plafond. En warme, soms vochtige



lucht uit de woning komt onder het dak terecht, waar het tegen het koude dak kan condenseren. En voor houtrot kan zorgen.

*\* De ventilatie middels een pijp aansluiten op de dakdoorvoer. De aansluitingen luchtdicht afwerken.*

- Met name rond de kunststof kozijnen en de borstweringen in de slaapkamers achter tocht het, omdat de kitnaden kapot zijn gegaan. In de voorgevel op de begane grond ontbreken deze kitnaden deels.  
*\* De kozijnen rondom opnieuw afkitten, daarbij rekening houden met de werking van de kozijnen. Dat wil zeggen de kitnaad voldoende breed houden. Een goede kit kan 25% vervorming aan zonder kapot te gaan. Dat wil zeggen dat een kitnaad van 4 mm maar 1 mm vervorming kan opnemen. Een bredere kitnaad is dus beter, mits de kitnaad maar aan twee zijden vastzit.*
- De kierdichting van de draaiende delen in de kunststof kozijnen kan beter.  
*\* Dit is te verbeteren door het afstellen van de sluitingen. Misschien moeten ook de rubbers vervangen worden, omdat ze te hard zijn geworden.*
- De panelen in de originele houten puien zijn slechts geïsoleerd met een plaatje zachtboard.  
*\* Beter is om de panelen (zowel onder als boven het glas) te isoleren met PIR isolatie 70 mm of meer. Zeker omdat achter de panelen radiatoren zitten. Daarbij er wel op letten dat de afwerking aan de binnenzijde dampdichter is dan de afwerking aan de buitenzijde. De binnenzijde bijvoorbeeld afwerken met multiplex en dit aflakken, gecombineerd met een dampremmende folie. De buitenzijde afwerken met Rockpanel en dit niet schilderen, of met een watergedragen, dampdoorlatende verf.*
- Op de originele bouwkundige details staat een betonlatei getekend boven de kozijnen, waardoor de spouw plaatselijk zou ontbreken. Op de thermografische beelden is dat niet terug te zien. En volgens mij dragen het binnen- en buitenspouwblad op een stalen hoeklijn, zodat de spouw niet onderbroken wordt.
- In het kastje in het toilet op de verdieping komen de leidingen binnen van de zonnepanelen. Hier komt veel koude lucht naar binnen.  
*\* De doorvoer van de leidingen door het dak moet worden afgedicht. Dit kan met flexpur.*
- De lichtkoepel verliest warmte. Het is een dubbelwandige lichtkoepel uit 2007. Tegenwoordig worden lichtkoepels geplaatst op een geïsoleerde opstand en zijn de koepels dubbelwandig uitgevoerd. Nog beter is om een drievoudige of viervoudige koepel te plaatsen, omdat een horizontale lichtkoepel bij dezelfde isolatiewaarde meer warmte verliest dan een vertikaal geplaatst kozijn. Verder is het belangrijk dat de lichtkoepel luchtdicht wordt geplaatst. Zelf heb ik onder de lichtkoepel een gelaagde HR++ ruit geplaatst.
- Langs de plint komt zowel op de verdieping als op de begane grond enige koude lucht.  
*\* Bij een harde vloerafwerking kan de plint worden afgekit. Beter zou zijn om de plinten te verwijderen en de kier tussen de vloer en de wand met kit of flexpur te dicht en de plint weer aan te brengen.*
- De balkonkozijnen aan de voorkant vertonen wat gebreken in het rubber rond het glas.  
*\* De oplossing is om dit glas opnieuw te laten plaatsen in nieuw rubber.*
- De borstwering van het balkonkozijn op de verdieping lekt veel lucht.

- In de woonkamer is de schouw verwijderd. De schoorsteen op de verdieping zit er nog en is niet afgedicht. Dit resulteert in veel koude lucht in het plafond van de woonkamer en veel kou in de balkonkamer op de verdieping.  
*\* Het plafond in de woonkamer moet open om de schoorsteen aan de onderzijde af te dichten.*  
*Een andere mogelijkheid is om de schoorsteen t.p.v. de dakvloer af te dichten van bovenaf.*  
*N.B. afdichten van de schoorsteen aan de bovenzijde is onverstandig omdat daarmee het (regen)vocht minder kan uitdampen uit de schoorsteen.*
- De aluminium puien op de begane grond zijn van goede kwaliteit. In de onderaansluiting lekt iets warmte.
- De keuken is geplaatst in de oude berging, die niet geïsoleerd was. Het plafond is erg koud door binnenkomende lucht. Dit geldt ook voor het toilet en de entree. Deze ruimten zitten alle drie direct onder het dak. Met rook en de woning in overdruk is aangetoond dat de rook uit de dakranden en langs de aansluiting van het lage dak en de opgaande gevel naar buiten komt.  
*\* Dit is alleen te verhelpen door de plafonds open te maken en alle kieren en naden af te dichten met flexpur, tape of speciale kit.*  
 Ik weet niet of in dit dak de oude rieten dakplaten zijn vervangen. Het riet is natuurlijk een goede geleider van lucht. Ook naar de burens, wat bij brand het risico van brandoverslag naar de naastgelegen woning vergroot.
- Uit de afzuigkap kwam, ook zonder dat ik de woning op onderdruk had gezet, al veel koude lucht.  
*\* Dit is te voorkomen door het plaatsen van een terugslagklep (vlinderklep) in het kanaal. Het liefst waar deze door het dak of de gevel gaat.*
- In de kelder komt (deels warme) lucht binnen via de kanalen in de Nehobo begane grondvloer.  
*Hier is lastig iets aan te doen, behalve het kanaal met pur dichtzetten.*
- De doorvoer van de rookgasafvoer in het schoorsteenkanaal in de kelder sluit niet aan.
- *\* Belangrijk is dat aansluiting goed wordt afgedicht.*
- De garagedeuren tochten behoorlijk, zowel in de aansluitingen, als tussen de delen van de deuren.  
*\* Voor zover de deuren niet open hoeven kunnen deze worden afgedicht met celband met gesloten cellen, of worden afgekit. De deuren die open moeten kunnen voorzien worden van tochtstrip.*
- De garagedeuren zijn dun en laten veel warmte door.  
*\* Te overwegen valt om achter de deuren die niet gebruikt worden een geïsoleerde houten wand aan te brengen.*
- In hoeverre ventilatie van de garage noodzakelijk is, hangt mede af van hoe warm het in de garage is.  
*In ons eigen huis heb ik de ventilatie in de buitendeuren dicht gezet. Doordat de garage ligt verwarmd wordt door de bovengelegen vloer met vloerverwarming levert dit geen vochtproblemen op.*  
*\* Voor zover de deuren niet open hoeven kunnen deze worden afgedicht met celband met gesloten cellen, of worden afgekit. De deuren die open moeten kunnen voorzien worden van tochtstrip.*

## **Overige isolerende en energiebesparende maatregelen die in dit type woning genomen kunnen worden. Een deel is in deze woning al uitgevoerd.**

In dit onderzoek is tot nu toe vooral ingegaan op de thermische en luchtlekken. Maar natuurlijk zijn er nog meer maatregelen te nemen, afhankelijk van de ambitie van de eigenaar van de woning. Hieronder een aantal mogelijkheden:

- Dakisolatie i.c.m. nieuwe dakbedekking.
- Onder bepaalde strenge voorwaarden van detaillering en uitvoering is ook isolatie in de plafonds mogelijk. Bij gebruik van bepaalde materialen kan dit ook de opwarming in de zomer beperken.
- Behalve spouwmuurisolatie kan aan de binnenzijde een voorzetwand geplaatst worden.
- Het plaatsen van HR++ isolatieglas of zelfs glas met nog een betere isolatiewaarde, of zelfs tripleglas.
- Denk er om dat glas met een spouw van 15-20 mm het beste isoleert. HR++ met  $U < 1,2$  heeft minimaal een spouw van 13 mm! Wordt de spouw kleiner, dan isoleert het glas slechter.
- De keteltemperatuur verlagen naar onder de 55 gr. C. Pas dan levert een HR-ketel zijn hoogste rendement. Dus de temperatuur lager instellen als het kan.
- De c.v. installatie waterzijdig laten inregelen. Dit betekent dat de radiatoren zo worden ingeregeld dat ze allemaal tijd krijgen om hun warmte af te geven. Dit kan 10% op de stookkosten schelen.
- Een hotfill op de wasmachine.

### **N.B. Een tochtig huis is niet hetzelfde als ventileren.**

*Als ik het heb over luchtdicht bouwen krijg ik vaak als opmerking dat dat ongezond zou zijn. Maar ventilatie is regelbaar om voor een gezond binnenklimaat te zorgen. Bij een tochtig, niet luchtdicht huis kunt u de instroom van lucht niet regelen. Als het windstil is, is er geen enkele ventilatie. Als het -10 gr.C is en windkracht 5 zit u te bibberen op de bank en heeft u teveel ventilatie. Dus ja ventilatie is absoluut nodig, zeker in een luchtdichte woning, maar tocht leidt tot comfort- en energieverlies.*

### **N.B. hoe zwaarder de maatregel, hoe nauwkeuriger er gecontroleerd moet worden op bouwfysische problemen.**

## Conclusie en advies

Deze woningen zijn in het algemeen behoorlijk luchtlek, wat kan leiden tot comfortklachten en warmteverlies. De geteste woning is door de al uitgevoerde verbeteringen nog relatief luchtdicht.

Tijdens de test zijn een paar belangrijke lucht- en warmtelekken gevonden. Als deze aangepakt worden zal het warmteverlies beperkt kunnen worden en de woning ook comfortabeler worden.

Uitgevoerd en opgesteld door,

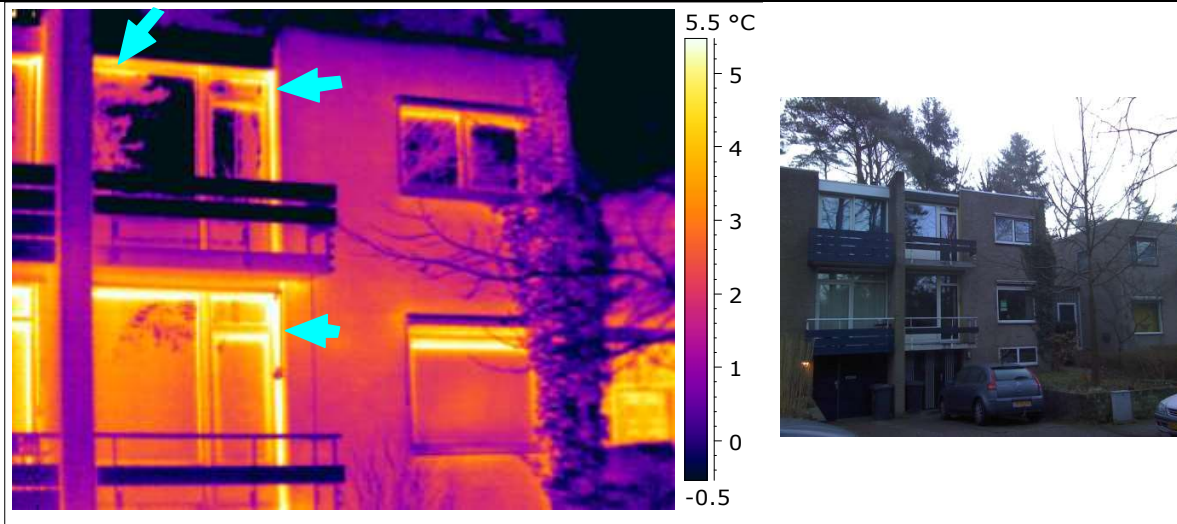
ir. Peter van der Kleij

Arnhem, - 12 april 2018 -

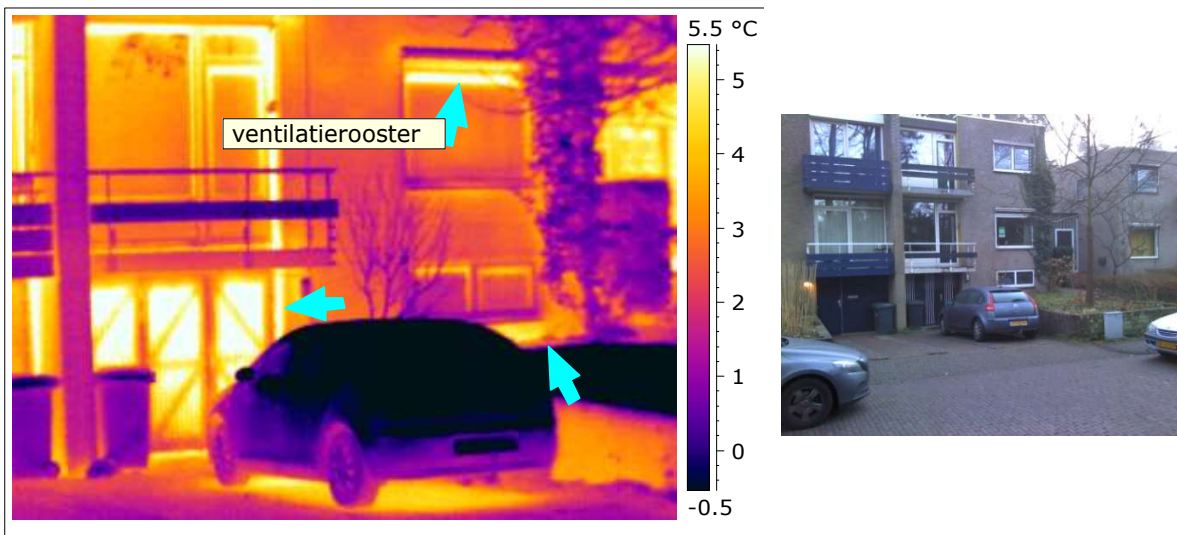
## Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

a)



b)



### Commentaar

a) Warmtelekken bij de kozijnen/muur naast de balkonkozijnen. Spouwmuur oogt egaal.

b) Bij de garagedeuren veel warmteverlies.

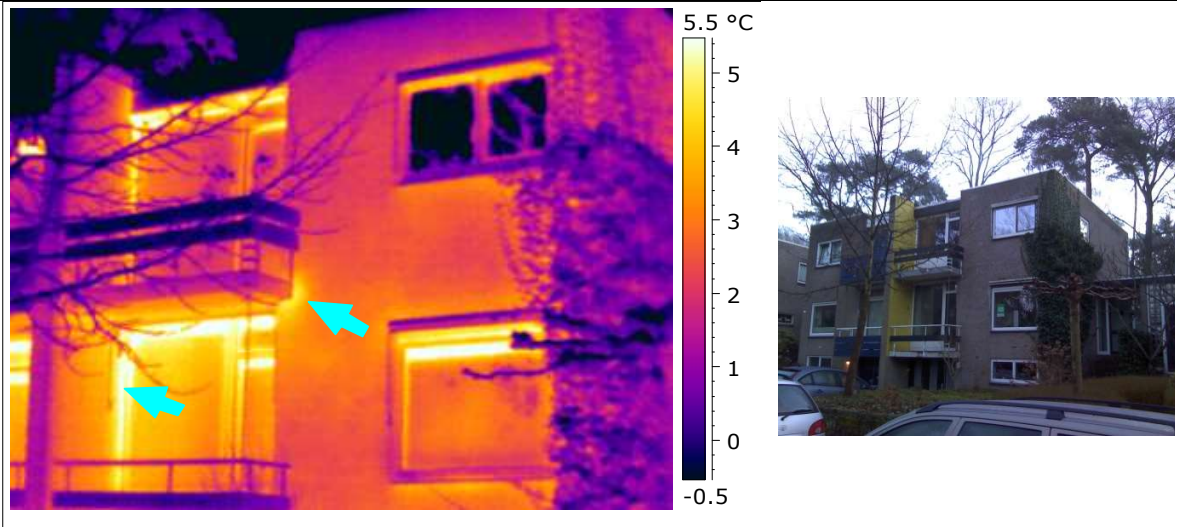
Borstwering onder het raam toont warmteverlies. Spouw hier niet nageïsoleerd?



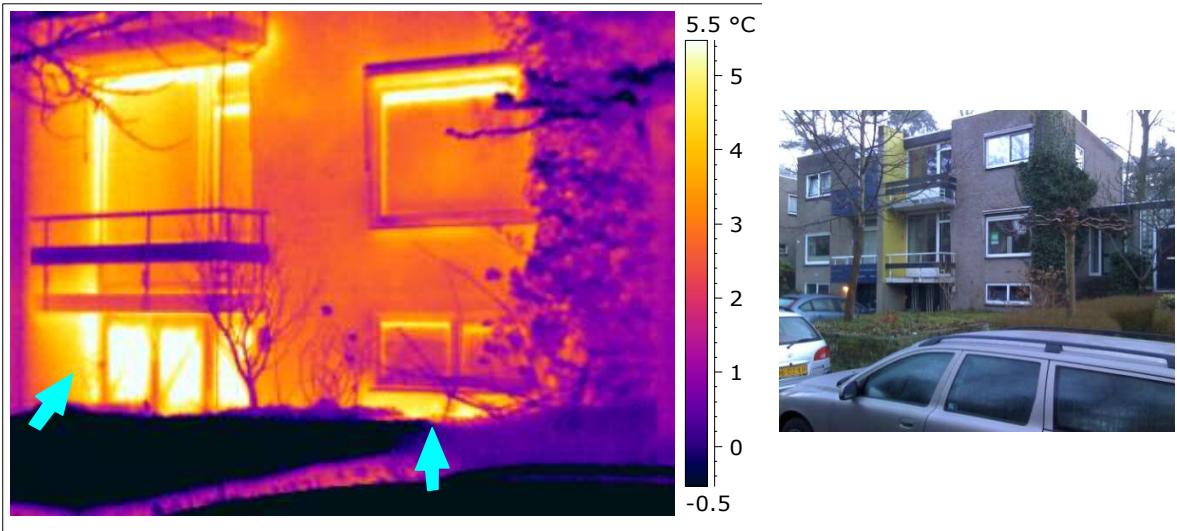
## Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

a)



b)



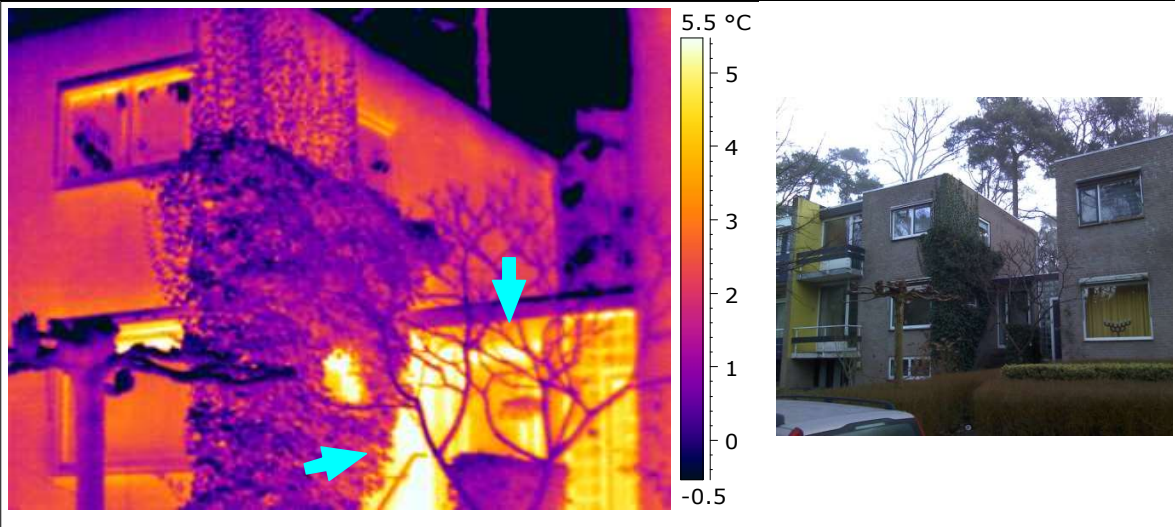
### Commentaar

- a) Warmteverlies bij de balkon- en garagekozijnen.  
Klein warmtelek bij de oplegging van het balkon.
- b) Zie vorige foto's.

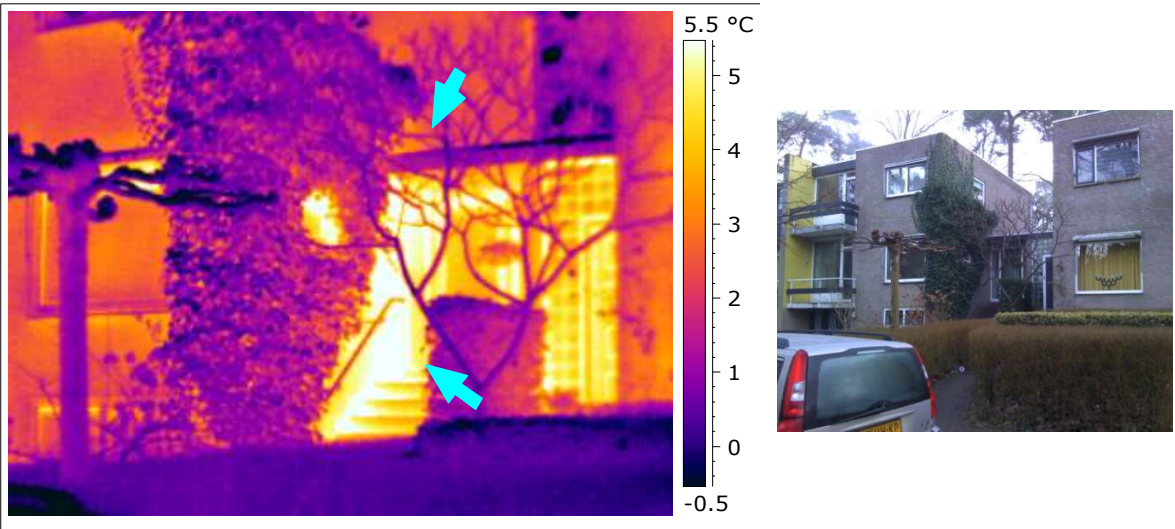
## Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

a)



b)



### Commentaar

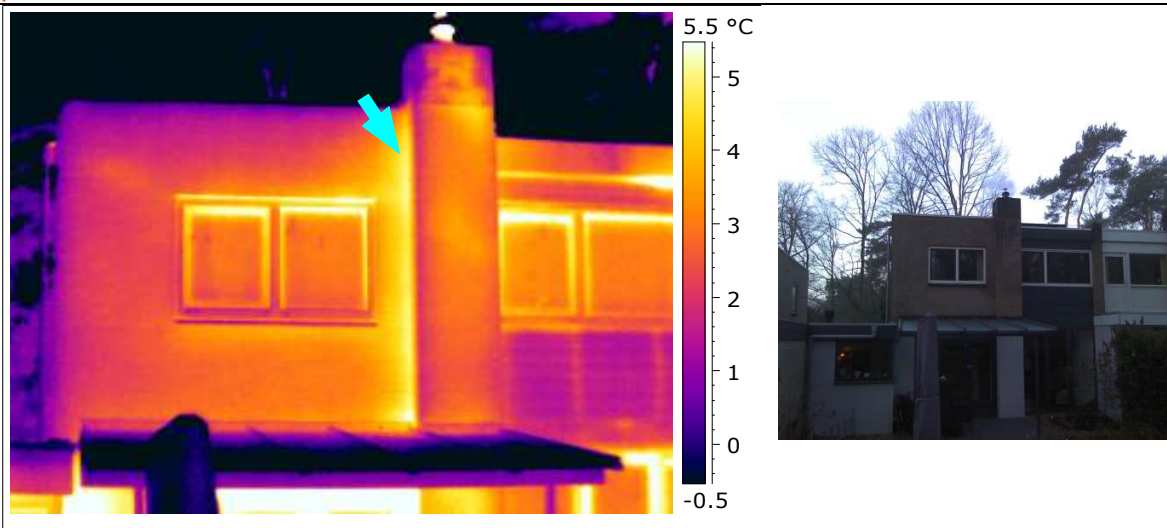
a) Veel warmteverlies in de zijgevel en de entreepui. Ontbreekt hier de spouwmuurisolatie?

b) idem.

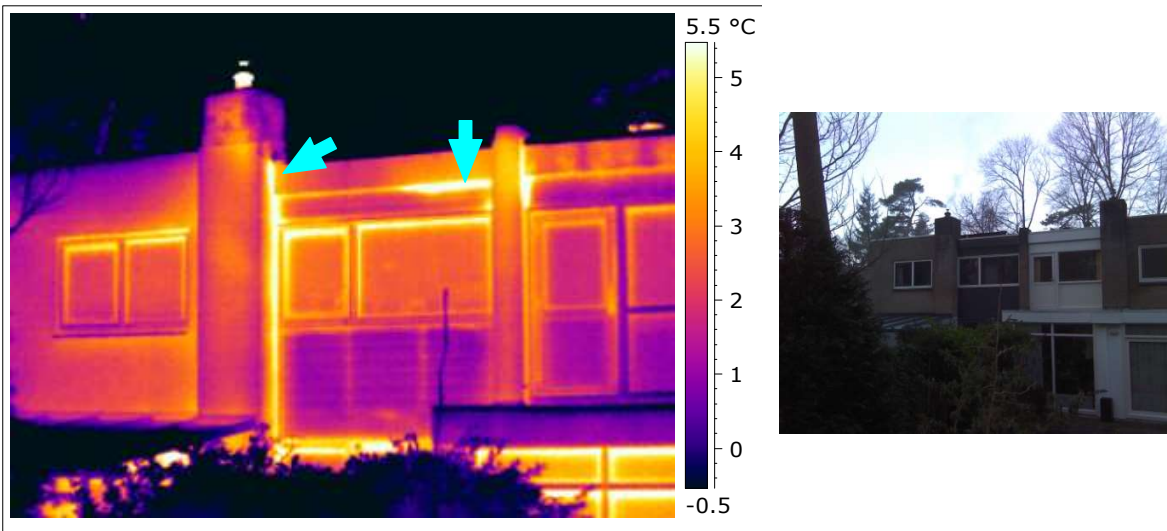
## Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

a)



b)



### Commentaar

a) Binnenhoek verliest warmte.

b) Binnenhoek verliest warmte.

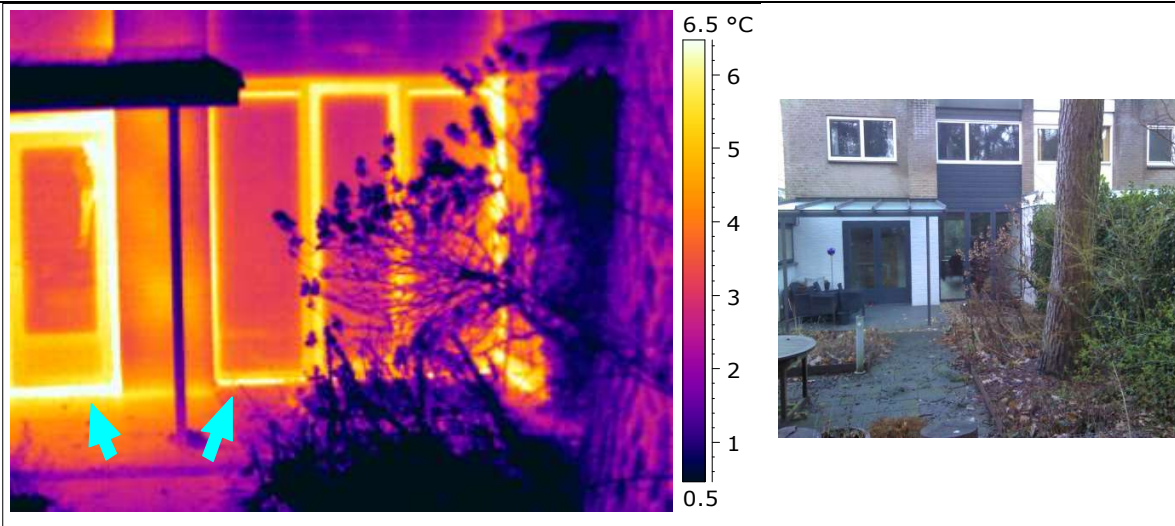
Warmteverlies tussen boeideel en paneel boven het kozijn.



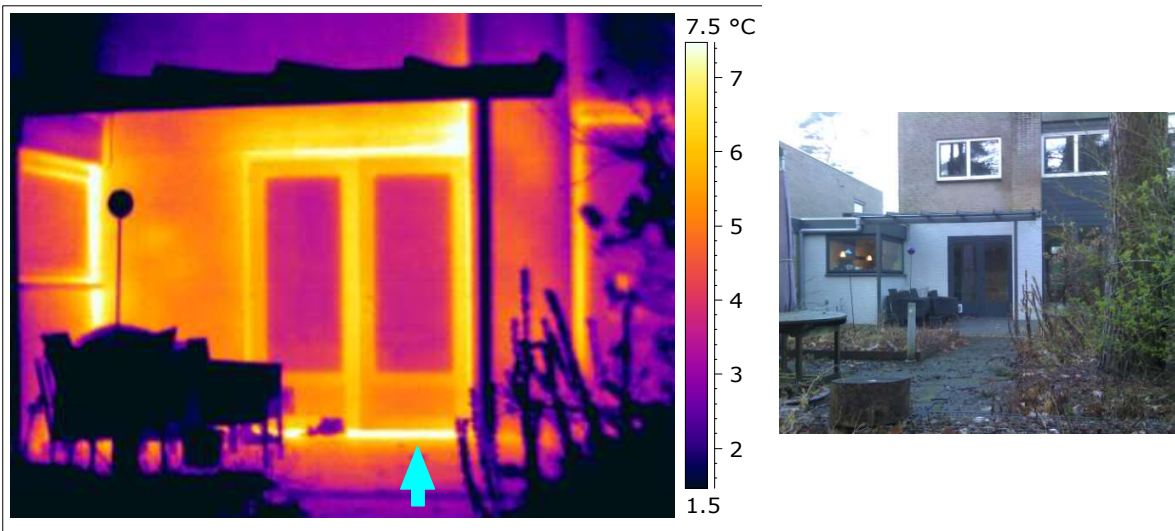
## Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

a)



b)



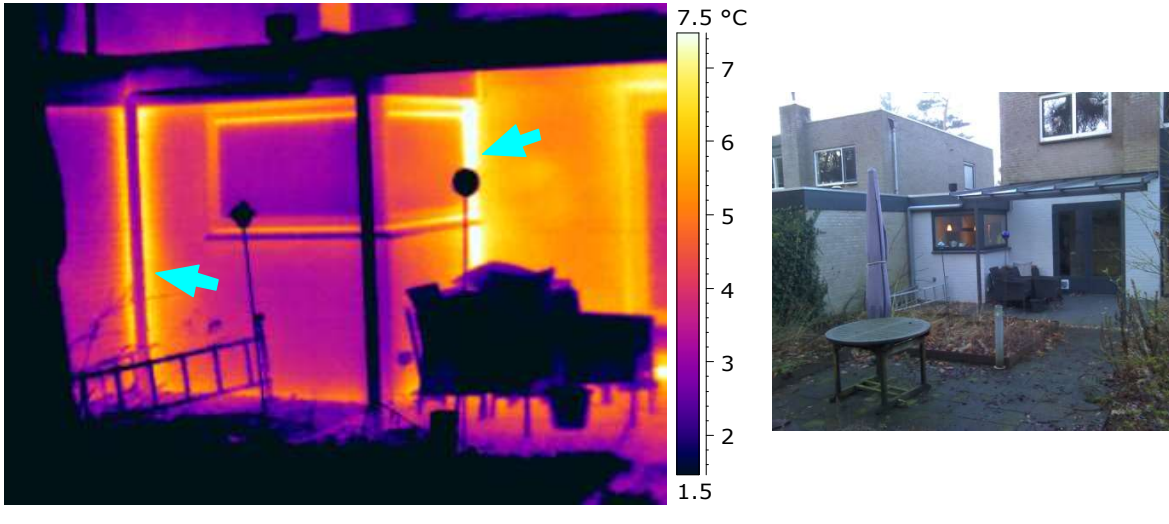
### Commentaar

a) Warmteverlies onder de kozijnen.

b) idem.

Dit stuk gevel is warmer omdat het onder de terrasoverkapping zit.

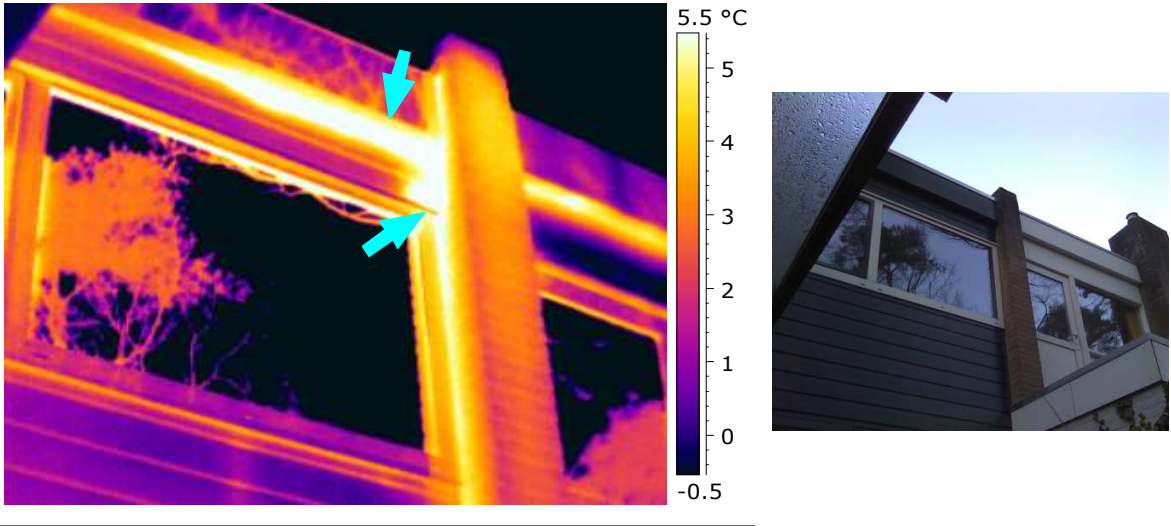
## Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

<b>Doel meting:</b>	<b>Onderzoek warmte- en luchtlekken</b>
<b>Locatie:</b>	
<b>Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:</b>	
<b>a) Achtergevel BG</b>	
 The figure consists of two images. On the left is a thermal image of a building's rear facade. The image shows a color gradient from purple (cooler) to yellow (warmer). Two cyan arrows point to specific areas: one on the left side of the facade and one on the right side, both indicating areas of higher temperature. A vertical color scale on the right side of the thermal image ranges from 1.5 °C at the bottom to 7.5 °C at the top, with intermediate markings at 2, 3, 4, 5, 6, and 7. On the right is a photograph of the same building's rear facade, showing a courtyard area with a table and chairs, and a covered walkway leading to a building entrance.	

### Commentaar

a) Warmteverlies in de binnenhoeken.

## Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Detail achtergevel op de verdieping
a)	
 The image block contains two photographs. On the left is a thermal image showing a window frame and a vertical brick pillar. Two red arrows point to bright yellow/orange spots at the top and bottom of the pillar, indicating heat loss. A color scale on the right ranges from -0.5 to 5.5 °C. On the right is a visible light photograph of the same building facade, showing a window and a brick chimney stack.	

### Commentaar

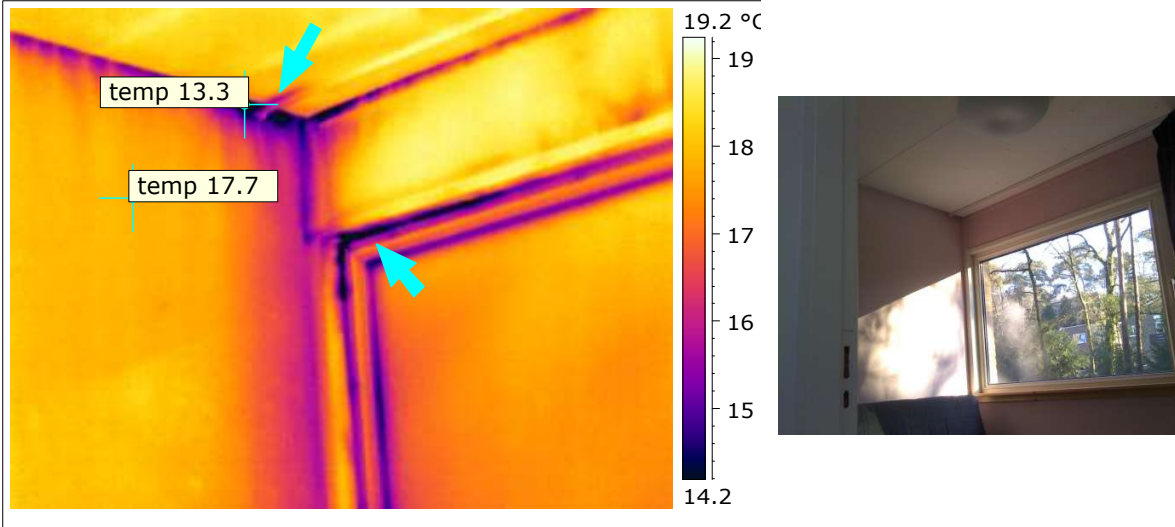
a) Warmteverlies uit het boeideel. En uit de aansluiting kozijn-muur.

## Thermische opnamen binnenzijde

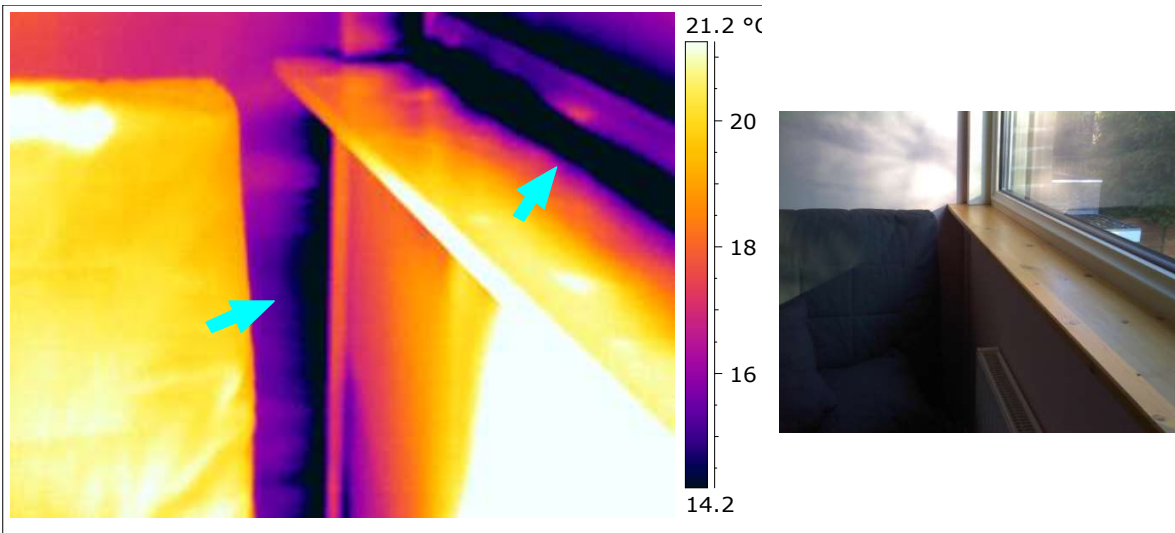
### Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Slaapkamer links achter

a)



b)



#### Commentaar

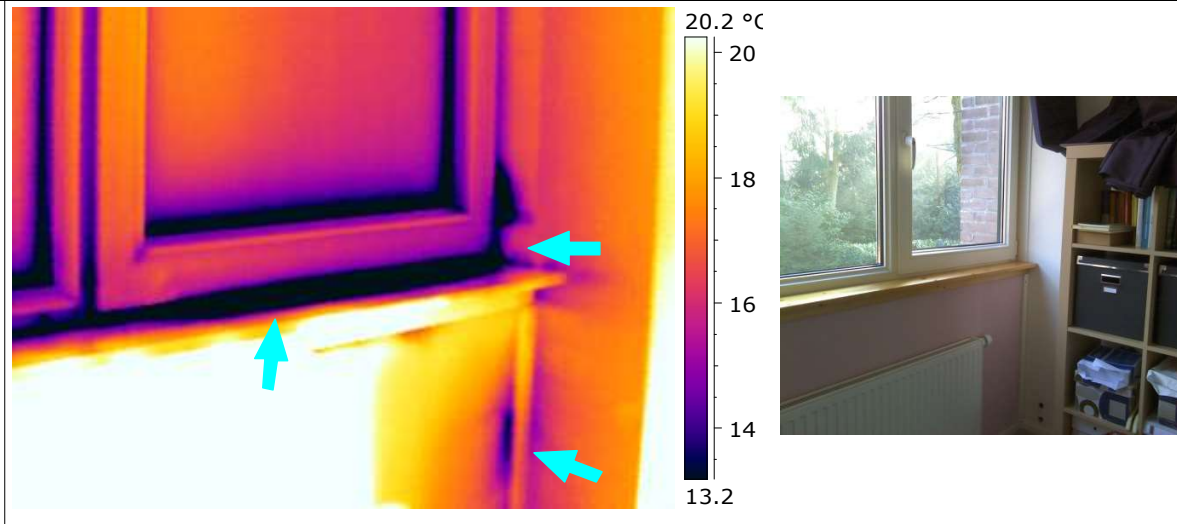
- a) Koude lucht uit het plafond en in de aansluiting kozijn-paneel.
- b) Luchtlekken aansluiting borstwering-muur en kozijn-vensterbank.  
Raam afstellen, zodat de kierdichting beter wordt.  
Borstweringen zijn origineel geïsoleerd met 20 mm zachtboard.

## Thermische opnamen binnenzijde

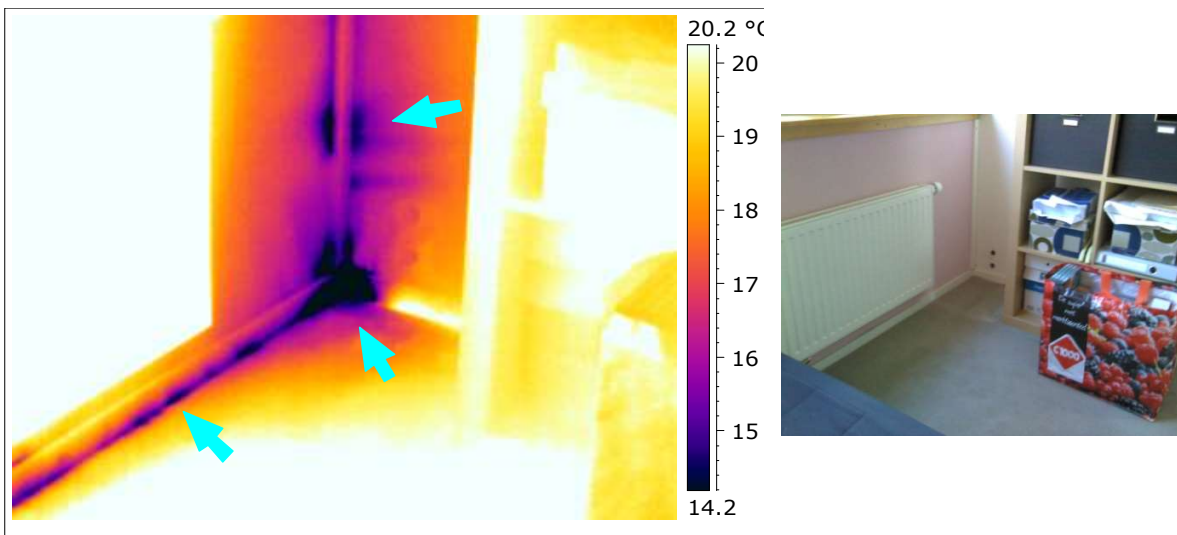
### Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Slaapkamer links achter

a)



b)



#### Commentaar

- a) Luchtlekkage langs het raam en in de aansluitingen.
- b) Luchtlekken in de aansluitingen.

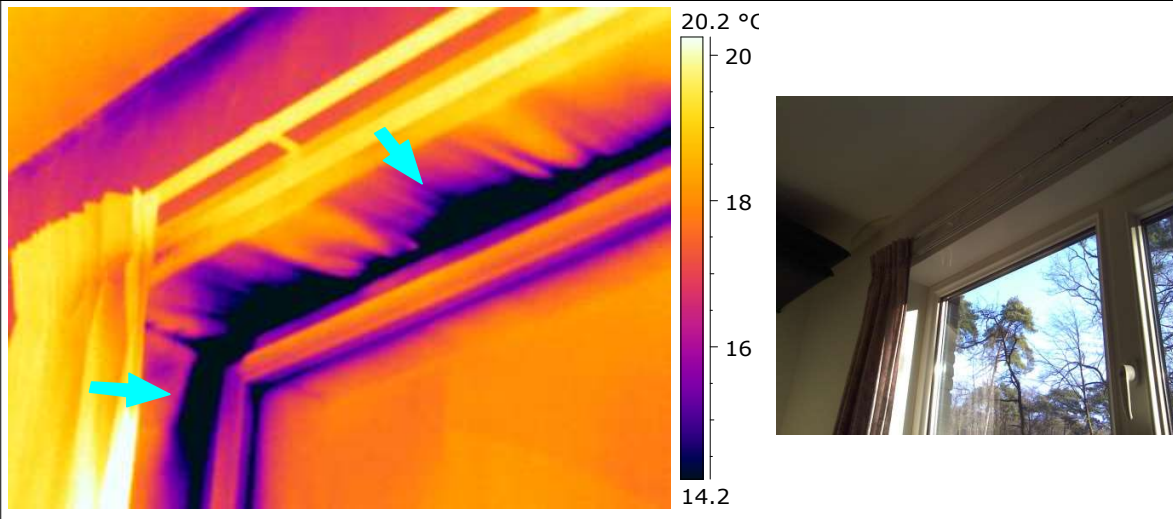


## Thermische opnamen binnenzijde

### Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Slaapkamer rechts achter

a)

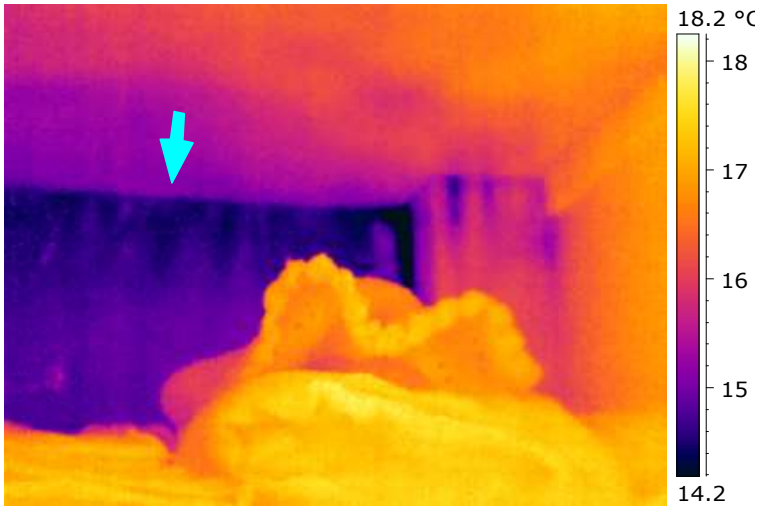


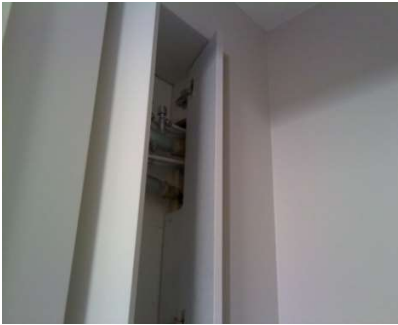


Commentaar

a) Koude lucht langs het kozijn.

## 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>a) Slaapkamer rechts achter</b>	
 	
<b>b) Toilet</b>	
 	

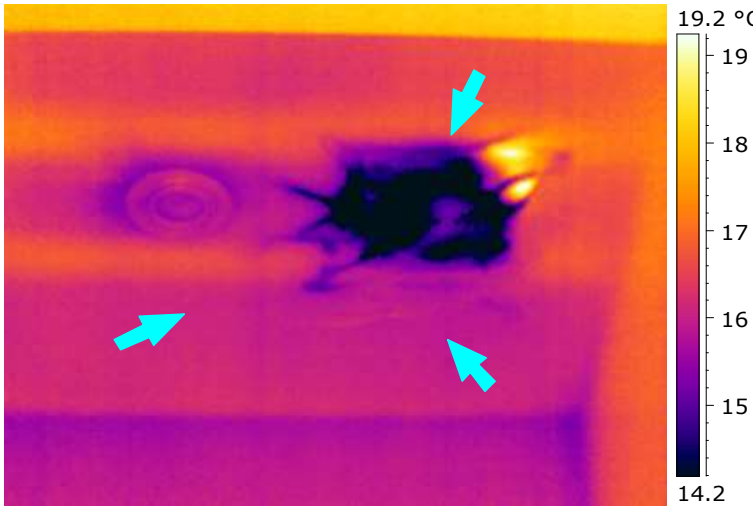

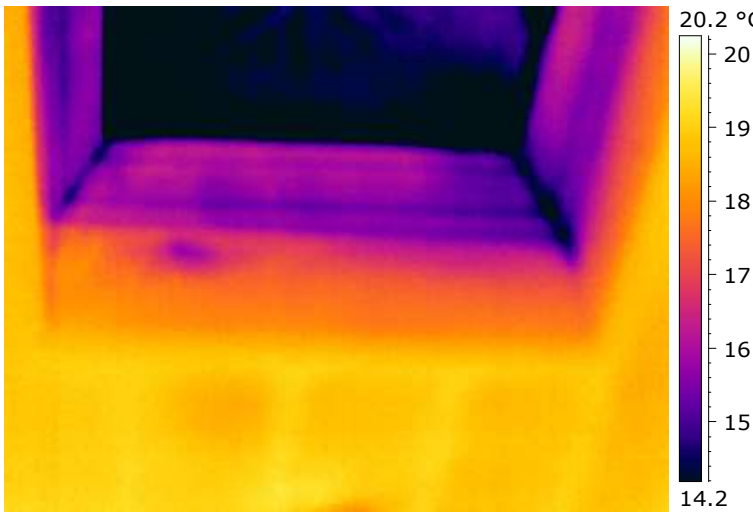
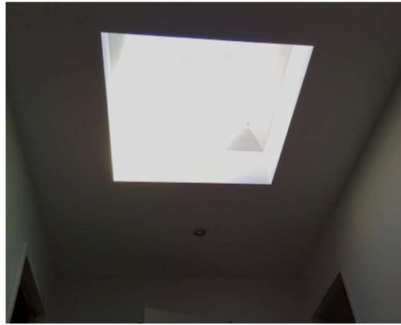
#### Commentaar

a) In de kast is het koud. Koude lucht uit het plafond.

b) Veel koude lucht langs de leidingen die van het dak komen. Dakdoorvoer afdichten.

## 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>a) Toilet</b>	
	
<b>b) Overloop</b>	
	

#### Commentaar

a) Ventilator is niet aangesloten op de dakdoorvoer, waardoor er een open verbinding is tussen het plafond en buiten. Hierdoor komt er veel koude lucht in het plafond.

b) Lichtkoepel is relatief koud.



## 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>Grote slaapkamer</b>
<b>a) Voorgevel</b>	
	
<b>b) Zijgevel</b>	
	

#### Commentaar

a) Koude lucht uit het plafond. Kitnaad rond de kozijnen is hier nog intact.

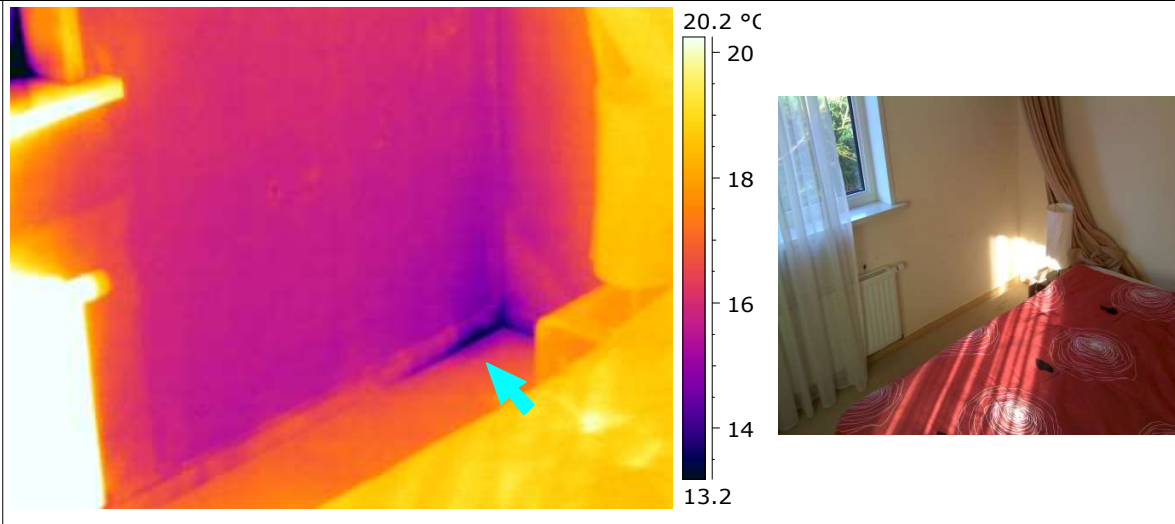
b) idem.

## Thermische opnamen binnenzijde

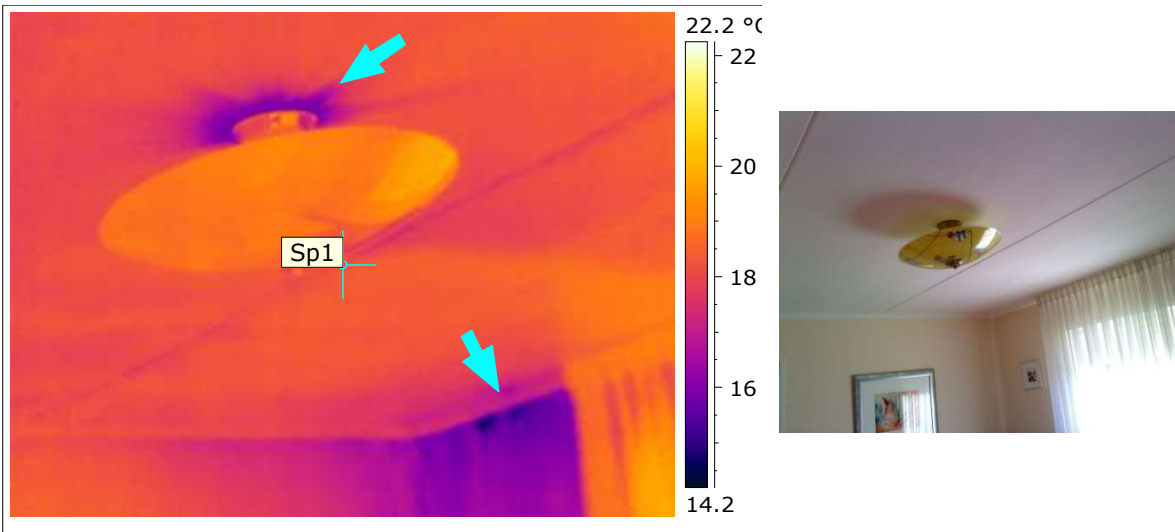
### Woning in onderdruk

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

a)



b)

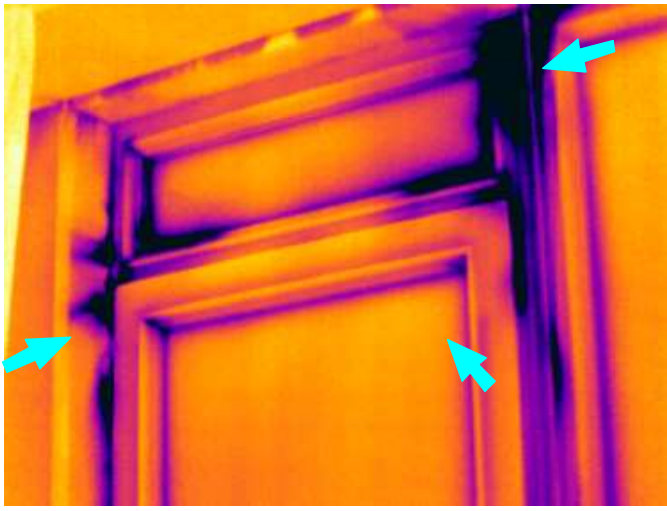

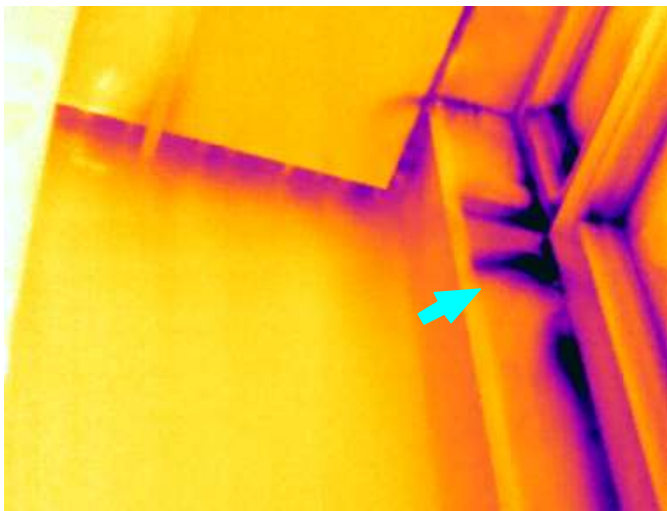



#### Commentaar

- a) Koude lucht langs de plint.
- b) Koude lucht uit het plafond.

## Thermische opnamen binnenzijde

### Woning in onderdruk

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

#### Commentaar

a) Tocht langs de pui, de draaiende delen en het rubber van het glas.

De rubbers rond het glas van het bovenlicht zitten niet goed?

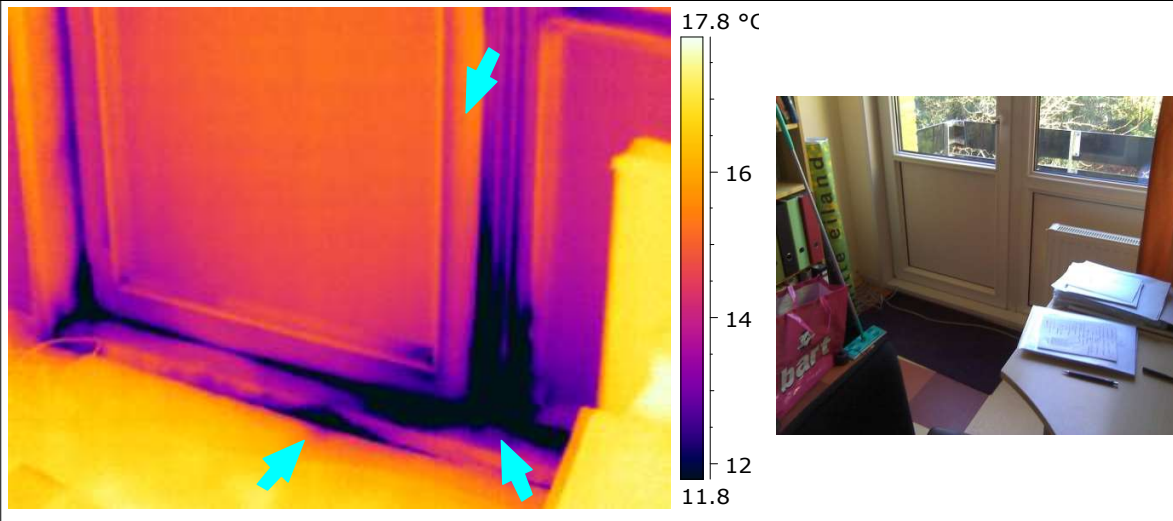
b) idem.

## Thermische opnamen binnenzijde

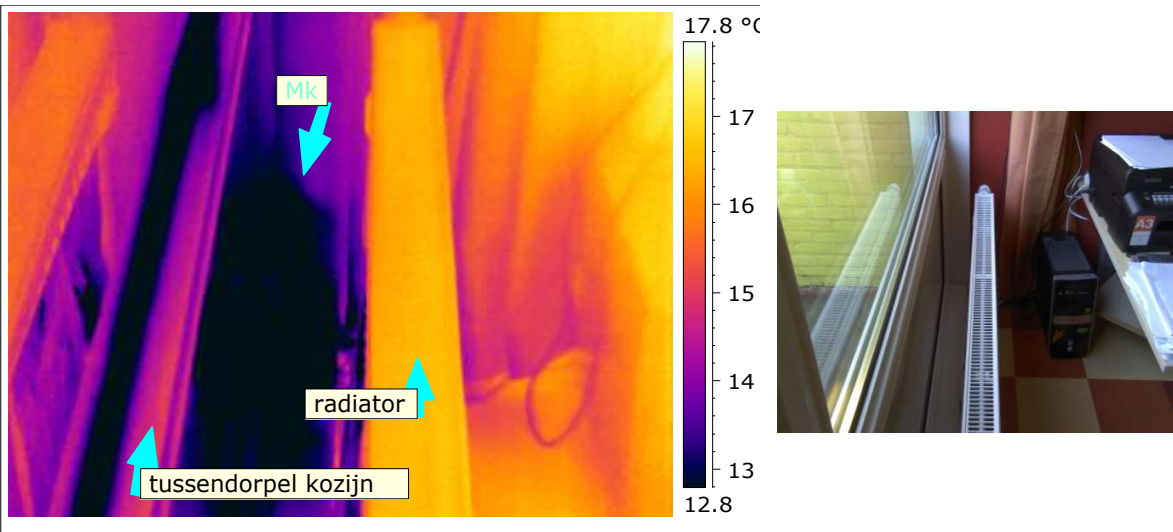
### Woning in onderdruk

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

a)



b)



#### Commentaar

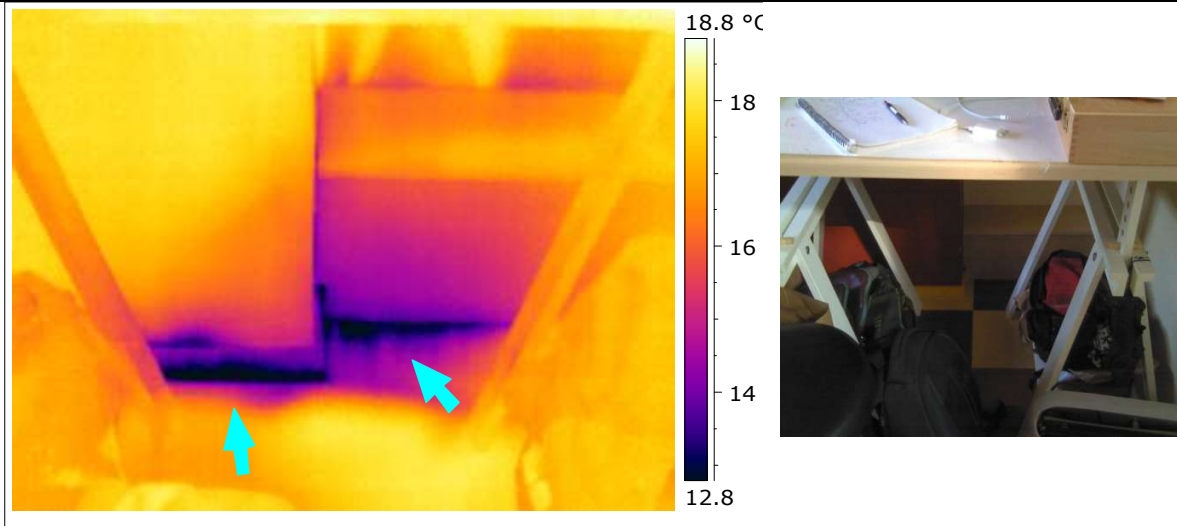
- a) Luchtlekkage rond en m.n. onder de pui langs.
- b) idem.

## Thermische opnamen binnenzijde

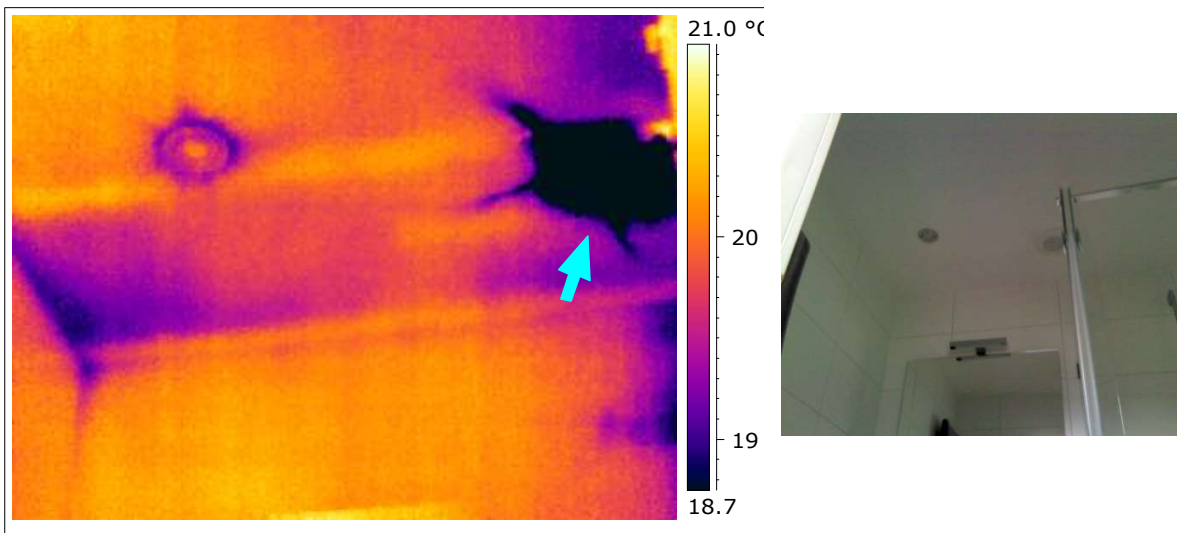
### Woning in onderdruk

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

#### a) Balkonkamer



#### b) Badkamer



#### Commentaar

a) Veel koude lucht uit de schoorsteen die op de BG verwijderd is.

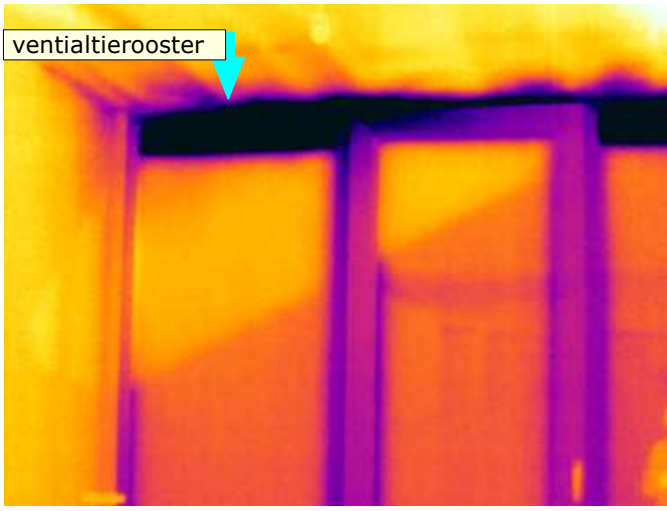

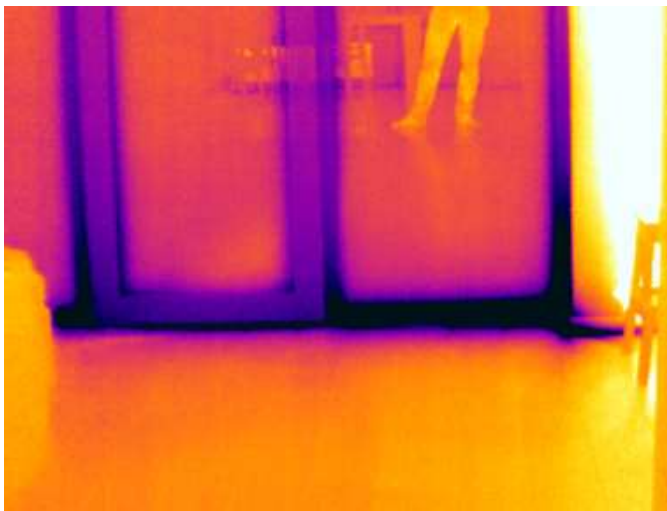

b) Koude lucht in het plafond.

Afgeplakte ventilator.



## Thermische opnamen binnenzijde

### Woning in onderdruk

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

#### Commentaar

a) De aluminium kozijnen zijn goed tocht dicht en goed ingebouwd.

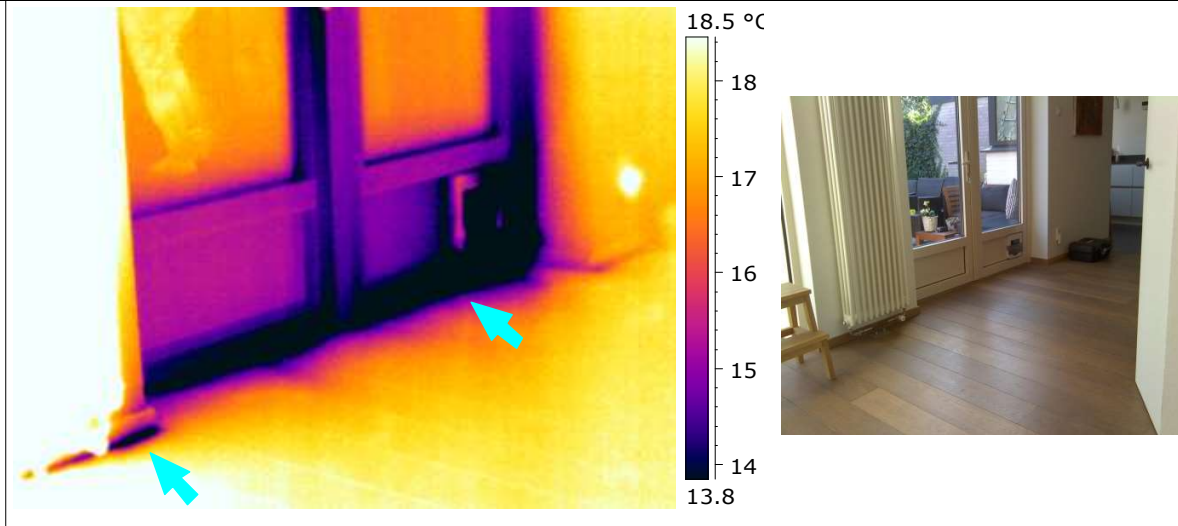
b) idem. Wel klein warmteverlies bij de onderdorpel.

## Thermische opnamen binnenzijde

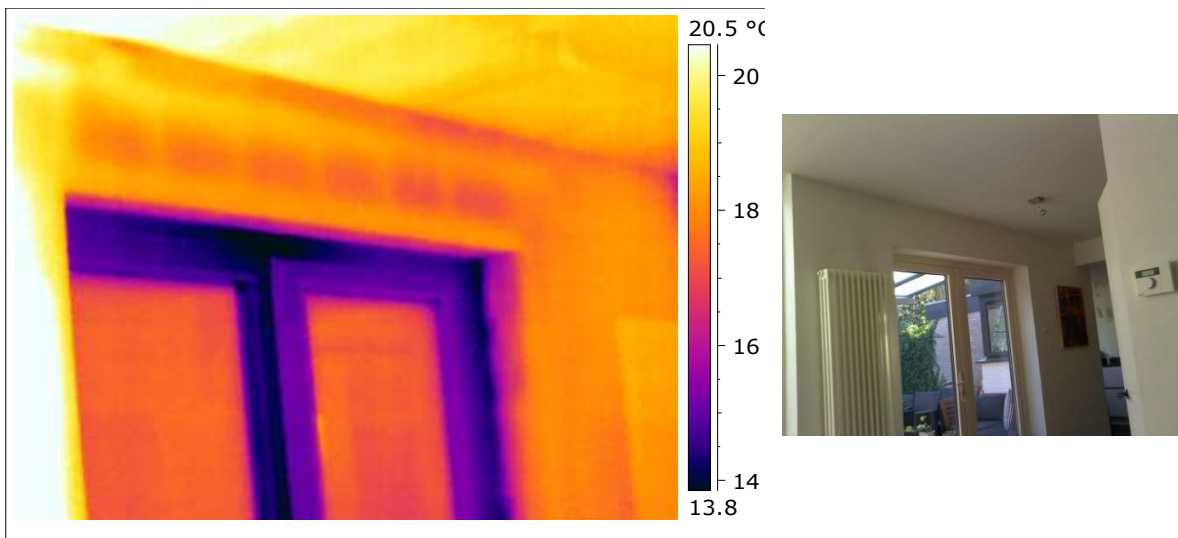
### Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Eetkamer/achtergevel BG

a)



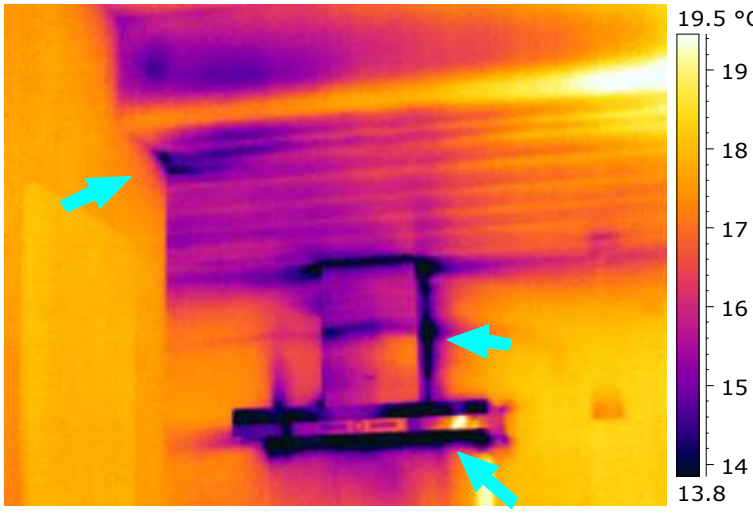
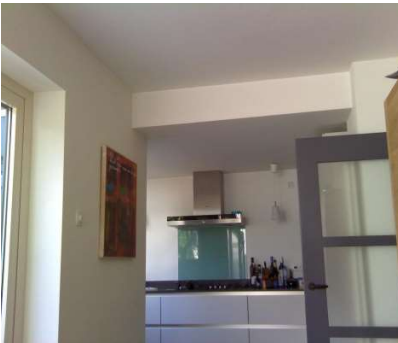
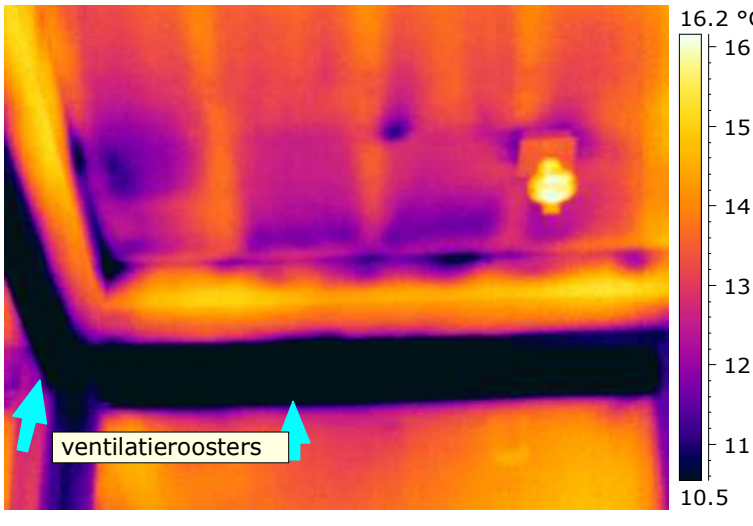
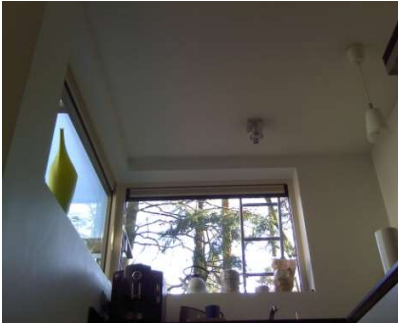
b)



#### Commentaar

- a) Klein luchtlek bij de plint. Verder is het aluminium kozijn goed (ingebouwd).
- b) idem.

## 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)</b>	
	
<b>b)</b>	
	

### Commentaar

a) Koude lucht in het plafond.

Een terugslagklep in de afvoer van de afzuigkap voorkomt binnenkomen van koude lucht.

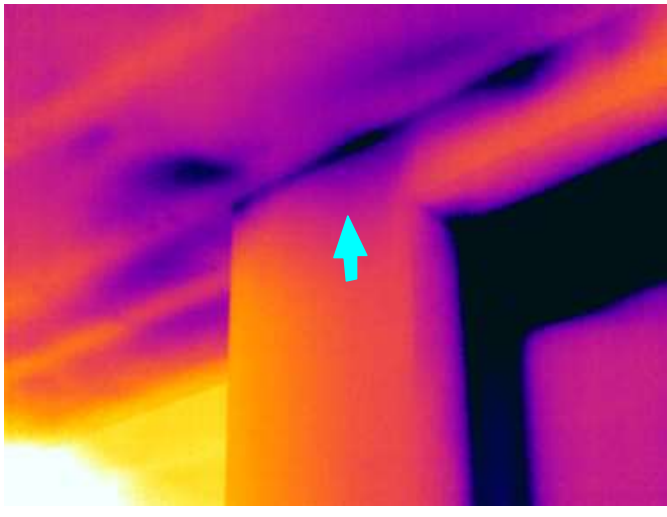
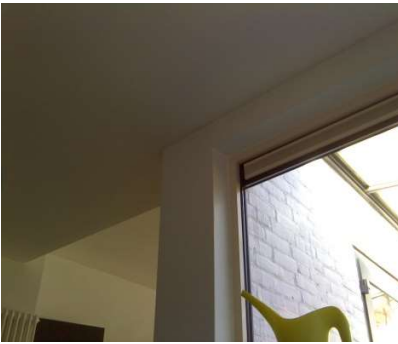
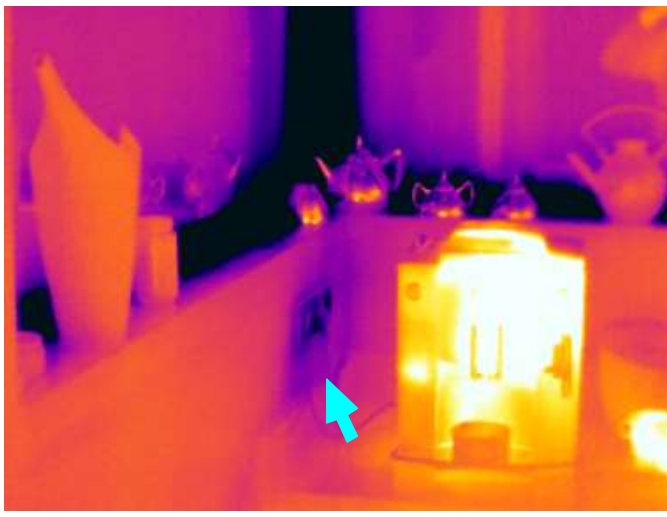
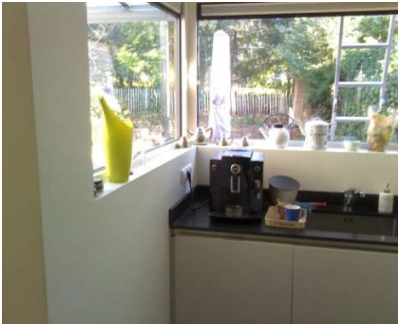
b) Koude lucht in het plafond.

Beide kozijnen hebben een ventilatie-rooster. Dit is (te) ruim bemeten en eigenlijk hoeft in de keuken alleen afgezogen te worden.



## 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)</b>	
	
<b>b)</b>	
	


#### Commentaar

a) Koude lucht in het plafond.

b) Koude lucht uit het stopkontakt.

## 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</b>
<b>a)</b>	
	
<b>b)</b>	
	

#### Commentaar

a) Veel koude in het plafond t.p.v. de verwijderde schoorsteenmantel.

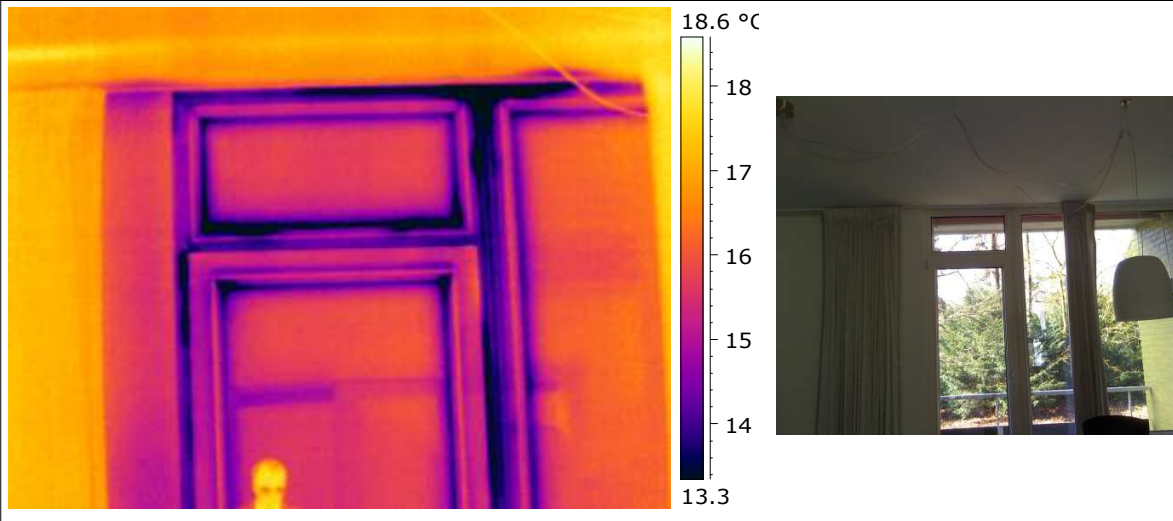
b)

## Thermische opnamen binnenzijde

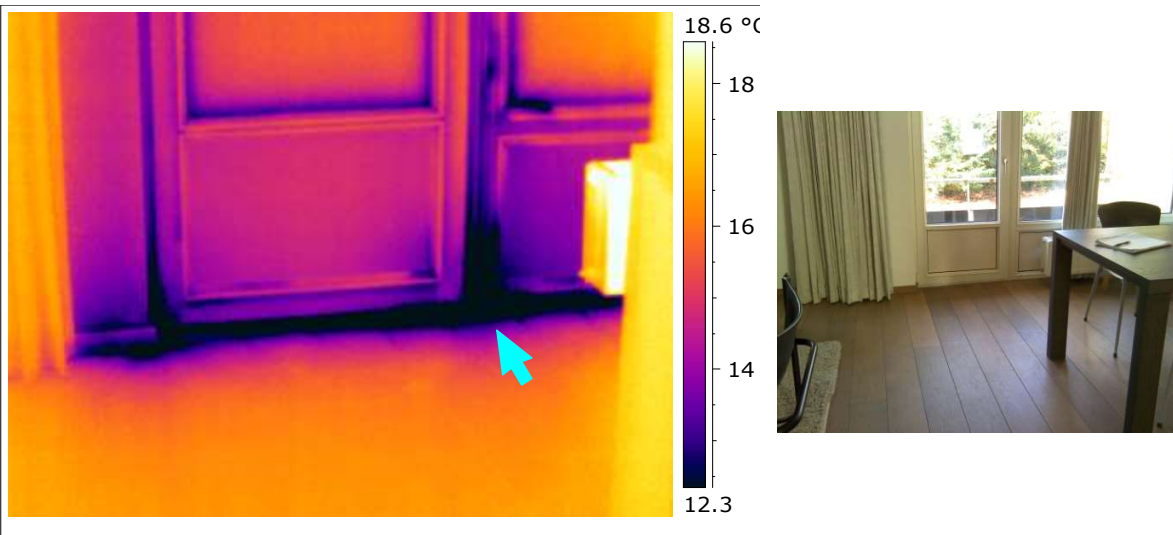
### Woning in onderdruk

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

a)



b)



41

#### Commentaar

a) Kunststof kozijnen uit 2009 zijn redelijk tocht dicht .

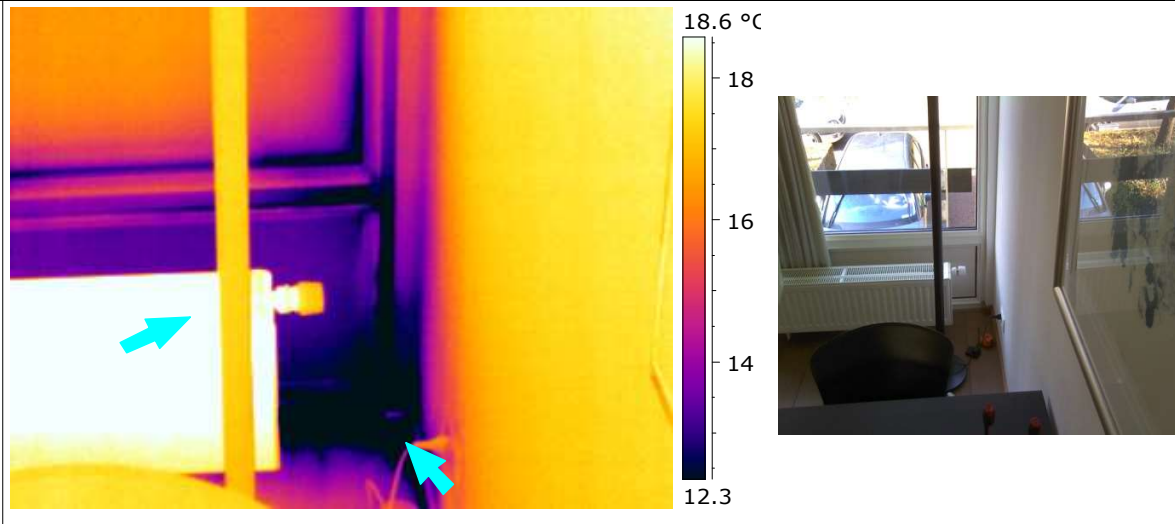
b) Enige tocht aan de onderzijde.

## Thermische opnamen binnenzijde

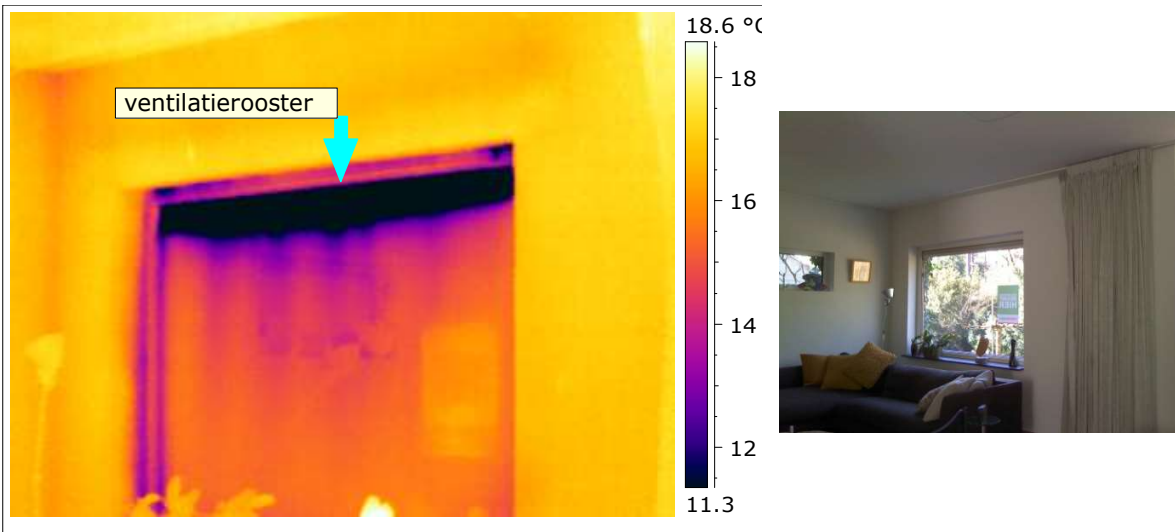
### Woning in onderdruk

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

a)



b)



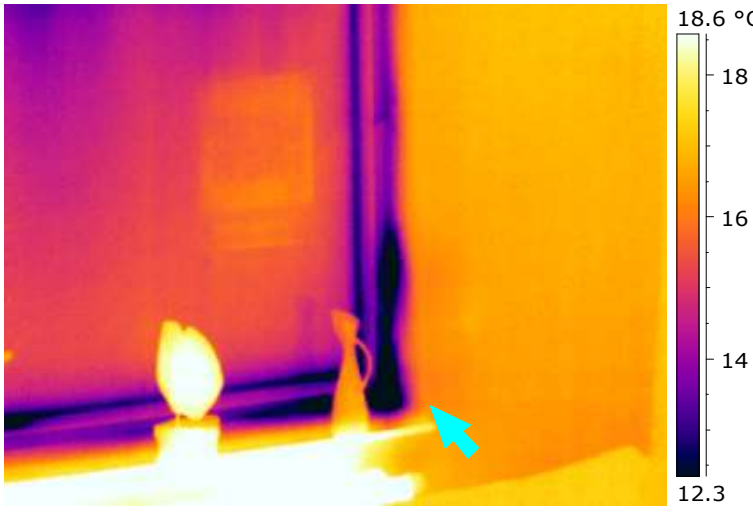

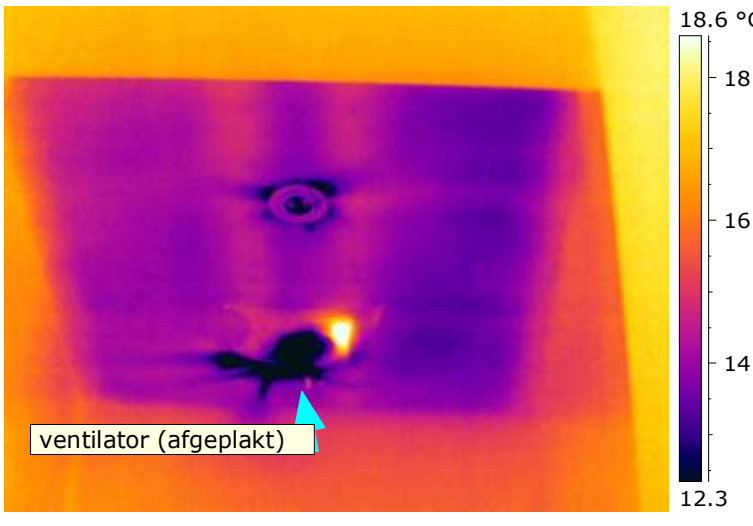

#### Commentaar

a) Tocht.

b) Kleine luchtlekken langs de bovendorpel.

## 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>a) Woonkamer</b>	
	
<b>b) Toilet</b>	
	

#### Commentaar

a) Tocht langs het kozijn.

b) Koude lucht in het plafond.

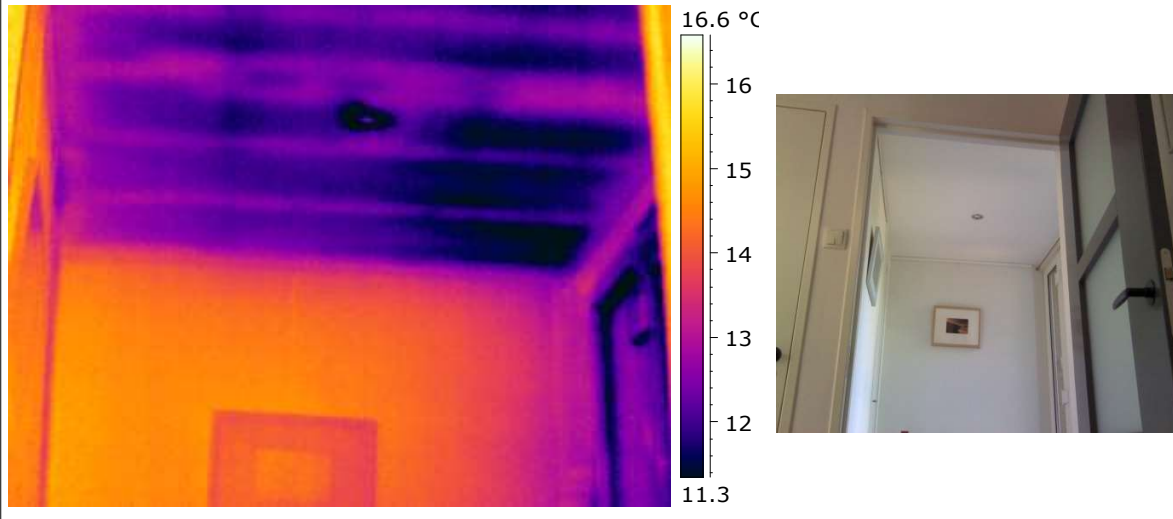


## Thermische opnamen binnenzijde

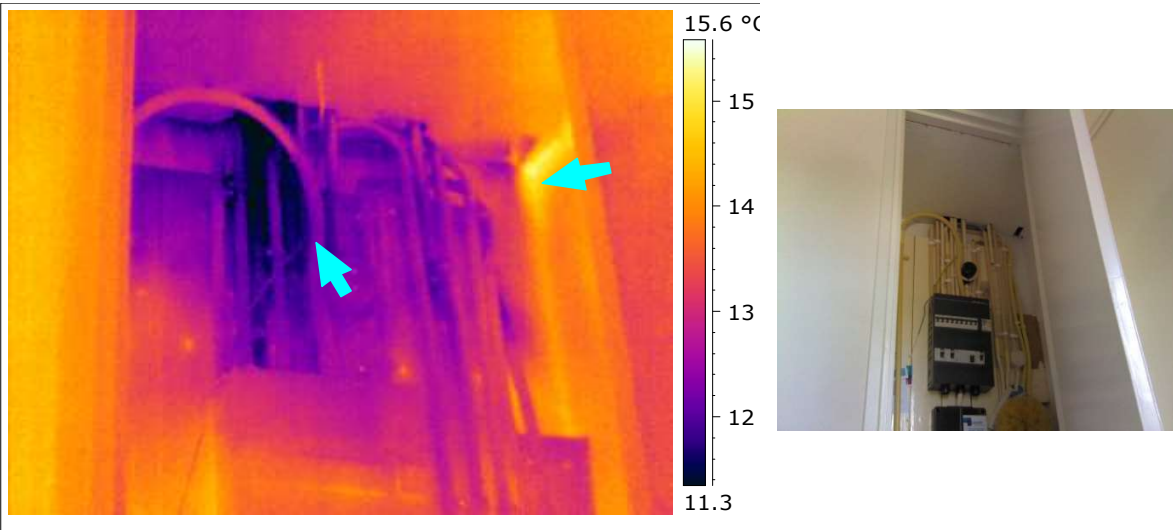
### Woning in onderdruk

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

a)



b)



#### Commentaar

a) Veel koude in het plafond.

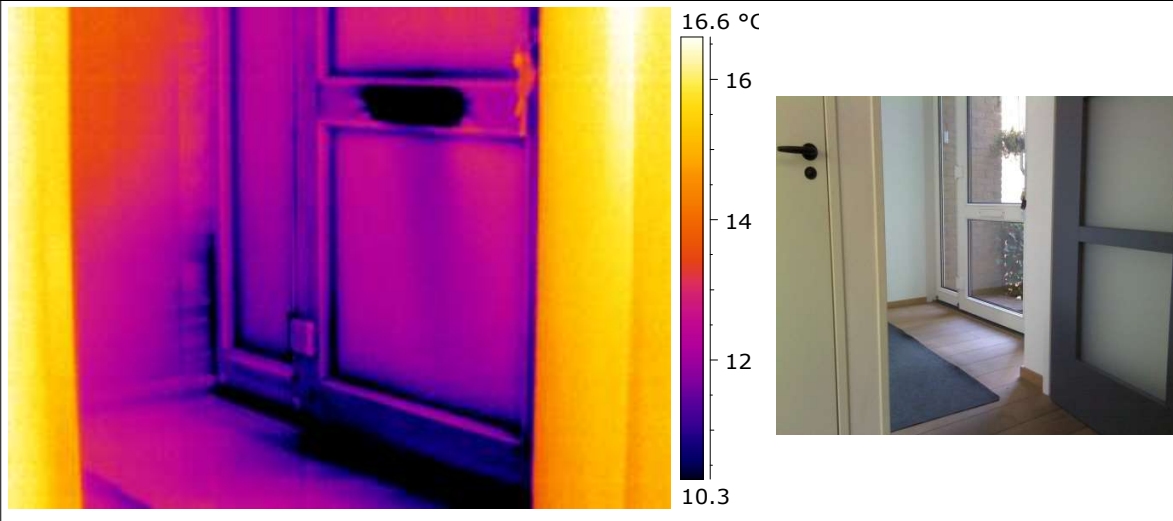
b) Dit komt in de meterkast en andere openingen in het plafond naar binnen.

## Thermische opnamen binnenzijde

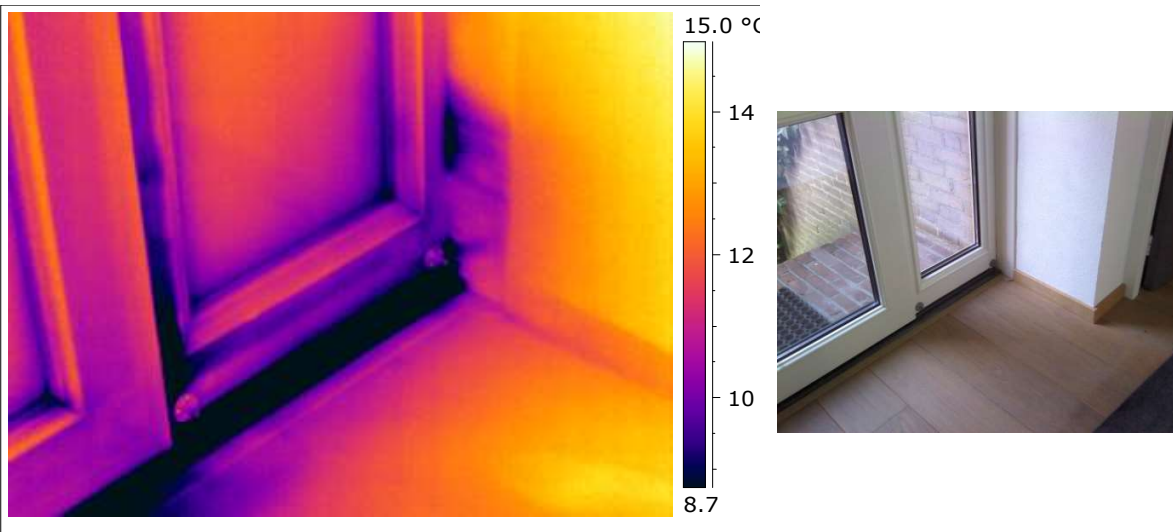
### Woning in onderdruk

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

a)



b)



#### Commentaar

a) Brievenbus, kierdichting en aansluitingen bouwkundig tochten.

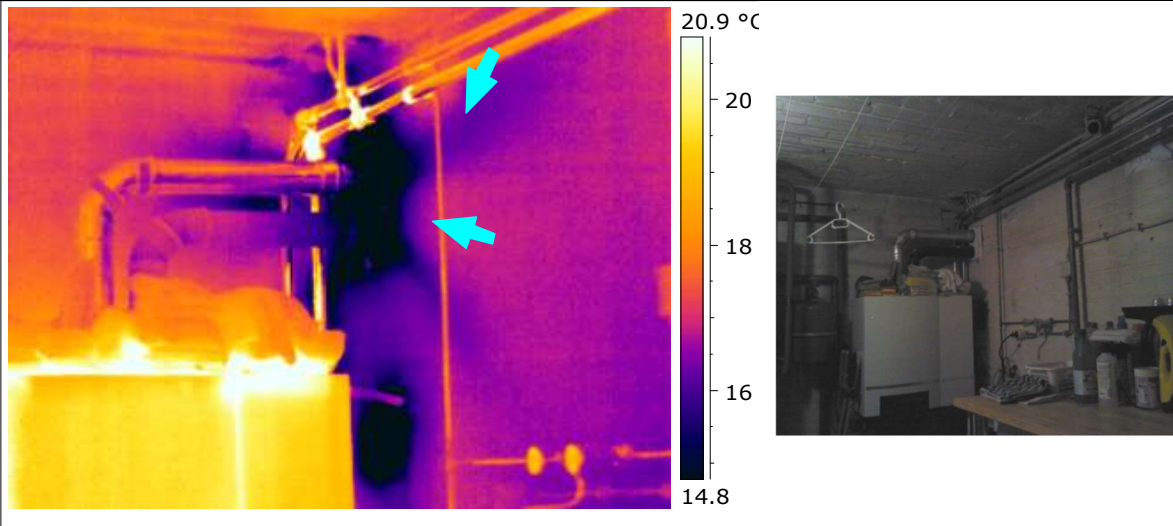
b) idem.

## Thermische opnamen binnenzijde

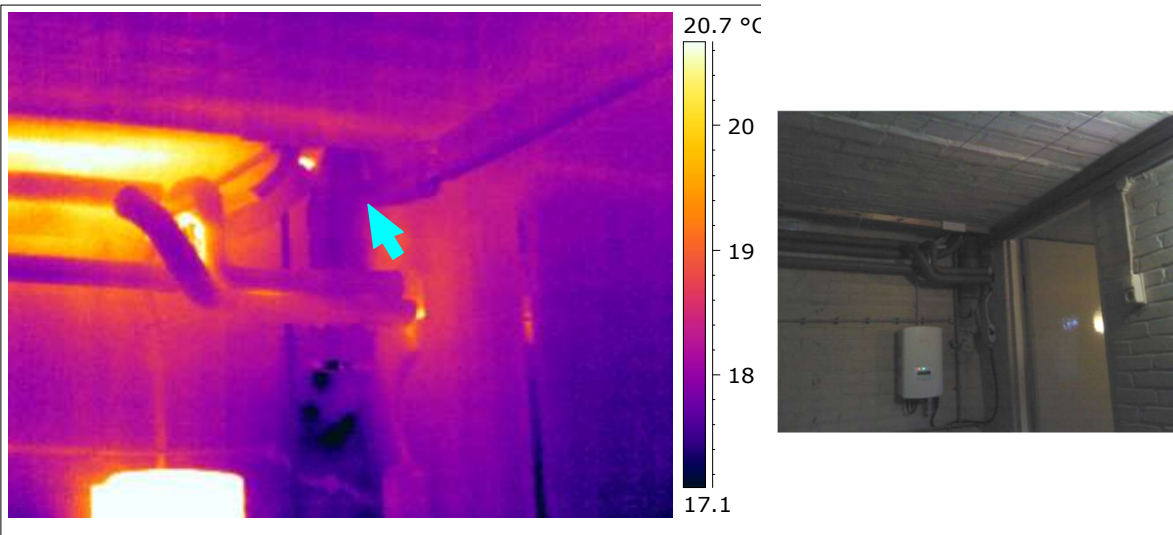
### Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	c.v. ruimte kelder

a)



b)



#### Commentaar

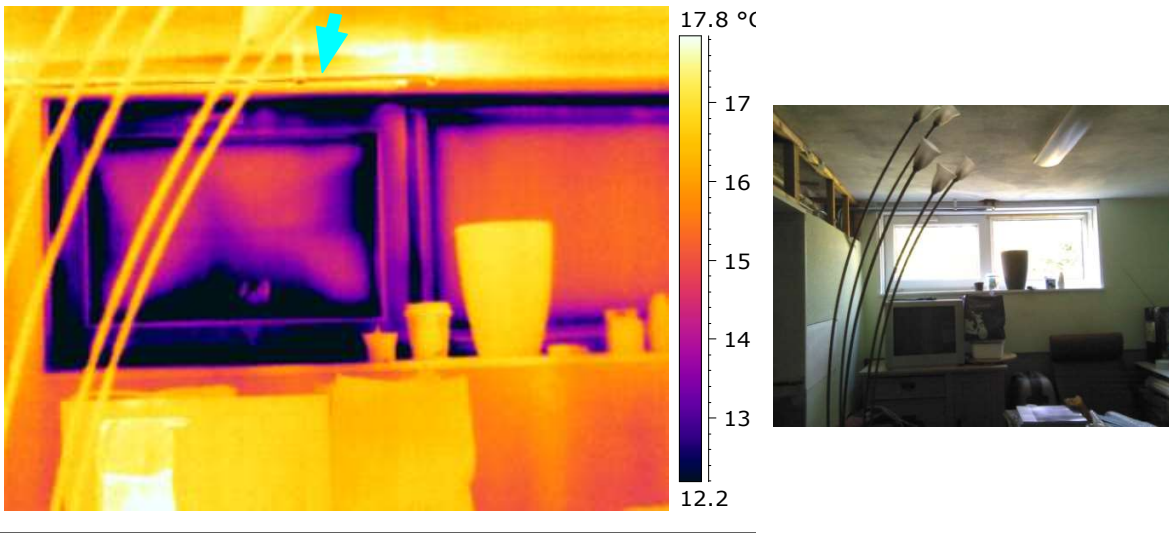
a) Rookgasafvoer ketel niet goed afgedicht op de schoorsteen.

b) Uit de holle baksteenvloer komt warme lucht. Dit is waarschijnlijk wel buitenlucht, maar die onderweg is opgewarmd.



## Thermische opnamen binnenzijde

### Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Kamer in de kelder
a)	
	

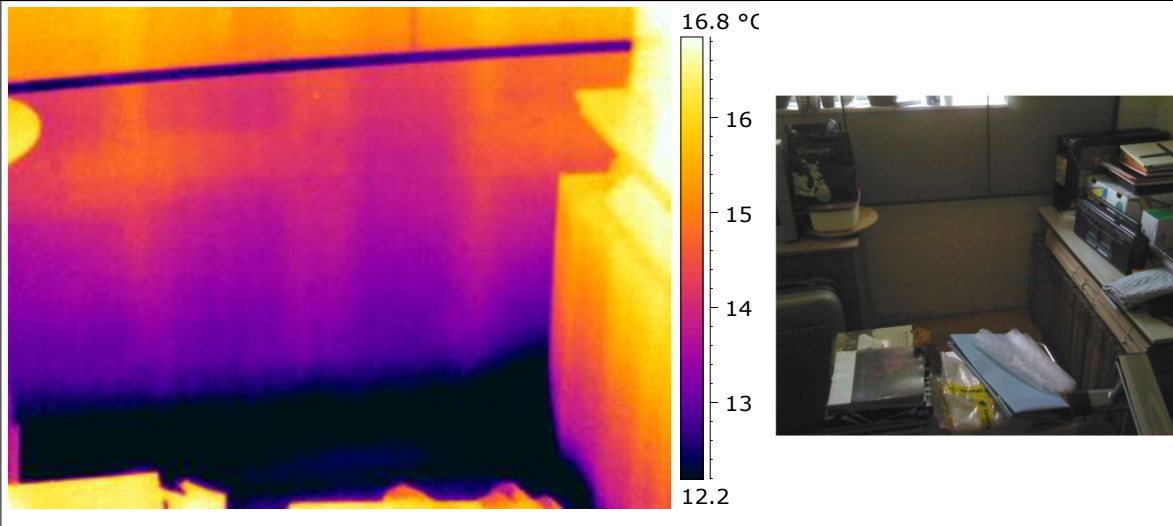
#### Commentaar

a) Luchtlekkage rond het raam.

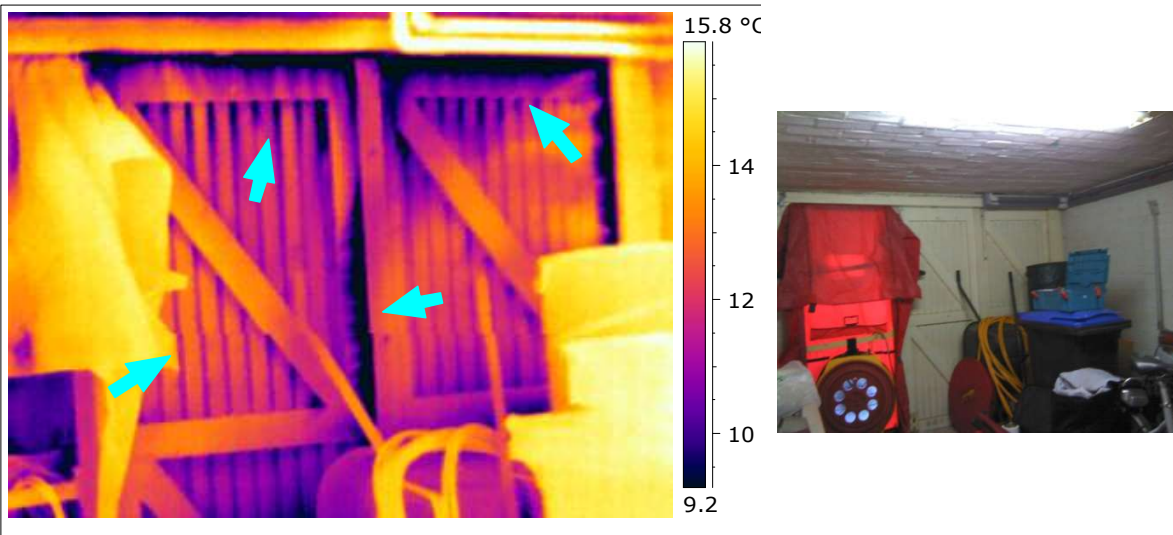
## Thermische opnamen binnenzijde

### Woning in onderdruk

<b>Doel meting:</b>	<b>Onderzoek warmte- en luchtlekken</b>
<b>Locatie:</b>	
<b>Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:</b>	
<b>a) Kamer in de kelder</b>	



### **b) Garage**



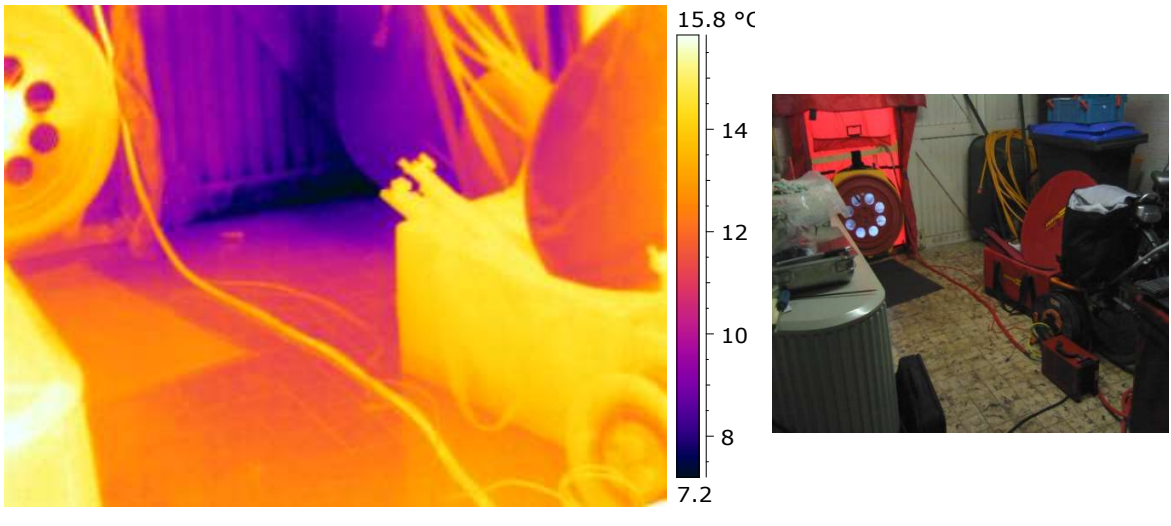
#### **Commentaar**

**a) Voorzetwand onderin koud. Ongeïsoleerd?**

**b) Garagedeur is niet tocht dicht.**

## Thermische opnamen binnenzijde

### Woning in onderdruk

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

Commentaar  
a) Garagedeur is koud.