

INGENIEURSBUREAU



VAN DER KLEIJ

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
www.irvanderkleij.nl



39

Voorraanzicht



Blowerdoor (meetventilator) in de voordeur

Inhoudsopgave

Beschrijving van de woning	4
Meetgegevens	6
Omschrijving van de werkzaamheden en randvoorwaarden van de metingen	7
Luchtdichtheidsmeting	7
Algemene toelichting op het onderzoek	8
Algemene opmerkingen t.a.v. de thermografische opnamen	8
Geconstateerde gebreken en advies op hoofdlijnen.....	9
Naar gasloos of hybride	15
Samenvatting advies.....	17
Thermische opnamen buitenzijde	18
Thermische opnamen binnenzijde	24
Bijlagen A: Schimmel	41

Beschrijving van de woning

De woning is gebouwd in 1967.

De begane grondvloer is van origine 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 vloer is aan de onderzijde na-geïsoleerd met zogenaamde isolatiefolie 50 mm (Isobooster Professional 50, Rd 3,19 m².K/W incl. een spouw van 20 mm volgens opgave leverancier, zie [ISDE-Document_240430.pdf \(isobooster.nl\)](#)).

De verdiepingvloer is een zogenaamde Nehobo holle baksteenvloer. Dit zijn dunne, holle, rode elementen waarop een laag beton is gestort. Deze laag beton is een constructief onderdeel van de vloer. De zoldervloer is van hout en geïsoleerd met steenwol.

Het dak is een gordingenkap met houten delen (een soort schroten) als dakbeschot. Volgens tekening zou een deel van het dak aan de binnenzijde geïsoleerd zijn met 2 cm piepschuim. Die heb ik echter niet gezien.

Aan de achterzijde is in 2004 over bijna de hele breedte een dakkapel geplaatst met een kunststof kozijn met HR++ glas. Hoe goed de dakkapel is geïsoleerd hebben we niet kunnen zien. Vermoedelijk Rc 1,3 m².K/W. In het voordakvlak zit een oud stalen dakraam met enkel glas.

De gevels zijn:

- Spouwmuren met een spouw van 60-70 mm, niet geïsoleerd.
- De woning heeft een gemetselde schoorsteen in het midden van het achterdakvlak. Deze schoorsteen loopt door tot in de fundering en is dragend.
- De kozijnen in de achtergevel op de begane grond zijn in 2013 vervangen door nieuwe houten kozijnen. Die op de 1^e verdieping achter zijn in 2018 vervangen door nieuwe houten kozijnen, inclusief de houten borstwering op de verdieping. Op de 1^e verdieping met draaikiepramen. Op de begane grond kunnen drie bovenlichten en een draaikiepraam in de keuken en dubbele tuindeuren open.
- De kozijnen in de voorgevel zijn, inclusief de houten borstwering en ramen nog origineel.
- De voordeur is vervangen.
- Het glas is:
 - o Het stalen dakraampje op zolder voor heeft enkel glas.
 - o De ouder slaapkamer op de 1^e verdieping voor heeft nog enkel glas U = ca. 5,0 W/m².K. Het raam heeft geen tochtstrip.
 - o Het badkamerkozijn heeft HR++ glas met een ventilatierooster in het zijraam.
 - o De woonkamer voor heeft oud isolatieglas, met loden afstandhouder; U = 3,0 W/m².K.
 - o In de achtergevel op de begane grond en 1^e verdieping zit HR++ glas spouw 15 mm uit 2013; U = ca. 1,1 W/m².K.
 - o Het kunststof kozijn in de dakkapel heeft HR++ glas, spouw 15 mm (2004); U = 1,1 W/m².K.

N.B. bovenstaande isolatiewaarden zijn 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/m².K. HR+ heeft een $1,3 \leq U \leq 1,6$ W/m².K.

De **U-waarde** is de energie (in Watt = Joule/sec) die per m² naar buiten gaat per graad temperatuurverschil.

Huidige isolatiewaarden van de woning:

Dak 0,2 m².K/W

Spouwmuur 0,4

Begane grondvloer 3,19

Toelichting bovenstaande waarden:

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

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

De badkamer wordt geventileerd met een opbouwventilator geschakeld op het licht. Ook het toilet wordt op die manier afgezogen.

Alleen in de badkamer zit een ventilatierooster in het glas.

De kamers worden geventileerd door een raam open te zetten.

De afzuigkap blaast af via het schoorsteenkanaal.

Gasverbruik vorig jaar 755 m³

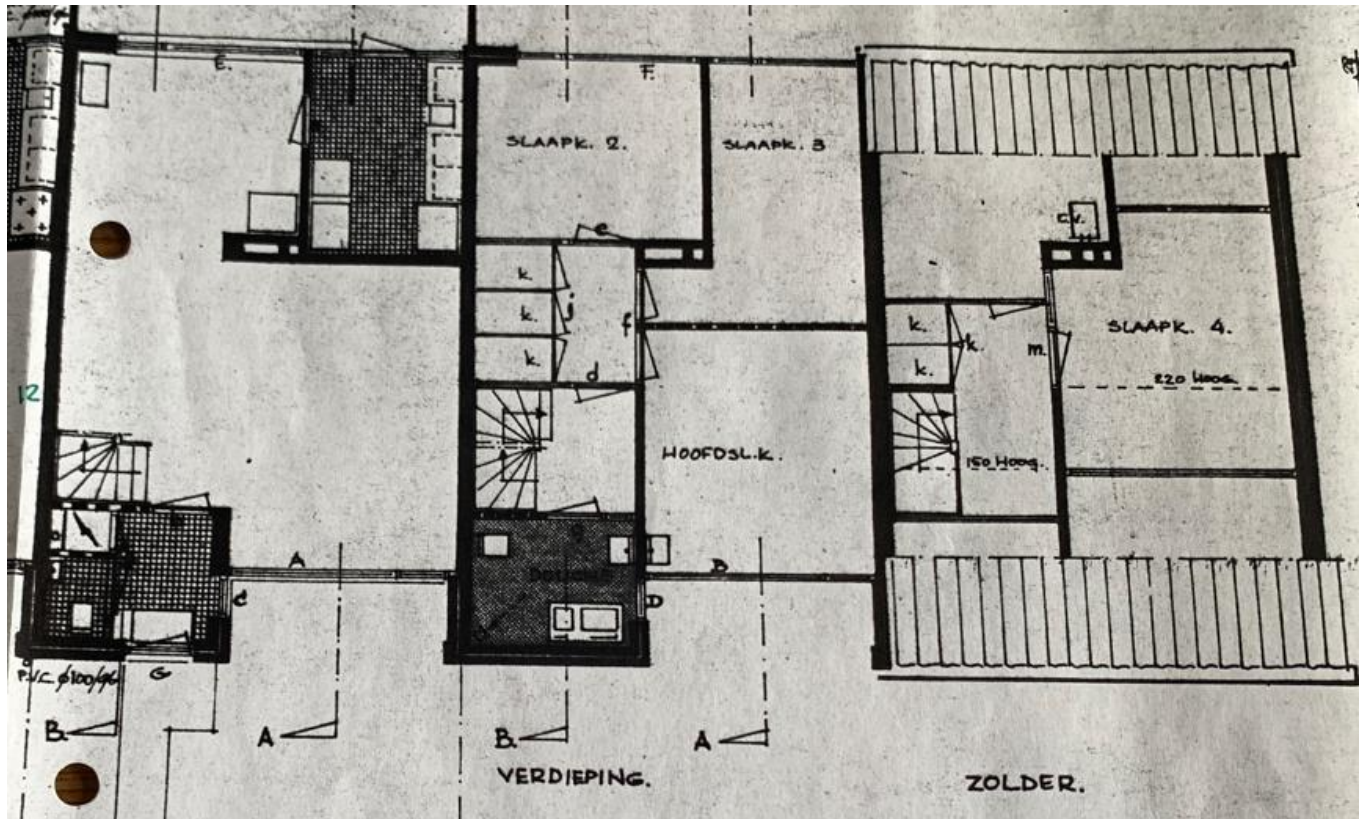
Houtstook geen. Een houtkachel is wel aanwezig.

Elektraverbruik 1200 kWh

Het gasverbruik is erg laag. Alleen de woonkamer wordt overdag verwarmd op 19 °C. De 1^e verdieping en zolder worden niet verwarmd. Op de zolder wordt niet geleefd.

Opvallend aan deze woning is dat de woning bij de bouw al gecompartmenteerd is. Zie de tekening op de volgende bladzijde. De entree is afgesloten van de woonkamer. De overloop op zowel de 1^e verdieping als de zolder is afgesloten van de trap. Zie onderstaande tekening. Dat dit veel invloed heeft op het comfort en energieverbruik bleek bij de luchtdichtheidsmeting.

De bewoner heeft het plan om de entree uit te breiden zodat de trap naar de 1^e verdieping hier binnen valt. Verder wordt de keuken doorgebroken naar de eetkamer en vloerverwarming aangelegd op de begane grond.



Meetgegevens

Bezoekdatum 22-04-2024

Bouwdetails (opgemeten)

Netto inhoud van het gebouw 300 m³

Weersgesteldheid:

Tijd	6.12 u	14.13 u
Buitemtemperatuur	1,3 °C	9,3 °C
Luchtvochtigheid	97 %	48 %
Windsnelheid	2 m/sec	4 m/sec
Windrichting	NW	NO
Luchtdruk	1026 hPa	1025 hPa
Binnentemperatuur	15-16 °C	15-16 °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 6.45 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 15-16°C verwarmd, zodat er tussen binnen en buiten een behoorlijk temperatuurverschil was. De begroeiing rond de woning bemoeilijkte de opnamen aan de buitenzijde enigszins.

Alle binnendeuren waren dicht tijdens de opnamen buiten. Hierdoor kwam er weinig warme lucht naar buiten. Zoals ik verderop uitleg wordt door deze compartimentering het warmteverlies van de woning aanzienlijk verminderd.

Nadat eerst een andere woning is opgenomen ben ik om 11.30 verder gegaan met het onderzoek binnen. De blowerdoor (meetventilator) is opgesteld in de voordeur. De ventilatie in de badkamer en het toilet en het rooster van de afzuigkap zijn afgeplakt. Het ventilatierooster in de badkamer is dichtgezet.

Met de blowerdoor is de woning op 50 Pa onderdruk (vergelijkbaar met windkracht 5) gebracht en vervolgens is de hele woning aan de binnenzijde 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 $q_{v10}^* = 3,5$ l/sec/m² en de $n50^{**} = 12,5$ x de inhoud/uur. *Zie toelichting hieronder.*

Als de deuren op de overloop zolder dicht zijn worden deze waarden aanzienlijk beter: $q_{v10}^* = 1,45$ l/sec/m² en de $n50^{**} = 5,2$ x de inhoud/uur.

Hieruit kunnen we concluderen dat compartimenteren van de woning energie bespaart, zeker als de zolder niet verwarmd wordt.

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 m³/h nodig. Dus met 4 personen volstaat 100 m³/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 zeker 500 m³/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/m²). Dat betekent dat er veel warmte naar buiten vliegt. Met name door

het dak. Maar verder kan de luchtdichtheid ook 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(iter)/sec/m². Voor nieuwbouw mag de q_{v10} volgens het Bouwbesluit maximaal 1,0 l/sec/m² zijn, maar gebruikelijker is om deze te maximeren op 0,6 of 0,4 l/sec/m². Bij zeer energiezuinige woningen zelfs 0,15 l/sec/m². (Bij deze woning blies ik dus bij 10 Pa $124 \times 2,0 = 248$ l/sec, oftewel 893 m³/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 $300 \text{ m}^3 \times 8,4 = 2.520$ m³/h door de woning).

Mijn collega heeft een kennisblog geschreven over nut & noodzaak van luchtdichtheid:
www.plushuis.nu/luchtdicht

Het meetrapport zelf zit in een apart bestand.

Algemene toelichting op het onderzoek

Met de thermografische opnamen buiten en de thermografische opnamen binnen - waarbij de woning op windkracht 5 onderdruk is gezet - wordt 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 en eventuele informatie uit bouwtekeningen. 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 kouder'. 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 lijszijde 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.

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/>

Algemeen voor deze woning

Omdat in deze woning alleen de begane grond verwarmd wordt in combinatie met de zeer goede compartimentering ligt het voor het hand om te beginnen met verduurzamingsmaatregelen op de begane grond. Maar het kan zijn dat in de toekomst, bijvoorbeeld als de kinderen groter zijn en vaker op hun eigen kamer zitten, toch het hele huis verwarmd wordt of de zolder gebruikt gaat worden. Ook is dit advies bedoeld voor vergelijkbare woningen die misschien wel volledig verwarmd worden. Daarom loop ik in het advies het hele huis door, waarbij ik doe alsof het hele huis verwarmd wordt.

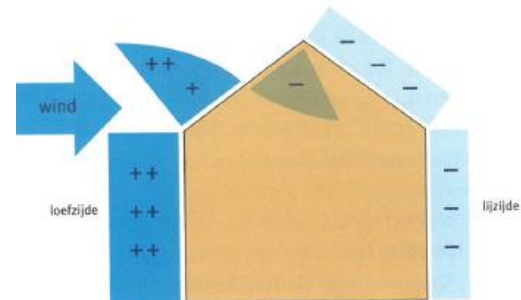
Luchtdichtheid

De grootste luchtlekkages zitten in het dak.

Dit kan aanzienlijk verbeterd worden in combinatie met het isoleren van het dak.

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 en de schoorsteen kan warme lucht naar buiten ontsnappen.

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 😊. Hierbij moet ik wel opmerken dat deze trek flink beperkt wordt als de tussendeuren in het trappenhuis dicht zijn, zoals ik hierboven heb aangegeven bij de gemeten luchtdichtheid.



Figuur 2-1 Drukverschil als gevolg van wind.

Verbeteringen:

- *Belangrijk is dat het dak aan de warme binnenkant volledig luchtdicht wordt afgewerkt. Dat betekent een gesloten luchtdichte laag aan de binnenkant aanbrenge. 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. N.B. de isolatie komt tussen het dakbeschot en de folie. De dampremmende folie zit altijd aan de binnenkant ten opzichte van de isolatie. Zie de foto hiernaast



Voorbeeld: Gevel: isolatiefolie afgeplakt met Siga tape
Plafond: vochtvariabele folie (Siga Majrex 200) + cellulose

*Als **dakisolatie** kan glas- of steenwol gebruikt worden, wat geluidsisolerend werkt en enigszins de warmte dempt in de zomer. PIR heeft een hogere isolatiewaarde, maar door de geringe massa dempt het minder warmte en geen geluid.*

***Biobased** materialen (vlas, houtvezel of cellulose) dempen de warmte en geluid nog beter, zodat 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!*

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.*

- **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** behoorlijk tocht door de naden tussen de dakdelen en aansluitingen. Hierdoor koelen ook de onderliggende ruimten op de 1^e verdieping 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.

- Zoals eerder gezegd is deze woning erg goed **gecompartimenteerd**. Elke verdieping kan worden afgesloten van de andere verdiepingen. Daardoor lekt warmte niet weg naar bovengelegen verdiepingen. De eerste verdiepingvloer is van beton en daarmee luchtdicht. De zoldervloer is van hout en dus niet luchtdicht.

Compartimenteren van een woning is zeker belangrijk als boven de ramen vaak open staan. Een zo opgedeelde woning geeft ook de mogelijkheid om elke verdieping verschillend te verwarmen en te ventileren. Zie onder 'installaties'.

- *Bij het isoleren en luchtdicht maken van het dak ook alle doorvoeren (zoals de **rookgasafvoer**) en het **dakraam** luchtdicht aansluiten op de hierboven genoemde folie.*

De (spouw)muren

- De spouw van de woning is 60-70 mm en niet geïsoleerd.
Na-isoleren van de spouw is zeker interessant, zoals ook op de thermografische opnamen is te zien. Dit is in een paar jaar terugverdiend. 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 zijmuren van het toilet en de badkamer zijn maar 24 cm dik, terwijl de gemetselde voor- en achtergevel 28 cm dik is. Ik ga er vanuit dat het verschil komt door een dunner binnenspouwblad en dat de spouwbreedte overal gelijk is.
- Onder de kozijnen op maaiveldniveau is de gevel/fundering niet zo goed geïsoleerd. *Dit is niet eenvoudig op te lossen.*
- De achtergevel is warm in de aansluiting van de uitbouw van de burens. Bij het maken van de uitbouw is achtergevel niet thermisch onderbroken. De achtergevel 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.*
- De schoorsteen is een vocht- en koudevanger en onderhoudsgevoelig, zoals te zien is aan de vochtplekken aan de binnenzijde. *Het is te overwegen om hem bovendaks weg te halen en het dak aan te helen. Daarbij moeten dan de kanalen die gebruikt worden met een pijp door het dak opgelengd worden.*

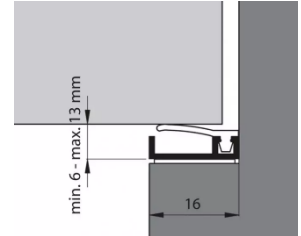
De kozijnen:

- Hoe de **dakkapel** op zolder is geïsoleerd is niet bekend. Maar gezien de leeftijd van de dakkapel (2004) zal dit matig zijn. *De isolatie van de dakkapel 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 naar buiten. Een dakkapel is immers een uitstulping met veel aansluitingen en extra oppervlak, waardoor relatief veel warmte verloren kan gaan.*
- Het kunststof dakkapelkozijn is in 2004 geplaatst en voorzien van HR++ isolatieglas U-waarde 1,1 W/m².K. Het kozijn is helaas niet luchtdicht ingebouwd en ook de ramen sluiten niet helemaal. *Het kozijn rondom afkitten. De ramen kunnen afgesteld worden door de excentrische nokjes in het raam te draaien met een inbusleutel. Als dat onvoldoende helpt kunnen de rubbers nog vervangen worden. Rubbers zijn te bestellen bij de luchtdichtshop.nl.*
- Het stalen dakraam op zolder heeft enkel glas en geen tochtstrip. *Dit t.z.t. vervangen door een goed sluitend dakraam met HR++ glas, of beter nog tripleglas, want door glas in het dak gaat meer warmte verloren dan door glas in een kozijn.*
- De houten kozijnen in de achtergevel zijn uit 2013 en hebben HR++ glas. Ze tochten op sommige plaatsen zoals aangegeven bij de thermografische opnamen.
De naden tussen kozijn en vensterbank/muur afkitten met een goede, elastische kit. 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.

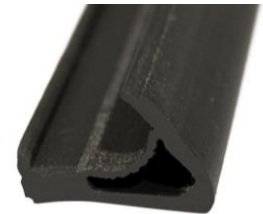
- De draaiende delen tochten soms ook. *De draaikiëpramen kunnen mogelijk net als kunststof kozijn worden afgesteld door de excentrische nokjes te draaien. Anders kan het tochtwerend kader dat in het raam zit eenvoudig vervangen worden.*
- De kozijnen aan de voorzijde (slaapkamer en woonkamer) zijn nog origineel en de ramen hebben geen tochtstrips:

Dat zorgt voor tocht en discomfort.

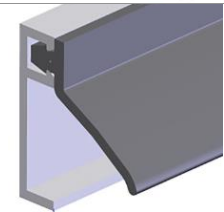
*Om de tochtdichtheid te verbeteren de **tochtstrips** aanbrengen en het sluitwerk 'knevelend' afstellen. Bij voorkeur door tochtstrips in de sponning te plaatsen, tussen het kozijn en de deur/raam. Daarvoor moet wel minimaal 6 mm ruimte gecreëerd worden door het raam naar buiten te plaatsen.*



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 (luchtdichtshop.nl)



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



De voordeur is vervangen en heeft tochtstrips in de sponning. Omdat de blowerdoor in dit kozijn stond heb ik niet kunnen controleren of deze tochtdicht is. Nu is deze woning voorzien van een tochtportaal waardoor dit tot minder warmteverlies in de woning zal leiden.

Als de deur toch teveel tocht kunnen de tochtstrips vervangen worden en de sluiting van de deur beter afgesteld.

Aan de onderzijde kan eventueel een borstel of rubber op de onderzijde van de deur geschroefd worden. Deze moet dan aansluiten op de onderdorpel.



- Het glas in de voorgevel op de begane grond is standaard **isolatieglas** met een U-waarde van 3,0 W/m².K. Het glas in de slaapkamer voor is enkel glas. Het overige glas is in 2004 vervangen door HR++ glas. *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/m².K. Daardoor vermindert niet alleen het energieverlies, maar ook de koudestraling van het glas. Koudestraling zorgt namelijk voor discomfort. 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/m².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/m².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** in de kozijnen (onder het glas) kunnen beter geïsoleerd worden. Dit is belangrijk omdat hier radiatoren achter zitten. Aan de binnenzijde een multiplex paneel op het kozijn aanbrengen waar de radiator aan kan hangen. Het paneel of de houten delen 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, dat is dampdoorlatend.*

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 na-geïsoleerd met isolatiefolie (Isobooster Professional 50, Rd 3,19 m².K/W). 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 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.*
- *Als isolatie in de **zoldervloer** wordt aangebracht zal er minder warmteverlies van de 1^e verdieping naar zolder zijn. Ook dit is een vorm van compartimentering, die ook helpt in het beperken van geluidsoverdracht tussen de verdiepingen. In de badkamer is dat al gedaan.*
- *In de zoldervloer treedt warmteverlies op doordat het dakbeschot achter de knieschotten tocht. Dit is op te lossen door het dak ook achter de knieschotten te isoleren en luchtdicht te maken.*
- *Boven het slaapkamerkozijn aan de voorzijde lijkt een open verbinding tussen het buitenplafond en het plafond in de ouderslaapkamer. Het is zinvol om dit te blokken door in het plafond tussen het kozijn en de zoldervloer pir-isolatie (staand) aan te brengen en dit rondom met flexpur of luchtdichtingstape af te plakken. Waarschijnlijk kan dit het beste vanuit het buitenplafond. Dat daarvoor wel open moet.*
- *In de houten zoldervloer komt ook lucht binnen uit de spouw en uit aansluitingen. Dit komt omdat het metselwerk in de vloer altijd slordig is uitgevoerd en niet afgedicht met stucwerk.*



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 of de zoldervloer 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.

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.
- Omdat de woning gecompartmenteerd is 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 systeem 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 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.

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.

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/m² (5 m³ gas/m²) 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 ΔT van 28 °C. Als je een watertemperatuur nodig hebt van 50 °C om het bij -10 °C warm te krijgen heb je een ΔT van 60 °C. De COP daalt exponentieel bij een grotere ΔT !

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 systeem komt 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. De spouwmuur isoleren.
2. (De begane grondvloer isoleren. Is bij deze woning al gebeurd).
3. Het glas in de voorgevel van de woonkamer vervangen en tochtstrips aanbrengen. Als de kozijnen ook vervangen worden is tripleglas interessant.
4. Hierbij ook de borstwering isoleren/vervangen.
5. Het pannendak luchtdicht maken meteen isoleren.
6. Daarbij het stalen dakraam vervangen.
7. Een goed ventilatiesysteem aanbrengen. Zeker als de woning luchtdichter gemaakt wordt.
8. Kierdichting ramen en deuren.
9. De luchtlekkages oplossen.
10. Het glas in de slaapkamer voor vervangen in combinatie met het aanbrengen van tochtstrips.
11. 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.
12. *De c.v. installatie waterzijdig laten inregelen of ruimteregeling (b.v. Honeywell Evohome) kan zowel het comfort verbeteren als energie besparen.*
13. *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.*

In de volgorde van de maatregelen kan uiteraard geschoven worden, omdat dit van de persoonlijke situatie afhangt en mede bepaald wordt door bijvoorbeeld:

- Waar wordt het meeste discomfort ervaren.
- Waar wordt het meest verwarmd. Daar kan het meeste energie bespaard worden.
- Kan het gecombineerd worden met andere wensen, zoals het aanpakken van een bepaalde ruimte of het schilderen of vervangen van kozijnen.

Isolatiewaarden:	Huidige	nieuwbouw	minimaal gasloos
Dak	0,2 m ² .K/W	6,3 m ² .K/W	4,5 m ² .K/W
Gevel	0,4	4,7	4,5
Begane grond vloer	3,19	3,7	3,5 (hoger bij vloerverwarming)
Streefwaarde luchtdichtheid: q_{v10}	0,40l/sec/m ² 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

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

Commentaar

a) Uit deze opname is niets af te lezen.

b) Het buitenplafond is warm en dit reflecteert in het glas.



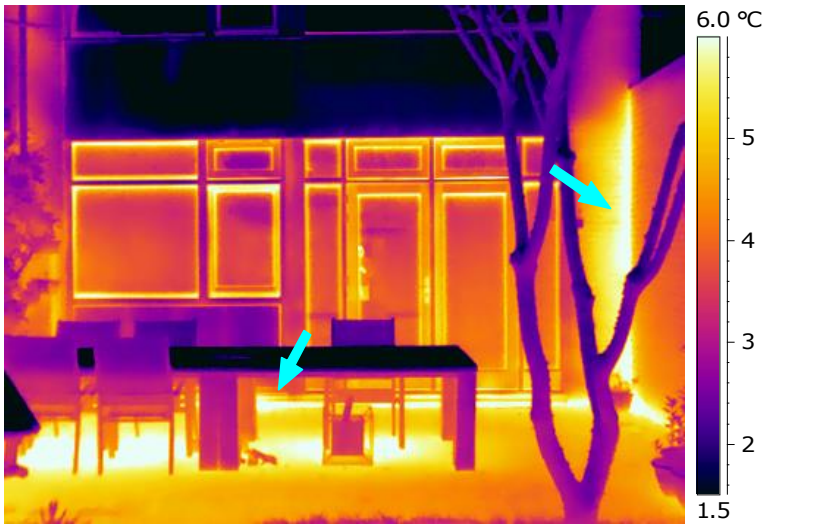

Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

Commentaar

- a) De voordeur tocht bovenaan.
- b) De vloerrand is matig geïsoleerd.

Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

Commentaar

a) Het raam staat open.

Rechts warmte in de zijgevel van de burens.

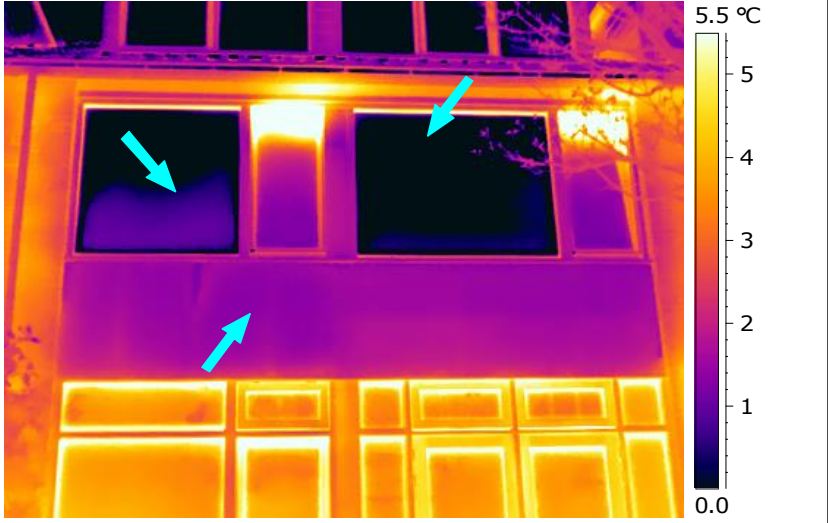

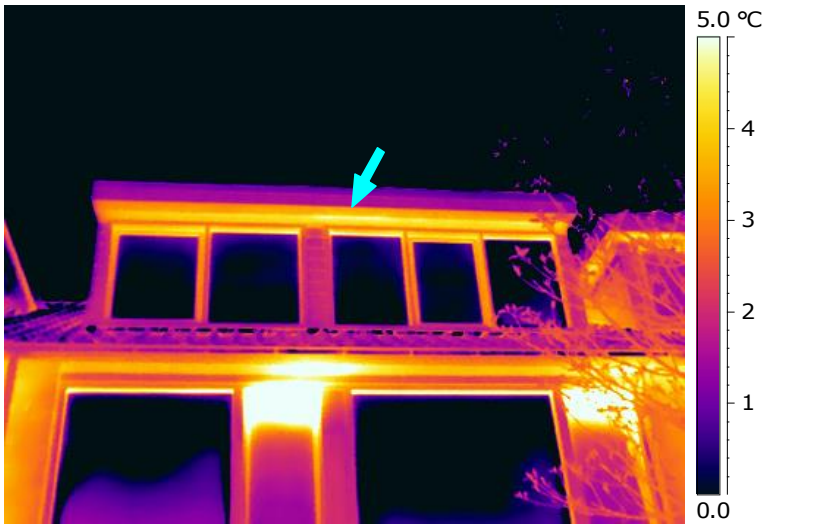

Warme lucht in het buitenplafond. Hier zit het knieschot op zolder.

Het badkamerraam heeft een ventilatierooster in het glas.

b) De gevel rechts is warm. Zie twee bladzijden verder.

Onder de pui een kleine thermische brug.

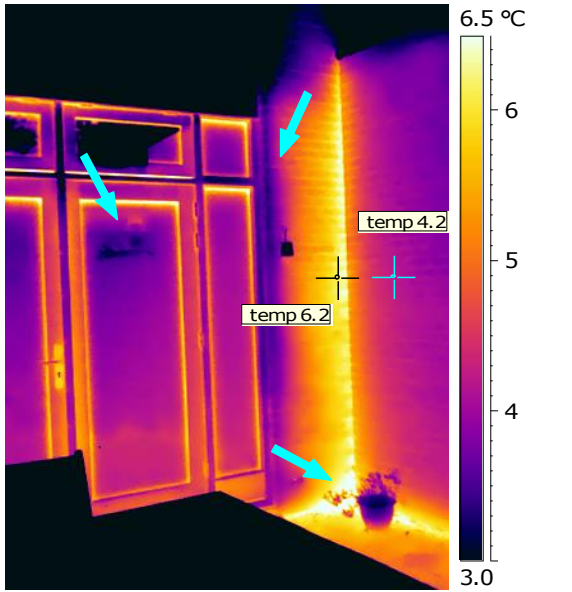

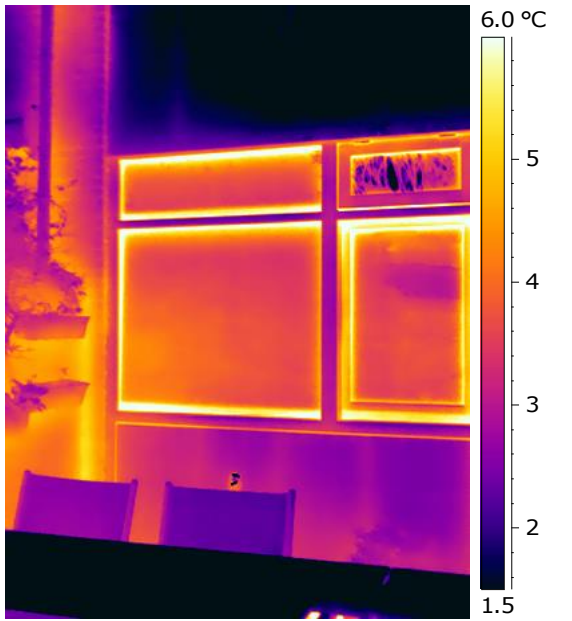

Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

Commentaar

- a) De ramen boven staan open in de kiepstand.
- b) Beetje warme lucht uit het overstek van de dakkapel.

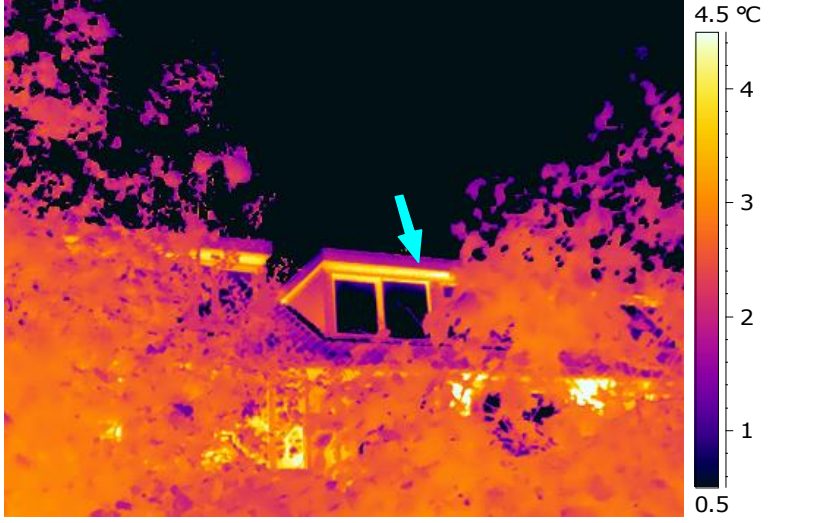

Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

Commentaar

- a) Bij het maken van de uitbouw bij de burens is de achtergevel niet thermisch onderbroken, waardoor hier een thermische brug is ontstaan.
De spouwmuur is niet geïsoleerd.
- b) Geen afwijkingen.

Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

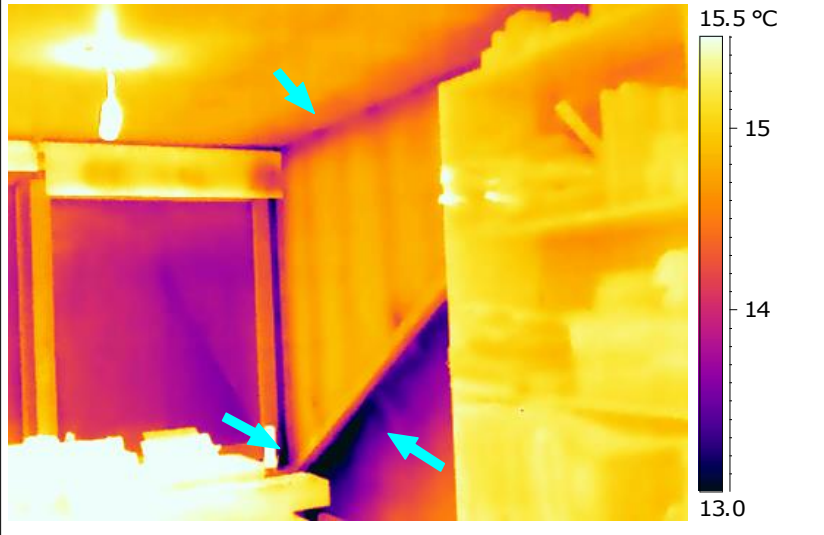
Commentaar

a) Warme lucht in het overstek van de dakkapel.

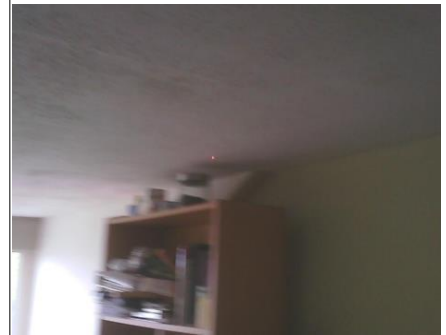
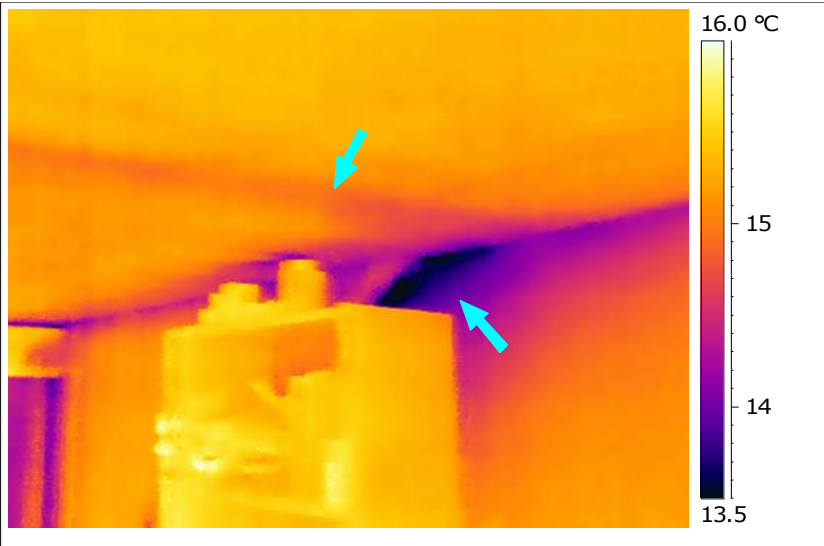
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



b)



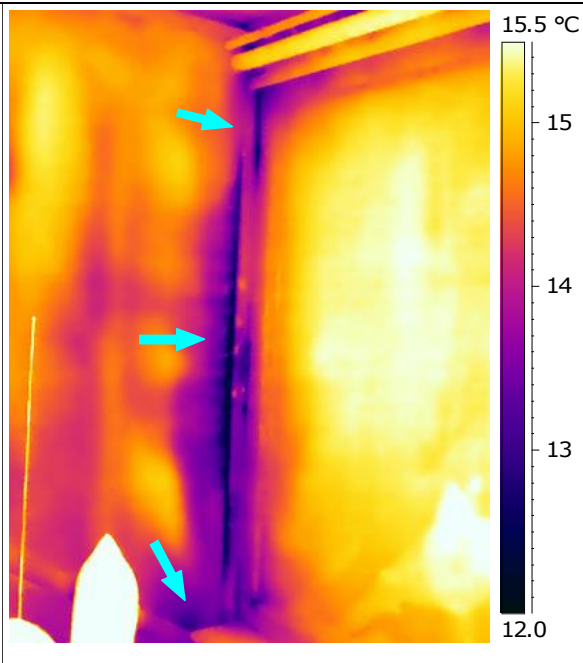
Commentaar

Het dakbeschot bestaat uit houten delen is niet geïsoleerd of afgewerkt, waardoor er veel koude lucht binnenkomt.
Tocht langs het kozijn.
Koude lucht in het plafond van de dakkapel.

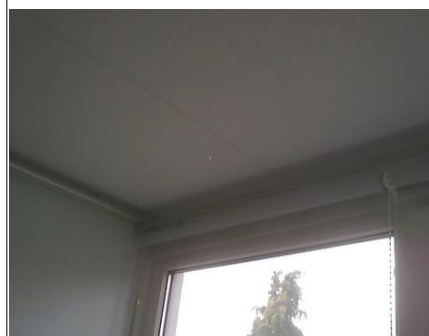
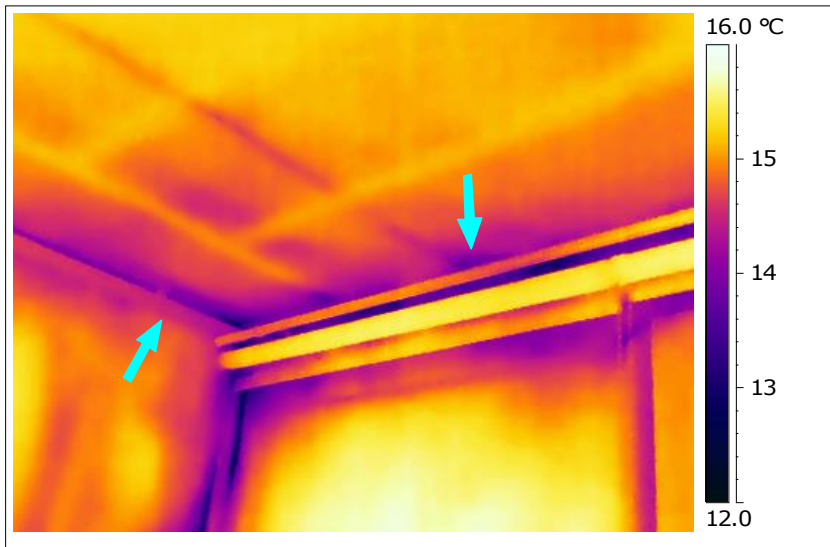
Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

a)



b)



Commentaar

a) Lucht langs het kunststof kozijn.

b) Koude lucht in het plafond van de dakkapel en bovenlangs het kozijn.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

a)



b)



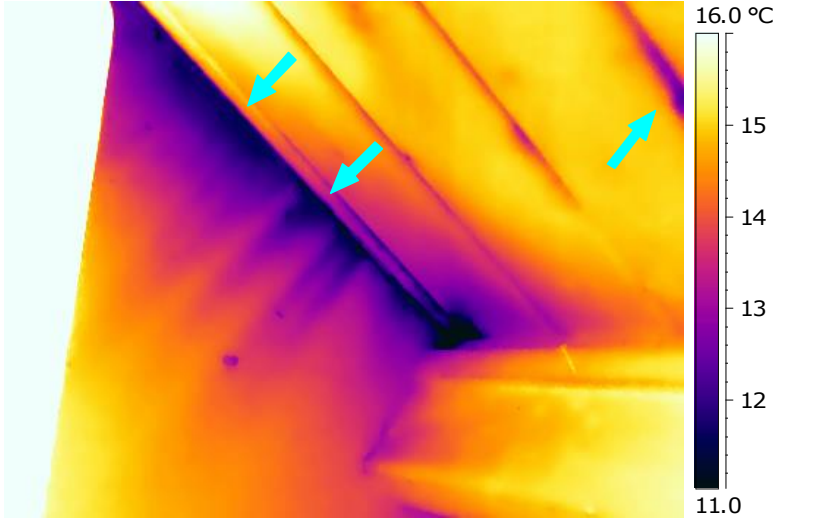

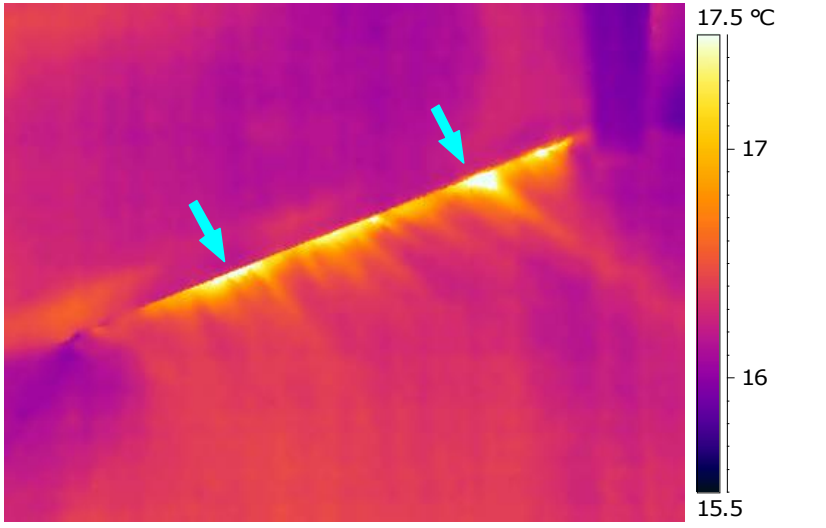

Commentaar

a) Tocht langs het kunststof kozijn.

b) Idem.

Koude lucht van achter de borstwering. Het dakbeschoot achter de borstwering bestaat ook uit ongeïsoleerde houten delen met veel kieren. Zie volgende opname.

Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

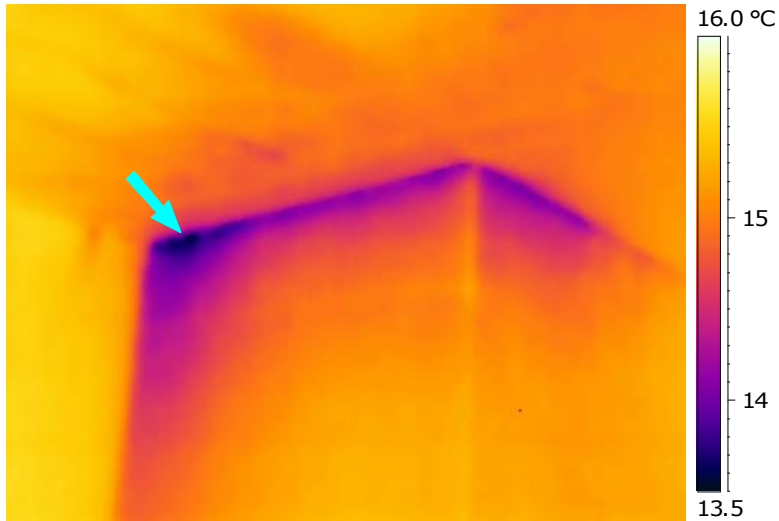
Commentaar

- a) Hier is te zien hoe de koude lucht door alle kieren in het dak naar binnen komt. Zowel tussen de houten delen als uit de kier tussen dakbeschot en bouwmuur.
- b) Boven de trap is gipsplaat tegen het dakbeschot geschroefd. De gipsplaat zelf is luchtdicht. De naden niet, wat te zien is aan de warme lucht die binnenkomt. Warm omdat het pannendak door de zon verwarmd wordt.

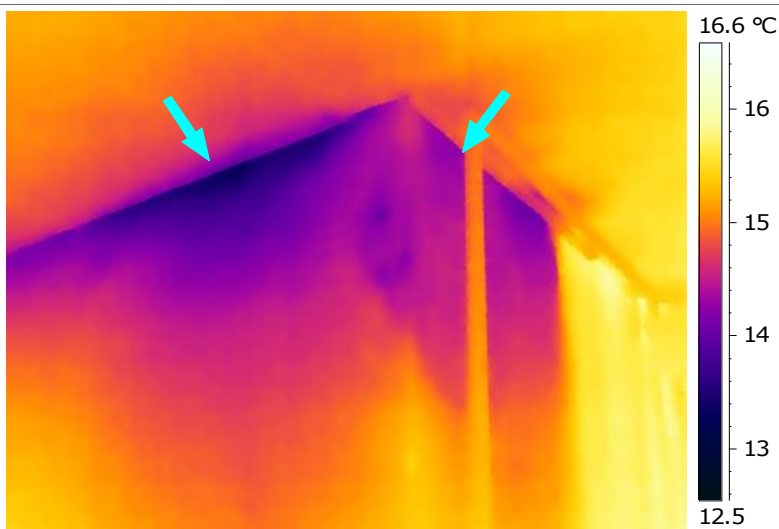
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	De schoorsteen op zolder

a) In de rechter achterkamer



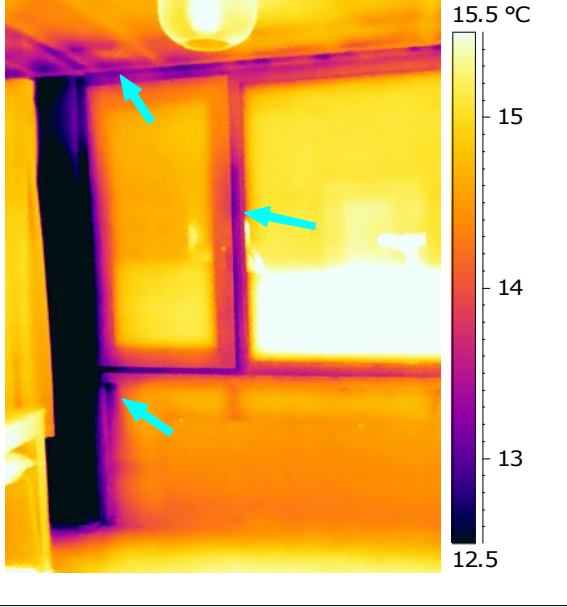

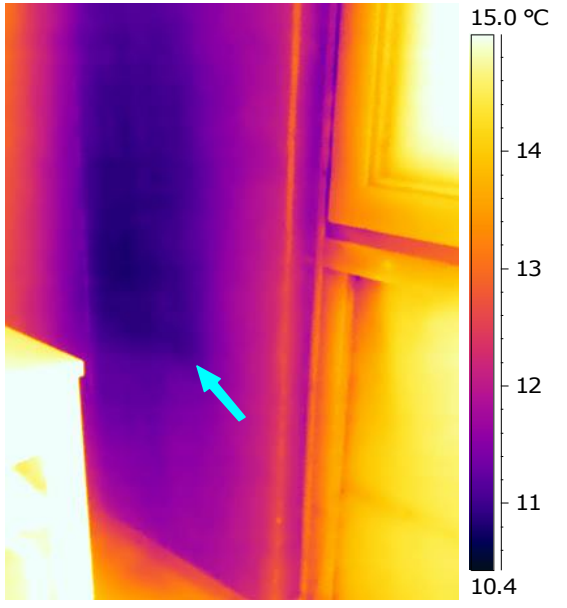

b) In de linker achterkamer



Commentaar

Dit is een forse schoorsteen van 80 x 80 cm. De vlekken in het sauskwerk zijn van (oude) lekkages. Een schoorsteen vangt altijd veel regen wat kan doorslaan. Ook staat hij veel warmte af doordat hij altijd in weer en wind staat. Beide effecten zijn hier goed te zien; afkoeling door vochtdoorslag en door de thermische brug.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	1 ^e verdieping kamer links achter
a)	
	
b)	
	

Commentaar

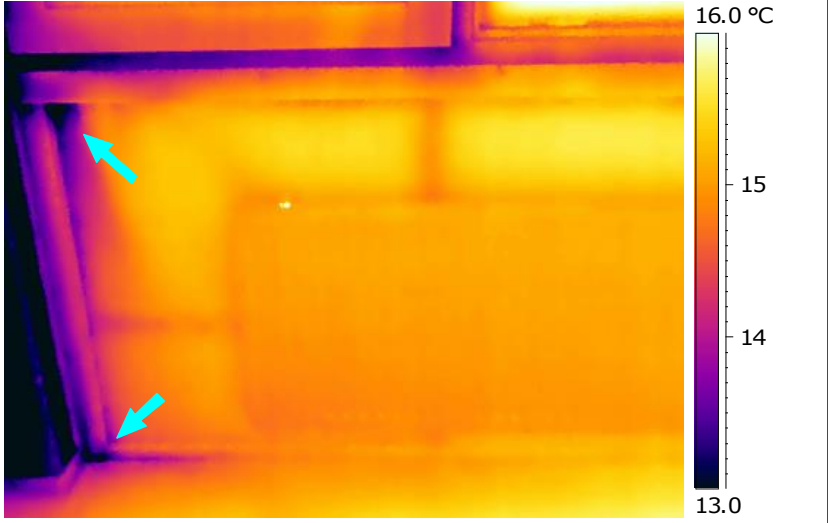

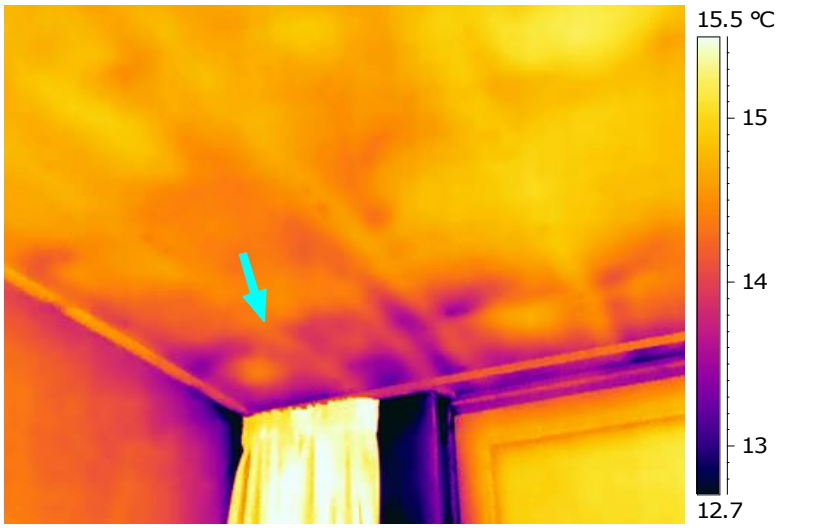
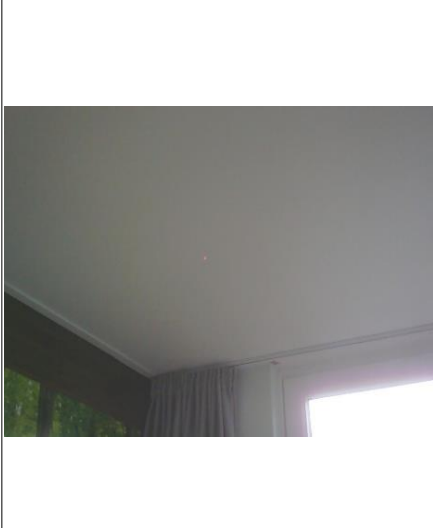
a) In het plafond koude lucht van achter het knieschot.

De spouwmuur is niet geïsoleerd (hier hing wel het gordijn voor wat ook enigszins isoleert).

Het draaikiep raam tocht een beetje.

b) Waar het gordijn hing is de muur kouder doordat het gordijn isoleert.

Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	1^e verdieping kamer links achter
a)	
	
b)	
	

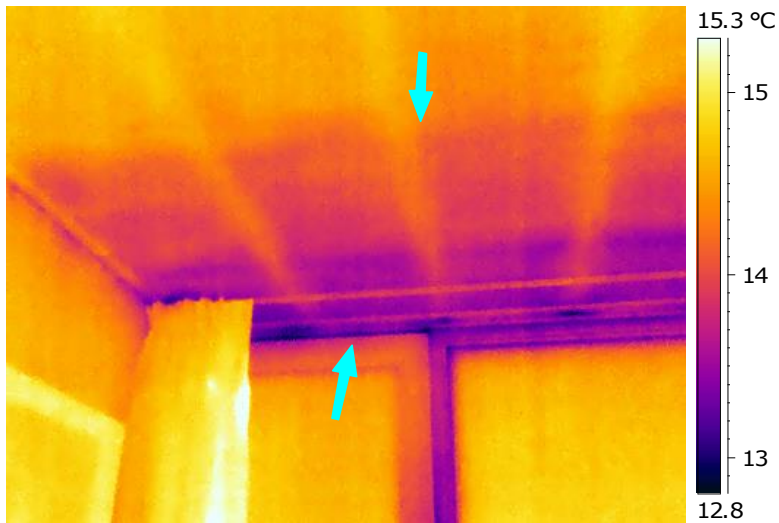
Commentaar

- a) De borstwering achter is gelijk met de kozijnen vervangen en lijkt enigszins geïsoleerd.
Links kleine luchtlekkages.
- b) De koude vlekken in het plafond is koude lucht die achter de knieschotten door het dak naar binnen komt. Dus dakisolatie doorzetten achter de knieschotten.

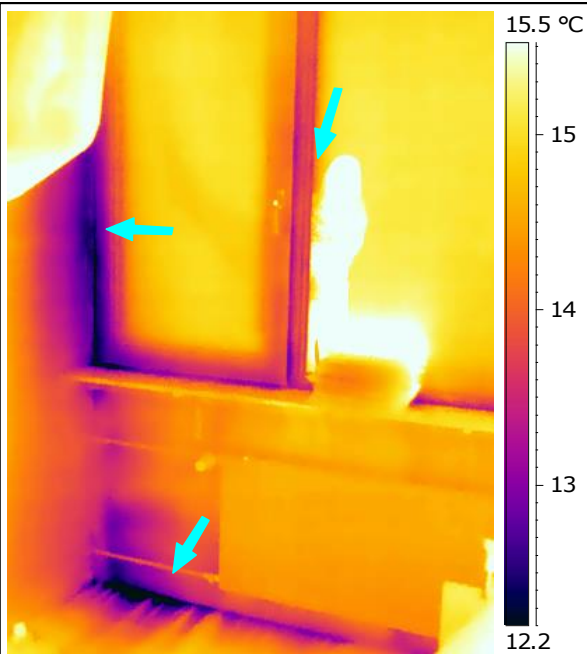
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	1 ^e verdieping kamer rechts achter

a)



b)



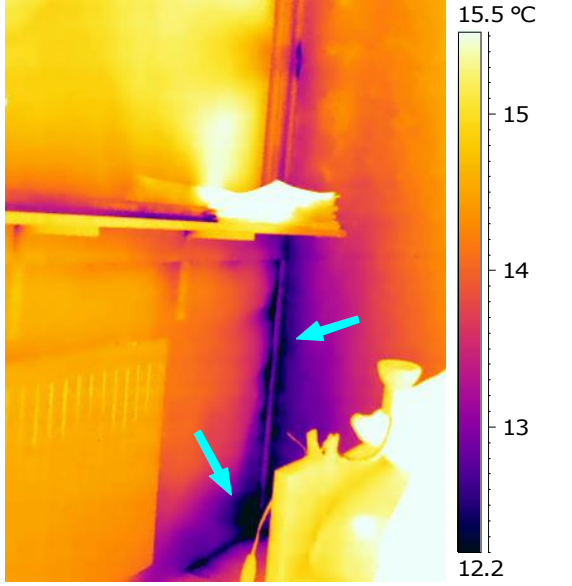

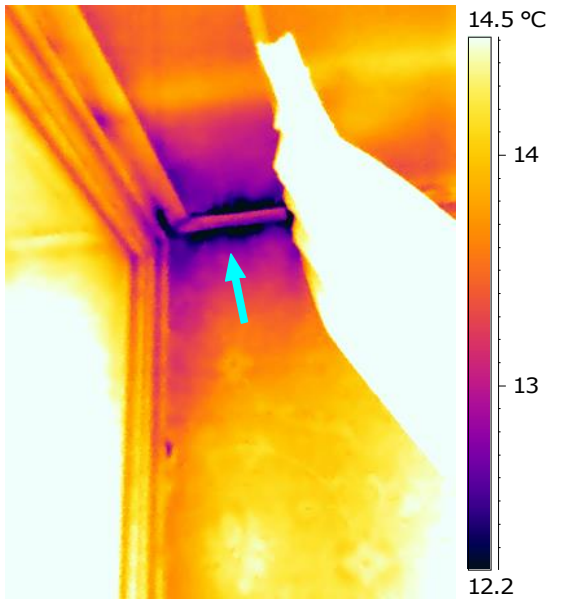

Commentaar

a) Hier is de koude lucht achter de knieschotten nog beter te zien dan op de vorige opname.

b) Het raam tocht.

Onder de borstwering tocht het in de aansluiting op de vloer.

Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	1 ^e verdieping kamer rechts achter
a)	
	
b)	
	

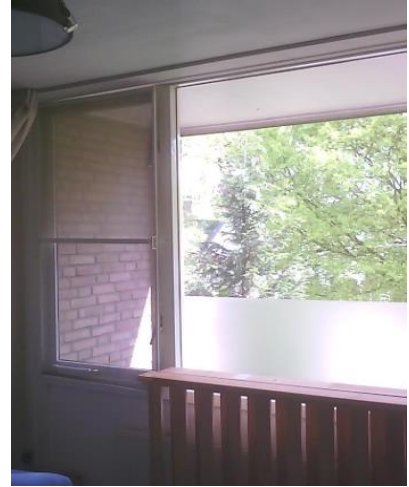
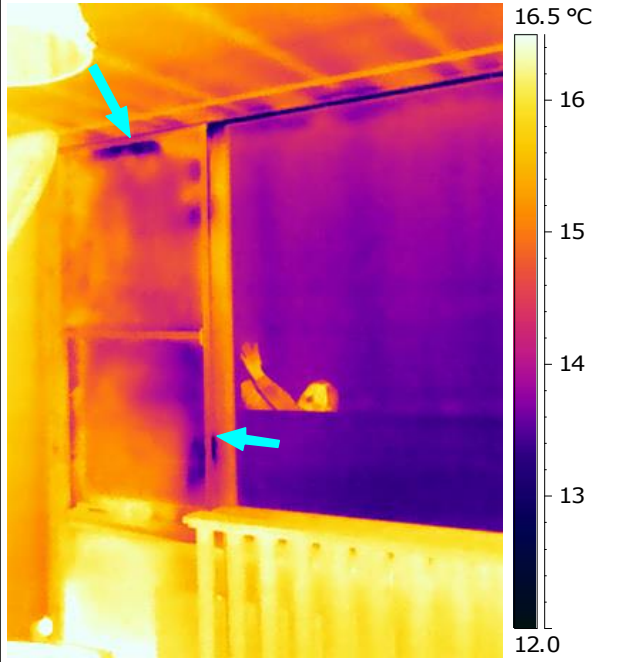
Commentaar

- a) Ook hier aardig wat tocht langs de borstwering.
- b) Koude lucht in het plafond, uit het dak achter het knieschot.

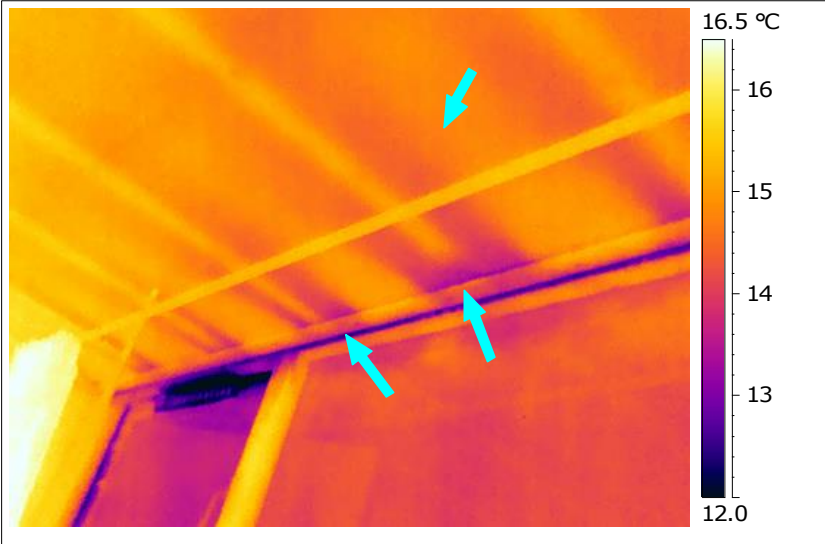
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



b)

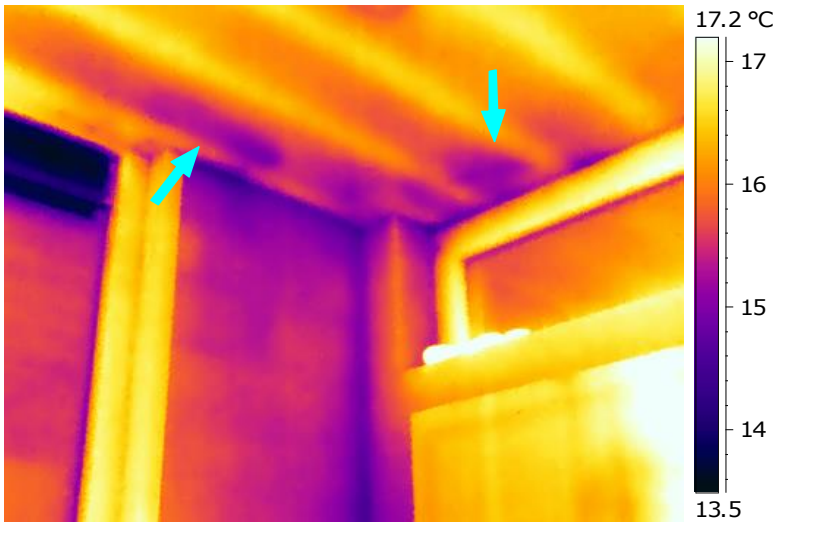


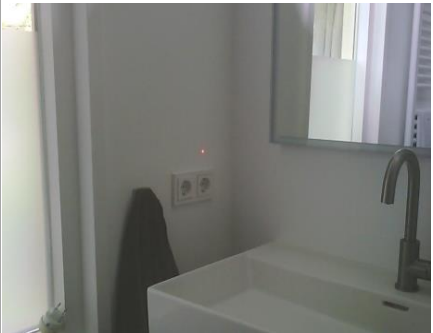


Commentaar

a) Dit kozijn heeft nog enkel glas en geen tochtstrips.

b) Het buitenplafond loopt door naar binnen, waardoor er koude lucht van buiten in het plafond komt.

Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

Commentaar

a) Ook hier koude lucht in het plafond. Dit plafond is bij het vernieuwen van de badkamer geïsoleerd.

b) Uit de stopcontacten kwam koude lucht.

De gevels zijn best koud. Spouwisolatie lijkt zinvol.

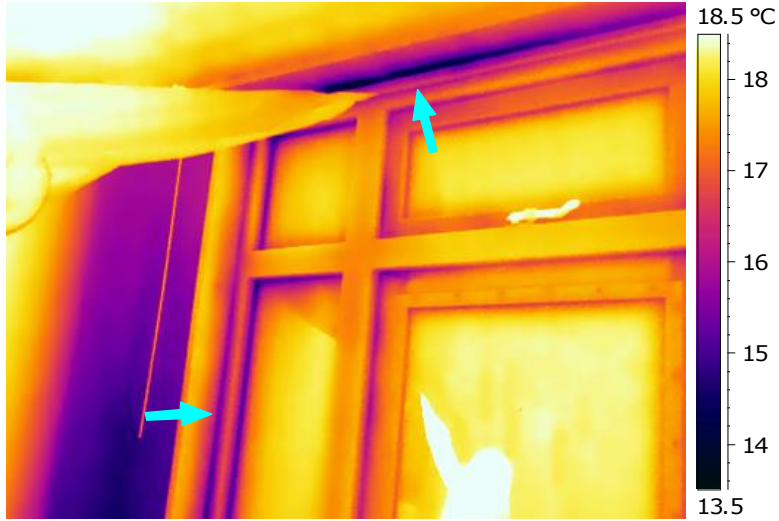
Opvallend is dat de zijmuren van de badkamer/entree/toilet 24 cm dik zijn en de voor- en achtergevel 28 cm.

Vermoedelijk is het binnenspouwblad in de zijmuren dunner uitgevoerd bij gelijke spouwbreedte.

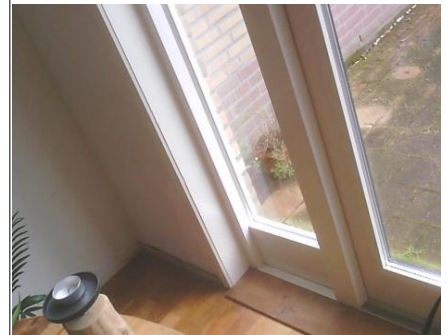
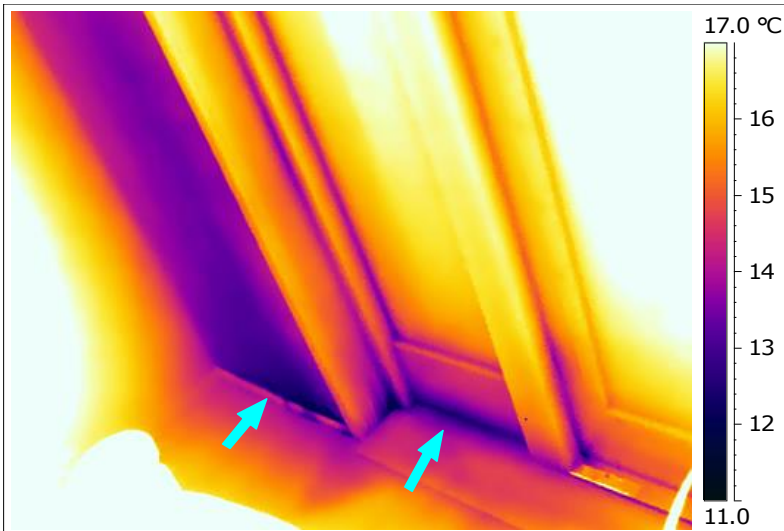
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



b)



Commentaar

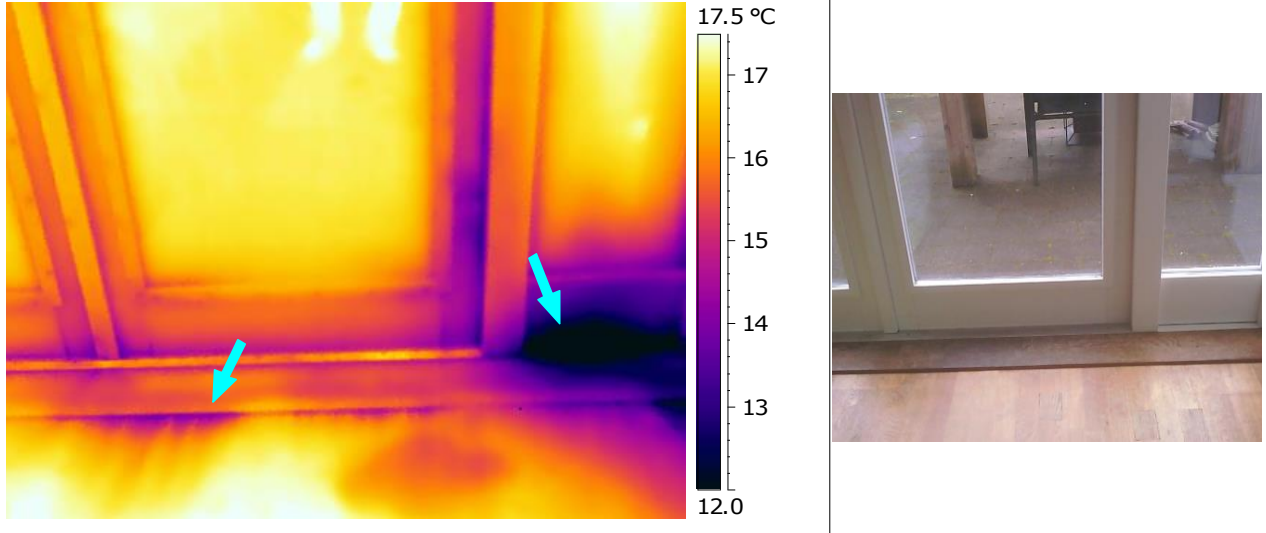
De pui tocht rondom.

Ook uit de aansluiting vloer kozijn en gevel komt koude lucht binnen.

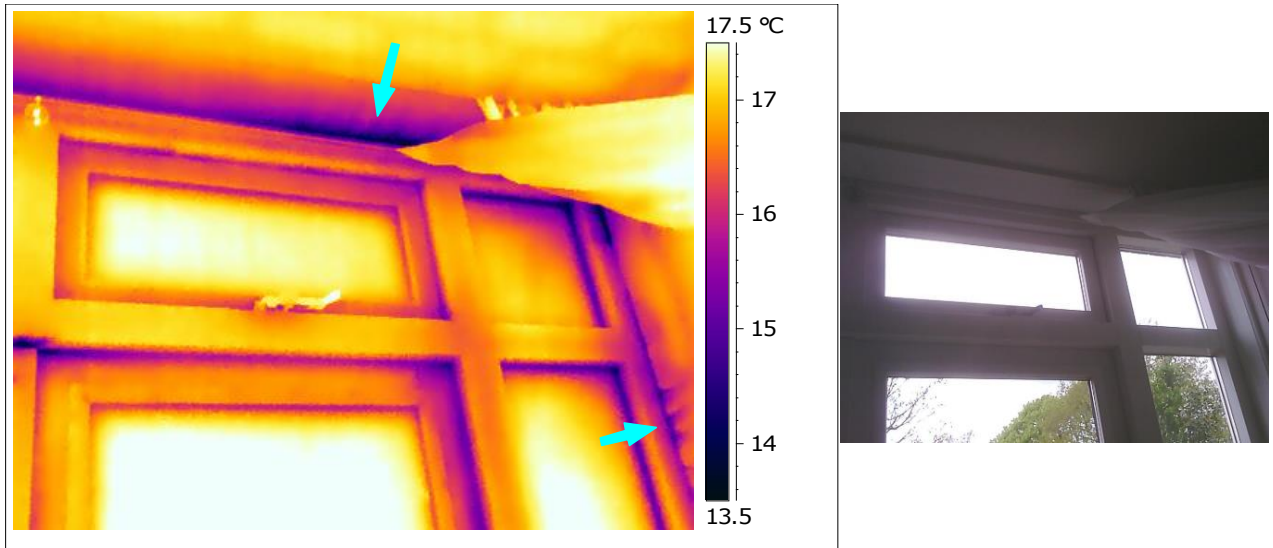
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



b)



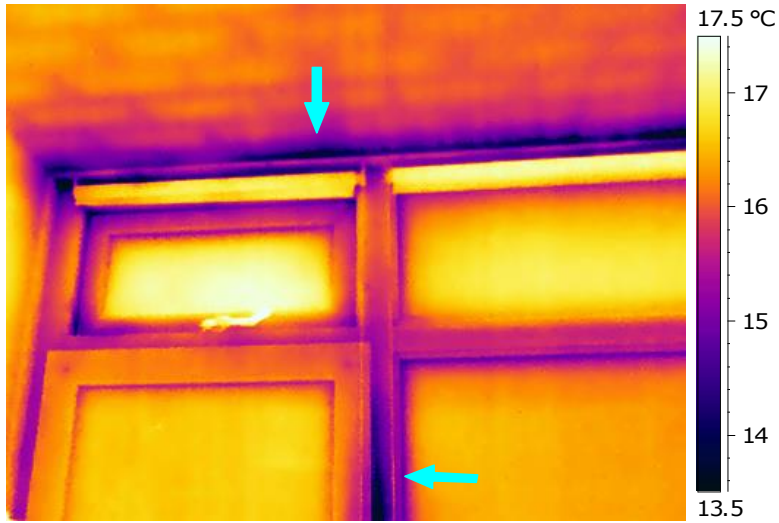
Commentaar

De pui tocht rondom. Met name op de aansluiting op de vloer. De plank bij het kozijn weghalen en daaronder afdichten en de plank terugplaatsen.

Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



b)



Commentaar

Ook deze pui tocht rondom.

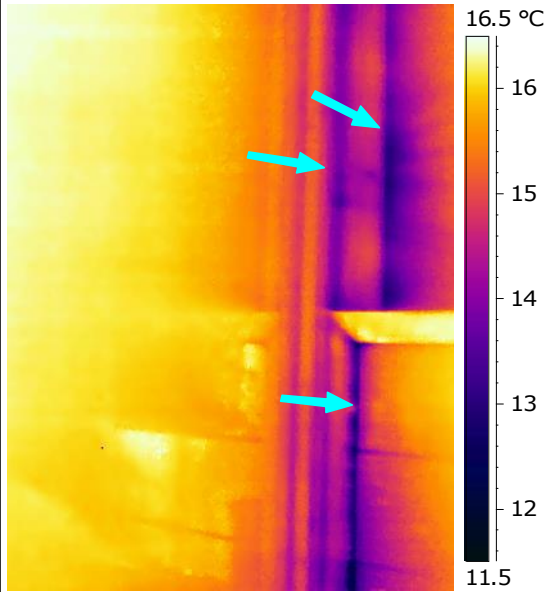
Het draaikiep raam tocht.

Op deze opnamen is goed te zien dat de verdiepingvloer uit holle baksteen bestaat.

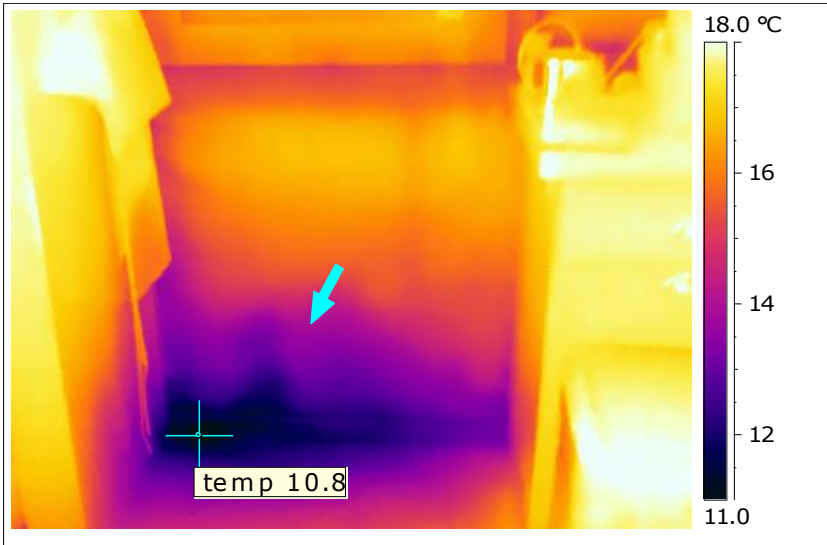
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



b)



Commentaar

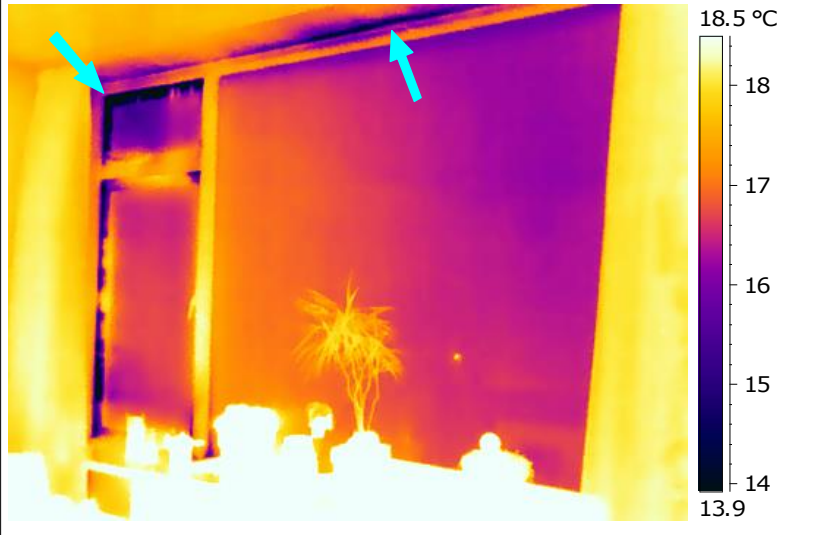
a) Hier is in detail de tocht langs het kozijn te zien.

b) Hier zat vroeger een buitendeur. De vloer loopt blijkbaar verder door naar buiten waardoor het hier koud is en een koudebrug ontstaat.

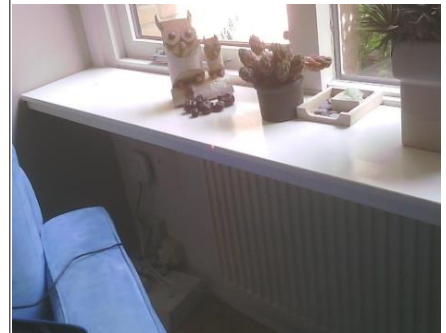
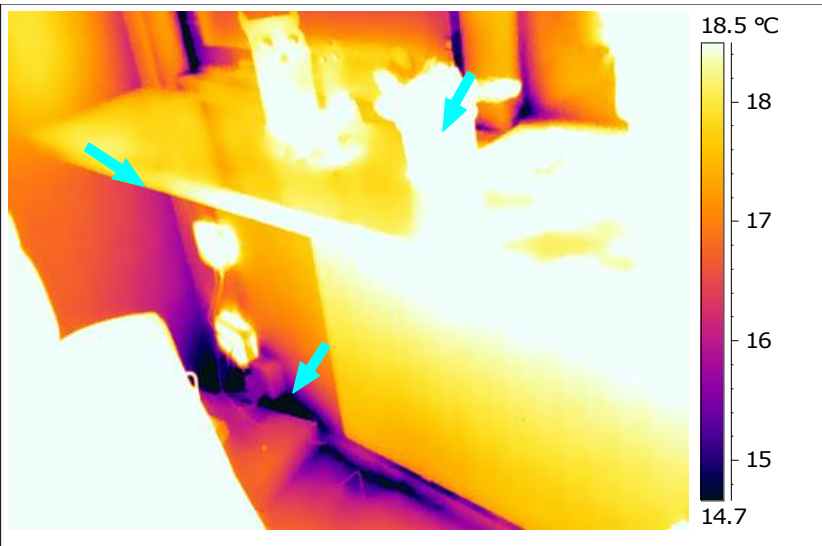
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



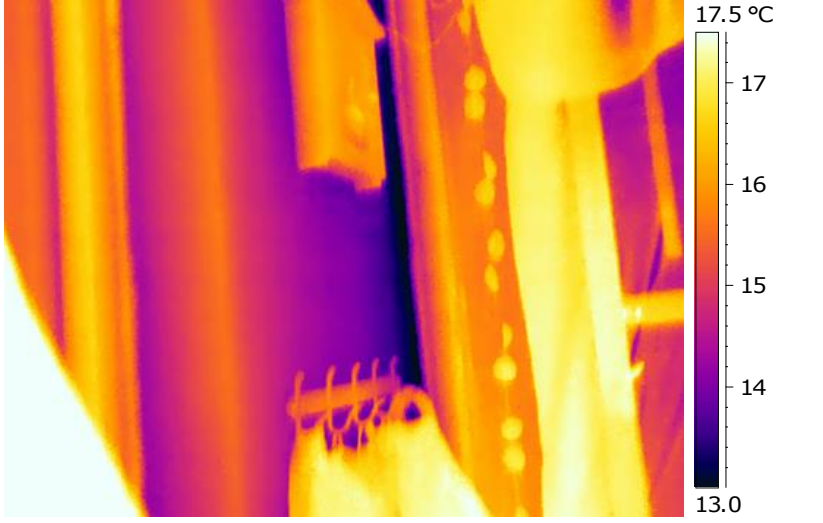

b)



Commentaar

- a) Dit is nog oud isolatieglas met loden afstandhouders in een origineel kozijn zonder tochtstrips. Wat goed te zien is aan de lucht die binnenkomt.
- b) Ook de houten borstwering onder het kozijn is origineel. Daar zal geen noemenswaardige isolatie in zitten. Vooral in de hoek koude lucht.

Thermisch opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

Commentaar

- a) De zijgevel oogt koud en is ook maar 24 cm dik. Zie hierboven bij de badkamer.
Rechts is een stuk van de blowerdoor (meetdeur) te zien.

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 m³/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