

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	5
Omschrijving van de werkzaamheden en randvoorwaarden van de metingen	6
Luchtdichtheidsmeting	6
Algemene toelichting op het onderzoek	7
Algemene opmerkingen t.a.v. de thermografische opnamen	7
Geconstateerde gebreken en advies op hoofdlijnen.....	8
Naar gasloos of hybride	14
Samenvatting advies.....	16
Thermische opnamen buitenzijde	17
Thermische opnamen binnenzijde	23
Bijlagen A: Schimmel	38

Beschrijving van de woning

De woning is gebouwd in 1972.

De begane grondvloer is een ongeïsoleerde, zogenaamde 'balkjes-broodjes' vloer. Dit is een prefab betonnen vloer bestaande uit betonliggers met daartussen holle betonelementen. Hier overheen ligt een dunne laag beton en een cementdekvloer.

De verdiepingvloer is van beton, in het werk gestort. Maar een deel van de woningen in de wijk heeft een zogenaamde Nehobo holle baksteenvloer. Dus dit zou je ook in jouw woning tegen kunnen komen. Dit zijn dunne, holle, rode elementen waarop een laag beton is gestort.

Het dak is een gordingenkap met houten delen (een soort schroten) als dakbeschot. Aan de achterzijde is in 2023 over bijna de hele breedte een dakkapel geplaatst met een kunststof kozijn met HR++ glas voorzien van zogenaamde warm edge afstandhouders. In het voordakvlak zit een Velux dakraam.

De gevels zijn:

- Spouwmuren met een spouw van 60 mm, door een vorige eigenaar nageïsoleerd met steenwol.
- De woning heeft een gemetselde schoorsteen in de kopgevel. Hier zit de gesloten, houtgestookte openhaard op aangesloten.
- De kozijnen zijn deels origineel, deels nieuw kunststof.
- Het glas is deels standaard isolatieglas, deels HR++:
 - o De originele bovenlichten zijn multiplex; $U = \text{ca. } 5,0 \text{ W/m}^2\text{.K}$.
 - o De originele buitendeuren zijn van vurenhout met een holle borstwering; $U = \text{ca. } 5,0 \text{ W/m}^2\text{.K}$.
 - o In de achtergevel op de begane grond zit gewoon isolatieglas; $U = \text{ca. } 3,0 \text{ W/m}^2\text{.K}$.
 - o De woonkamer voor heeft een kunststof kozijn uit 2015 met HR++ glas spouw 15 mm; $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{.K}$.
 - o Het glas op de eerste verdieping is in 2007 vervangen door HR++ spouw 15 mm; $U = \text{ca. } 1,1 \text{ W/m}^2\text{.K}$.
 - o De nieuwe kunststof kozijnen in de dakkapel en badkamer hebben HR++ glas, spouw 15 mm; $U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{.K}$. Door de kunststof i.p.v. metalen afstandhouders in het glas blijven de randen mooi warm.
 - o Het Velux dakraam op zolder heeft standaard isolatieglas; $U = \text{ca. } 3,0 \text{ W/m}^2\text{.K}$.

N.B. bovenstaande isolatiewaarden zijn geschat. De spouwbreedte tussen het glas bepaald, met de coating en gasvulling, de isolatiewaarde van het glas. HR++ heeft een $U \leq 1,2 \text{ W/m}^2\text{.K}$. HR+ heeft een $1,3 \leq U \leq 1,6 \text{ W/m}^2\text{.K}$.

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	3,5 m ² .K/W
Spouwmuur	1,6
Begane grondvloer	0,5

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 natuurlijk geventileerd. Het toilet heeft geen ventilatie.
Alleen in de keuken zit een ventilatierooster in het glas.
De kamers worden geventileerd door een raam open te zetten.
De afzuigkap blaast naar buiten via een gevelrooster met weinig doorlaat.

Gasverbruik vorig jaar 1450 m³
Houtstook 3 m³ eiken, dit is gelijk aan ca. 600 m³ gas
Dus totaal ca. 2050 m³ gas(equivalent)/jaar
Er wordt elektrisch gekookt.
De woning heeft nog geen zonnepanelen.

Meetgegevens

Bezoekdatum 22-04-2024

Bouwdetails (opgemeten)

Netto inhoud van het gebouw **300 m³**
Verwarmd vloeroppervlak **124 m²**

Weersgesteldheid:

Tijd	6.12 u	10.10 u
Buitentemperatuur	1,3 °C	7,7 °C
Luchtvochtigheid	97 %	73 %
Windsnelheid	2 m/sec	2 m/sec
Windrichting	NW	NW
Luchtdruk	1026 hPa	1026 hPa
Binnentemperatuur	20 °C	20 °C
Luchtvochtigheid	50%	50%
	licht bewolkt	licht bewolkt

Meetapparatuur:

Thermografische camera: Flir E95
Blowerdoor (meetventilator) Retrotec 6000
Drukmeter Retrotec DM32

Omschrijving van de werkzaamheden en randvoorwaarden van de metingen

Om 6.45 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 18-20°C verwarmd, zodat er tussen binnen en buiten een mooi temperatuurverschil was.

De blowerdoor (meetventilator) is opgesteld in de voordeur. De ventilatie in de badkamer en het rooster van de afzuigkap zijn afgeplakt.

Met de blowerdoor is de woning op 50 Pa onderdruk gebracht en vervolgens is de hele woning opgenomen met de warmtebeeldcamera.

Aan het eind van het onderzoek is de luchtdichtheid gemeten. Dit geeft een indruk hoe de woning is gebouwd t.o.v. andere woningen.

Luchtdichtheidsmeting

De luchtdichtheid van de woning is bij de meting bepaald op $q_{v10}^* = 2,0$ l/sec/m² en de $n_{50}^{**} = 8,4$ x de inhoud/uur. *Zie toelichting hieronder.*

Dit geeft een indruk hoe luchtdicht de woning is gebouwd. Je zou ook kunnen zeggen hoe tochtig de woning is. **Tocht** zorgt voor onnodig warmteverlies, maar ook voor discomfort. Bijvoorbeeld koude lucht die over de vloer trekt of ons in de nek waait. Reden om de kachel nog een graadje hoger te zetten. Geregeld hoor ik 'maar tocht is toch juist goed, dat zorgt voor frisse lucht'. Alleen tocht kunnen we niet regelen en frisse lucht door **ventilatie** wel! Per persoon hebben we 25-30 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 misschien wel 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 de luchtdichtheid kan aanzienlijk verbeterd worden, wat het comfort verbetert en het energieverbruik naar beneden brengt.

** In Nederland bepalen we voor de **luchtdichtheid** de q_{v10} . Dit is de luchtlekkage bij 10 Pa drukverschil over de schil, gerelateerd aan het gebruiksoppervlak van de woning. 10 Pa is de gemiddelde windsnelheid in Nederland, te weten 2-3 bft. De q_{v10} wordt aangegeven in l(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 mij duidelijk hoe de woning is gebouwd, waar en hoe de woning is geïsoleerd en waar warmte weglekt. Uiteraard aangevuld met wat de bewoners over de woning vertellen 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 lijzijde van de woning zal onderdruk ontstaan, waardoor daar warme lucht uit de woning wordt gezogen. Dit is op de thermografische opnamen van de buitenzijde ook te zien.

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



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

Geconstateerde gebreken en advies op hoofdlijnen

Geconstateerde gebreken nader bekeken:

Cursief staan eventuele oplossingen aangegeven.

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

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

Luchtdichtheid

De grootste luchtlekkages zitten in het dak. Daar is dan ook veel winst te halen zowel qua energieverbruik als qua comfort.

Dit zou mijn eerste prioriteit hebben. Dat moet dan wel in combinatie met het aanleggen van een goed ventilatiesysteem in de ruimten waar geleefd wordt.

Het dakbeschot bestaat uit houten delen. Tussen de houten delen zitten veel kieren waardoor veel warmte in de vorm van warme lucht naar buiten gaat. Ook in de aansluitingen van het dak op de bouwmuren en gevel en rond de dakdoorvoer van de c.v. ketel komt flink warme lucht naar buiten. Ook rond de grote pijp in het dak aan de voorzijde (de ventilatie van de badkamer) ontsnapt warme lucht. Een woning is te zien als een schoorsteen. Deze woning heeft een open trappenhuis vanaf de voordeur tot de zolder(kamer). Warme lucht stijgt op en drukt tegen het dak en ontsnapt via de openingen in het dak. 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 😊.

De grootste luchtlekken zijn:

- De bewoner is bezig om het **pannedak** aan de binnenzijde te isoleren met 65 mm **isolatiefolie** Rd 3,5 en dit af te werken met kant en klaar afgewerkte gipsplaten (fabr. Agnes One Step). De isolatiefolie is niet afgeplakt op de omliggende bouwdelen, waardoor warme lucht naar buiten kan ontsnappen. Wat goed te zien is op de thermografische opnamen.

Belangrijk is dat het dak aan de warme kant volledig luchtdicht is. Dat betekent een gesloten luchtdichte laag aan de binnenkant aanbrenge. De isolatiefolie zelf is damp- en luchtdicht doordat die uit vele dichte folielagen bestaat. Waar deze folie echter tegen muren, balken, gordingen, etc. aanloopt moet de folie hieraan vastgeplakt worden. Met speciale luchtdichtingstape en/of luchtdichtingskit. Bijvoorbeeld van Siga, Beta, Meuwissen of Illbruck. Dit is oplosmiddelvrije tape die niet verouderd en na 50 jaar nog net zo goed plakt. Op stuc- en metselwerk moet eerst een primer worden aangebracht voor een optimale hechting van de tape.



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

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

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

In plaats van **isolatiefolie** kan ook met minerale wol of pir platen geïsoleerd worden.

- Het dak en de zijwangen van de dakkapel zijn aan de binnenzijde met 80 mm pir geïsoleerd. Dit is bouwfysisch kritisch omdat de isolatie aan de warme kant zit waardoor het dakbeschot in de winter koud is. Hierdoor kan vocht dat in het plafond komt tegen het dakbeschot aan condenseren. Belangrijk is dat het vocht dat vanuit de warme woning naar buiten wil wordt tegengehouden door een volledig gesloten en luchtdicht aangebrachte folie die aan de binnenkant is aangebracht.
- **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 koelt ook de onderliggende ruimte af. Het is dus belangrijk om dakisolatie door te trekken achter de knieschotten, zeker als hier c.v. leidingen lopen. Daarbij de eerder beschreven folie, die aan de binnenzijde over de isolatie komt, vastplakken aan de binnenzijde van de gevel. Zodat het dak een dichte laag vormt met de gevel.
- Een andere optie om de trek in het huis te verminderen, is **compartimenteren**. Dat wil zeggen de woning opdelen in afgesloten verdiepingen en die verschillend verwarmen en ventileren. De eerste verdiepingvloer is van beton en daarmee luchtdicht. Dat maakt compartimenteren eenvoudiger. Door de trap op de BG af te sluiten of bovenaan de trap een deur te plaatsen blijft de warmte op de begane grond. Dat is zeker belangrijk als boven de ramen vaak open staan.
- Bij het isoleren en luchtdicht maken van het dak ook alle doorvoeren (zoals de **rookgasafvoer**) en het Velux **dakraam** luchtdicht aansluiten op de hierboven genoemde folie.
- In de koof in het toilet is koude lucht te zien. Hierin loopt de riolering vanuit de kelder naar boven, vermoedelijk tot door het dak. De grote stalen pijp net boven de goot aan de voorzijde is de ventilatie van de badkamer. Ook langs deze dakdoorvoer gaat warme lucht naar buiten. Bij het isoleren van het dak beide doorvoeren luchtdicht inplakken.
- In de meterkast zit rond de nutsleidingen een behoorlijk gat in de houten vloer. Dit geeft ongewenste luchtuitwisseling met de kruipruimte (vocht, radon, luchtjes) en dus ook warmteverlies. Dit gat afdichten met een plaatje multiplex en flexpur.

De (spouw)muren

- De spouw van woning is 60 mm en door de vorige bewoners na-geïsoleerd met steenwol. Het thermografisch beeld van de gemetselde gevels is behoorlijk egaal, wat er op duidt dat de

spouw overal goed gevuld is en de isolatie niet is uitgezakt. Met de endoscoop is geconstateerd dat de pakking redelijk is.

Op maaiveld hoogte straalt de gevel meer warmte uit dan normaal. Met de endoscoop is in de spouw gekeken. De spouw onder maaiveld blijkt vervuild. Hier zit dus geen isolatie, waardoor een thermische brug ontstaat. *Dit is alleen op te lossen door de gevel per meter open te maken en het vuil er uit te halen.*

Het warmteverlies zal groter worden als op de begane grond vloerverwarming wordt aangebracht.

- De lateien boven de kozijnen vormen koudebruggen.

Dit is niet eenvoudig te verbeteren. De beste manier om de woning vergaand te verduurzamen is om de buitengevel in te pakken. Dan worden alle koudebruggen ingepakt en luchtlekkages verholpen. Eventueel eerst het buitenspouwblad verwijderen. Maar ik vermoed dat dit te ver gaat.

De kozijnen:

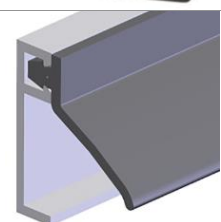
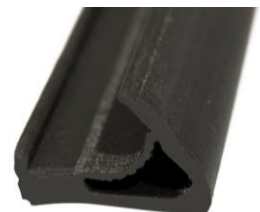
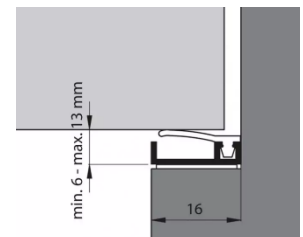
- Het kunststof **dakkapelkozijn** is in 2023 geplaatst en voorzien van uitstekend HR++ isolatieglas U-waarde 1,1 W/m².K. De kunststof afstandhouders tussen de glasbladen zorgen voor minder warmteverlies langs de randen en daar zal dus minder condens optreden dan bij de standaard metalen afstandhouders. Zie de bijlage achterin voor de toelichting. Het kozijn is helaas niet luchtdicht ingebouwd en ook het raam sluit niet helemaal. *Omdat het een nieuw kozijn betreft zou ik de aannemer/kozijnleverancier hierop aanspreken.*
- De overige houten en kunststof kozijnen tochten op sommige plaatsen zoals aangegeven bij de thermografische opnamen.
Deze naden tussen kozijn en vensterbank/muur afkitten met een goede, elastische kit. Dit kan een schilder of timmerman doen. Echter kit kan maar weinig beweging opvangen en kan (snel) kapot gaan. Beter is het daarom om deze aansluitingen met luchtdichtingstape af te dichten en hier overheen een aftimmerlat te plaatsen.
- De originele draaiende delen (buiten deuren en ramen) hebben geen tochtstrips of niet goed sluitende tochtstrips die op het kozijn gespijkerd zitten:

- o Dat zorgt voor tocht en discomfort.

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

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

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



De **buitendeuren**, behalve de voordeur, zijn vurenhouten deuren met een hardboard borstwering. Vervangen door een betere, zo mogelijk geïsoleerde deur van 54 mm dikte is een verbetering. In deze deuren kan, net als in nieuwe ramen een tochtwerend kader, dat beter afdicht dan tochtstrips in de sponning.

Om te voorkomen dat deuren krom trekken en om ze goed in de rubbers te drukken is een meerpuntssluiting aan te bevelen. Daar is een timmerman ca. 8 uur mee bezig. Een meerpuntssluiting maakt de deur ook beter inbraakwerend.

De onderzijde van naar binnendraaiende deuren (zoals de voordeur) is lastig tocht dicht te maken omdat daar geen aanslag zit waar een tochtstrip tegenaan kan sluiten. Er zijn twee mogelijkheden:

- Een valdorpel infrezen in de onderzijde van de deur. Bij het sluiten van de deur komt deze naar beneden en dicht af op de onderdorpel.



- Een borstel of rubber op de onderzijde van de deur schroeven. Deze moet dan aansluiten op de onderdorpel.



- De ramen en bovenlichten tochten flink.

Dit kan verbeterd worden door tochtstrips aan te brengen zoals hierboven beschreven.

- De multiplex panelen in de **bovenlichten** laten warmte goed door. Als de kozijnen vervangen worden zou ik elk onderraam + bovenlicht samen vervangen door een draaikiep-raam. Een andere optie is om de klepramen aan de binnen- en buitenzijde dicht te zetten met plaatmateriaal. Hiertussen isolatie aanbrengen. Deze tussenruimte licht ventileren naar buiten.

- Het glas in de eetkamer is standaard **isolatieglas** met een U-waarde van 3,0 W/m².K. Het overige glas is in 2007 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. 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 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 nog niet geïsoleerd. *Deze kan vanuit de kruipruimte geïsoleerd worden met bijvoorbeeld PIFF-isolatie, of bespoten worden met PUR of Icynene (watergeblazen PUR). Daarbij wordt ook een deel van de fundering mee geïsoleerd.*
Als er c.v. leidingen in de kruipruimte lopen deze verwijderen en binnen de isolatie aanbrengen. Of ze eventueel goed (mee) isoleren.
De kruipruimteventilatie laten herstellen door het isolatiebedrijf.
Bodemisolatie in de kruipruimte door losgestorte EPS-parels of Drowa chips is ook een optie, maar dit is minder effectief dan isolatie tegen de onderzijde van de vloer.
- De **zoldervloer** is van hout. *Als gekozen wordt voor compartimentering kan deze vloer geïsoleerd worden met minerale wol tussen vloer en plafond.*
- 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.*
- *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 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 is 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.

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.

Bij toepassen van systeem D kan de lucht eenvoudig van een goed filter worden voorzien dat fijnstof tegenhoudt (houtstook en uitlaatgassen) of zelfs pollen. Deze voordelen hebben roosters in het glas niet.

Systeem D bespaart t.o.v. systeem C zeker 200 m3 gas/jaar.

Beide systemen zijn in deze woning in te bouwen.

- *Als de woning gecompartmenteerd wordt kan de ventilatie op de BG en de ventilatie op de verdiepingen apart worden uitgevoerd. Op de BG kan dit door een **decentrale ventilatie**-unit aan te brengen. Bijvoorbeeld van Climarad. Deze levert stille, energiezuinige units met warmteterugwinning die automatisch geregeld zijn (vocht en CO2).
*Op de verdieping, waar minder geleefd wordt, kan dan geventileerd worden met zelfregelende ventilatieroosters in het glas in combinatie met centrale afzuiging van badkamer en toilet (zie ook hierboven onder 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 (verplicht vanaf 2026 bij aanschaf van een nieuwe CV-ketel) 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. Het pannendak luchtdicht maken (en meteen isoleren).
2. En (of) de woning compartimenteren.
3. De begane grondvloer isoleren.
4. Een goed ventilatiesysteem aanbrengen. Zeker als de woning luchtdichter gemaakt wordt.
5. Kierdichting ramen en deuren.
6. Luchtlekkages oplossen.
7. 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.
8. *De c.v. installatie waterzijdig laten inregelen of ruimteregeling (b.v. Honeywell Evohome) kan zowel het comfort verbeteren als energie besparen.*
9. *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.*

Isolatiewaarden:

	Huidige	nieuwbouw	minimaal gasloos
Dak	3,5 m ² .K/W	6,3 m ² .K/W	4,5 m ² .K/W
Gevel	1,6	4,7	4,5
Begane grond vloer	0,5	3,7	3,5 (hoger bij vloerverwarming)

Streefwaarde **luchtdichtheid**: q_{v10} 0,40l/sec/m² i.c.m. goede ventilatie



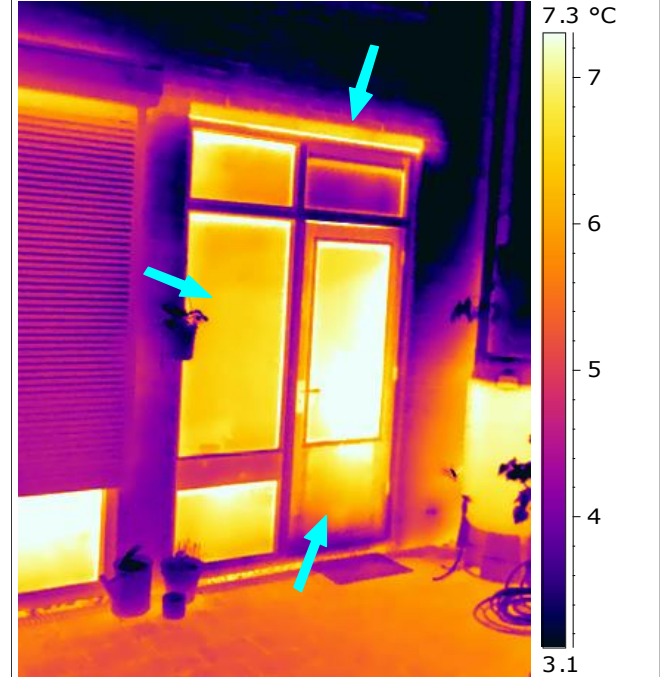

Toelichting bovenstaande waarden:

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:	Achteregevel
a)	
	
b)	
	

Commentaar

Het glas in de achteregevel is oud isolatieglas.

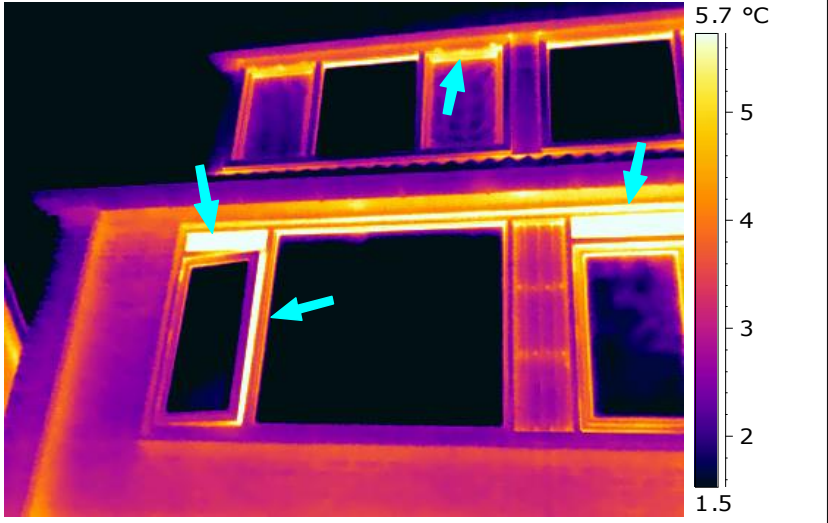

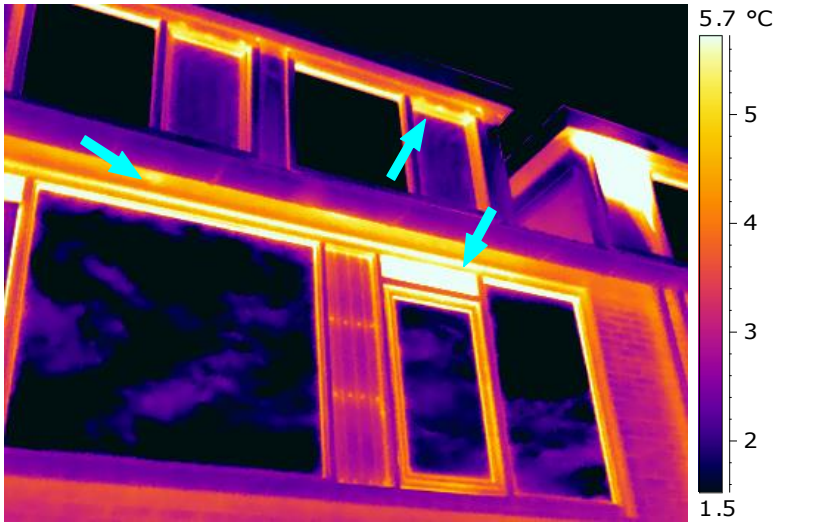

a) Het rolluik was nog gesloten. Dit houdt de warmte tegen.

Achter het warme vlak rechts zit een omtimmerde ledenradiator.

b) Boven de kozijnen zit een betonlatei.

De keukendeur heeft een holle, ongeïsoleerde borstwering.

Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

Commentaar

Het linker raam staat open.

De bovenlichten zijn van ongeïsoleerd multiplex.

Opvallend zijn de warme stroken boven de ramen van de dakkapel.

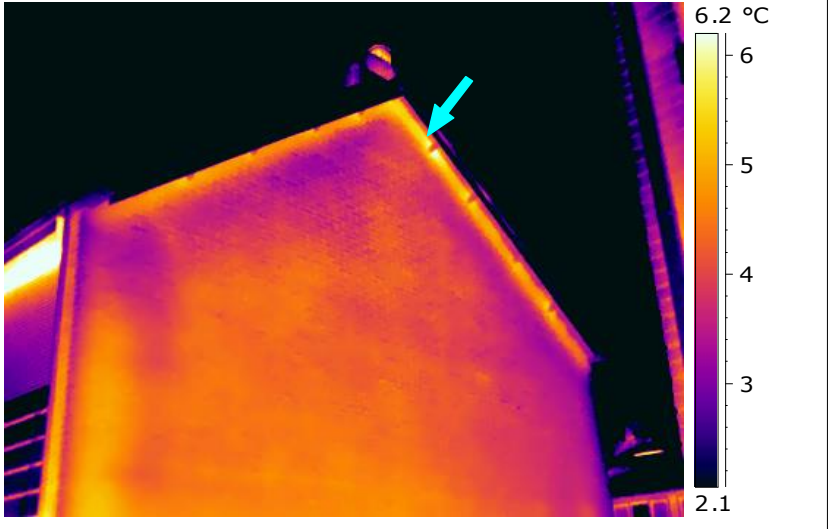

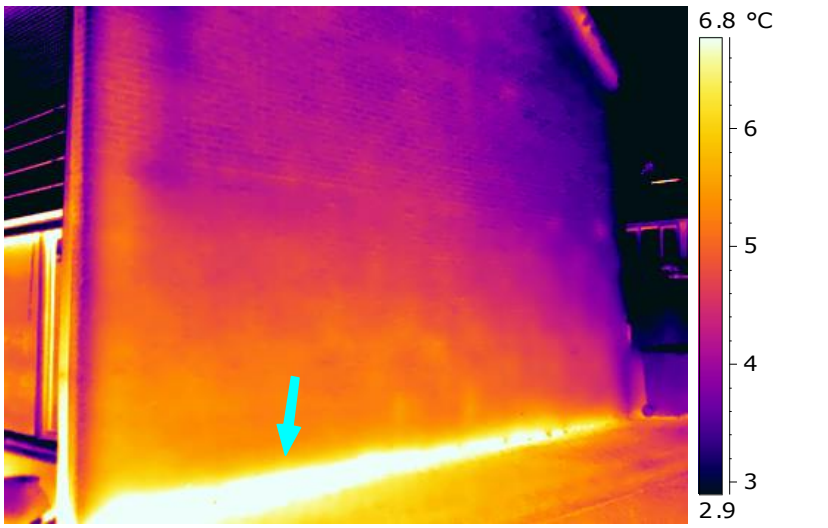

Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

Commentaar

Uittredende warme lucht langs de dakkapel. Zowel bovenaan als onder het kozijn.
 Idem bij de schoorsteen en boven de bouwmuur rechts.
 Kleine luchtlekkages bij de ramen en boven de kozijnen.

Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

Commentaar

a) Onder het dakoverstek komt warme lucht naar buiten.

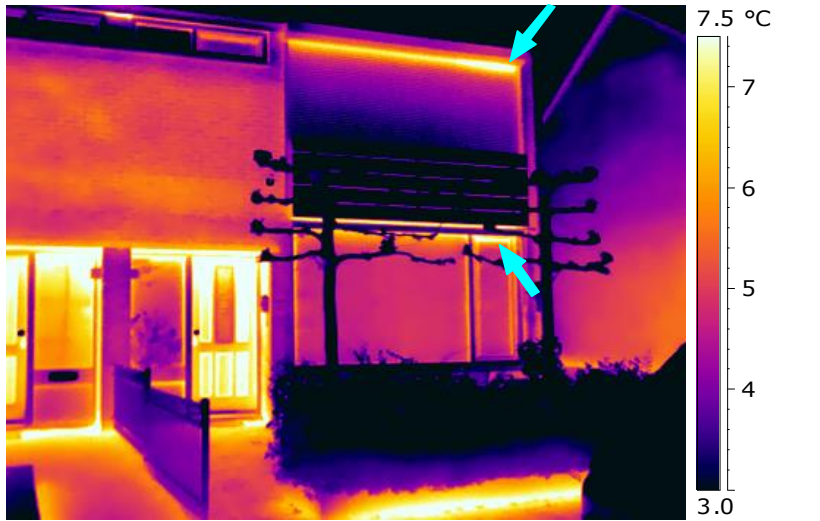
De gevel is na-geïsoleerd met steenwol. De gevel geeft een redelijk egaal beeld.

b) Ter plaatse van het maaiveld komt meer warmte naar buiten dan normaal. Dit komt doordat de spouw onder maaiveld niet met isolatie, maar met puin o.i.d. gevuld is (endoscopisch onderzocht).

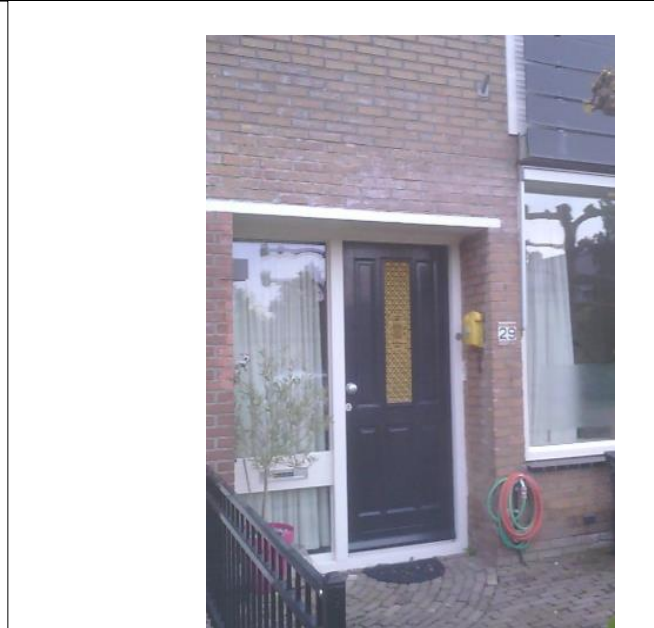
Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

a)





b)



Commentaar

- a) Het rolluik schermt het achterliggend balkon af. Het is goed te zien dat dit warmte tegenhoudt. Boven het rolluik is de gevel warmer. Idem onder het rolluik, dit is de rand van de balkonvloer
- b) De voordeur ligt terug, waardoor de warmte blijft hangen. Maar het beton boen de voordeur zal ook als warmtebrug fungeren. Dit geldt ook voor de zijmuur. De mooie paneeldeur isoleert slecht, mede door de profilering.

Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

Commentaar

a) Rond de dakdoorvoeren komt warme lucht via gaten naar buiten. Dit geldt ook voor de naad tussen het dakbeschoet en de bouwmuur.



Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

Commentaar

De zolder is geïsoleerd met isolatiefolie. Deze is niet luchtdicht aangebracht. Hier is goed te zien hoe belangrijk dit is. Doordat de hele woning nu op onderdruk staat komt er via alle naden en kieren koude lucht naar binnen. Normaal gesproken zal er in het dak door overdruk op zolder juist warme lucht naar buiten ontsnappen.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

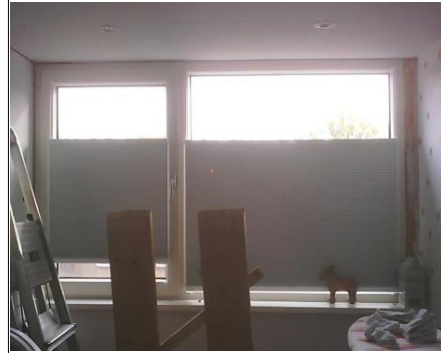
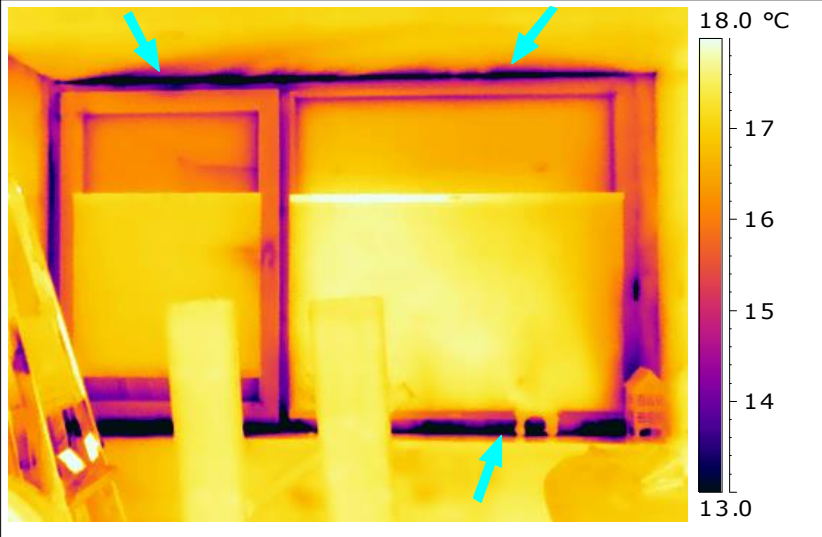
Commentaar

- a) Ook rond het kozijn is tocht zichtbaar.
- b) Tocht via de naden en kieren rond de gipsplaten.
Idem uit de aftimmering rond het dakraam.
De koude lucht zit ook achter de knieschotten

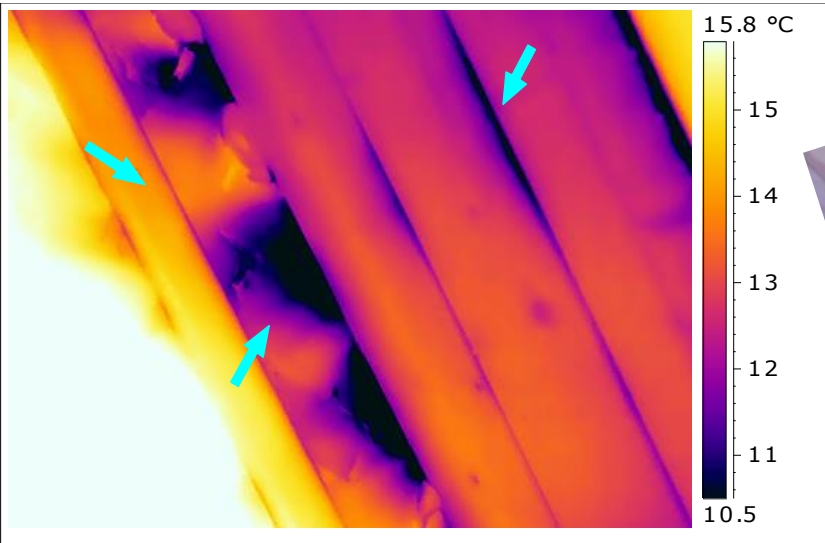
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



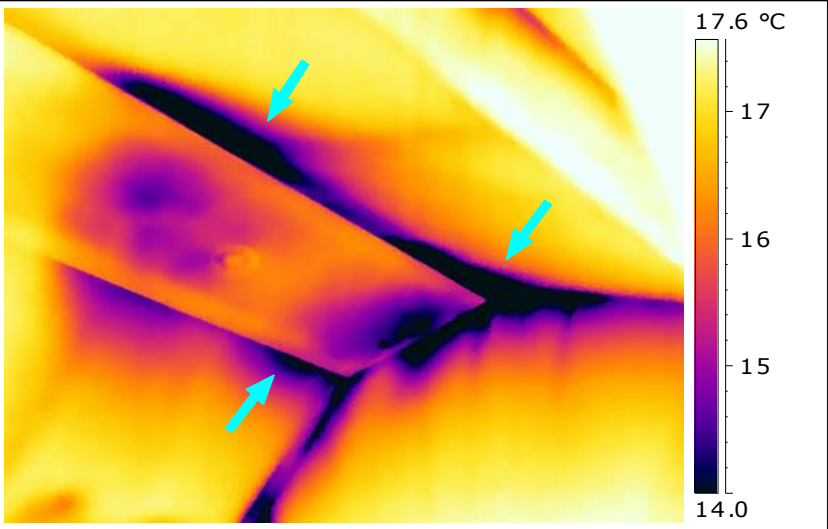

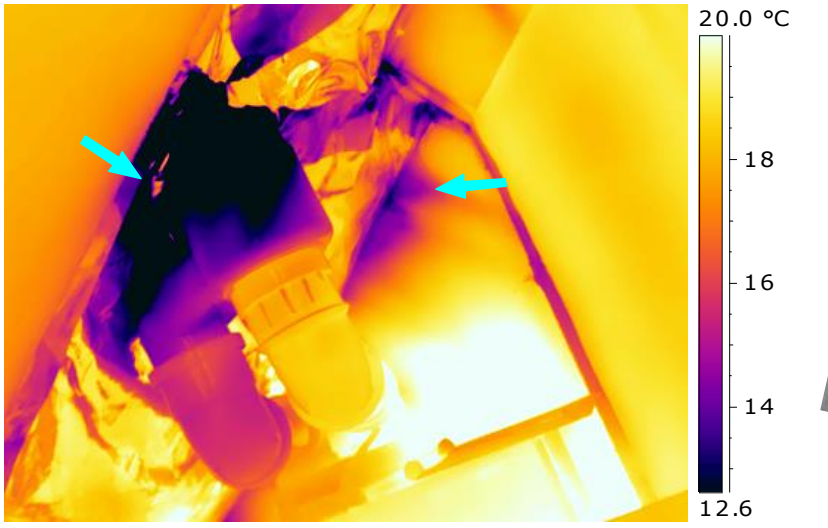

b) Kale muur en kaal dakbeschot boven de wasmachine



Commentaar

- a) Het kunststof kozijn tocht rondom behoorlijk.
- b) Het hele dakbeschot bestaat houten delen met daartussen kieren. Via de kieren kan warme lucht ontsnappen. De bouwmuur bestaat uit kalkzandsteen. Deze loopt door tot onder de pannen. Metselwerk is alleen luchtdicht als het gestuct is. Dit verklaart de warmte die op de opname buiten te zien is t.p.v. de bouwmuur.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

Commentaar

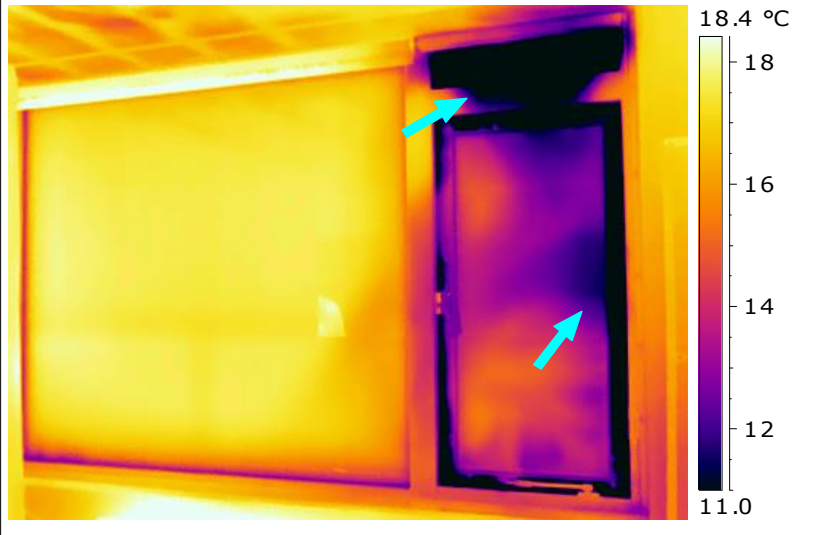
a) In de nok zit een brede naad in de afwerking, waardoor veel koude lucht binnen komt.

b) Hier is de isolatiefolie goed zichtbaar. Deze moet luchtdicht aangesloten worden op de rookgasafvoer en de bouwmuur. De open naden verklaren waarom er aan de buitenzijde zo'n mooie warm vlek in het dak zichtbaar was.

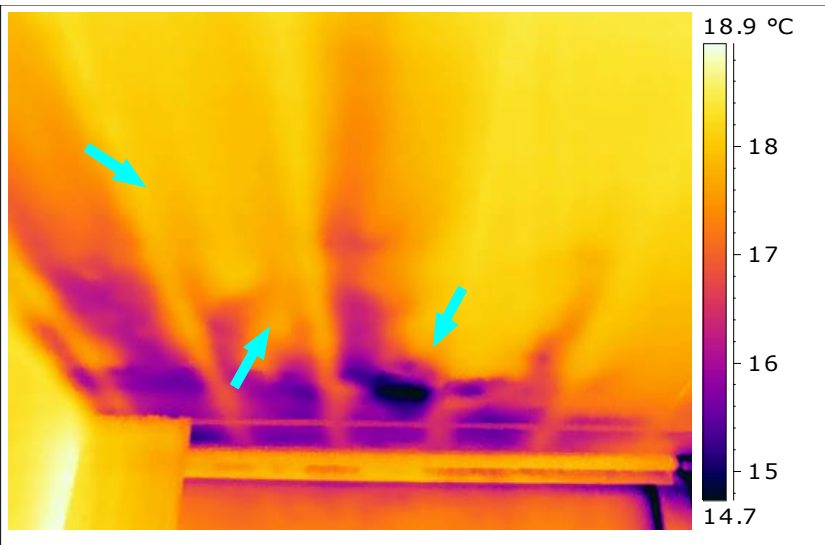
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



b)



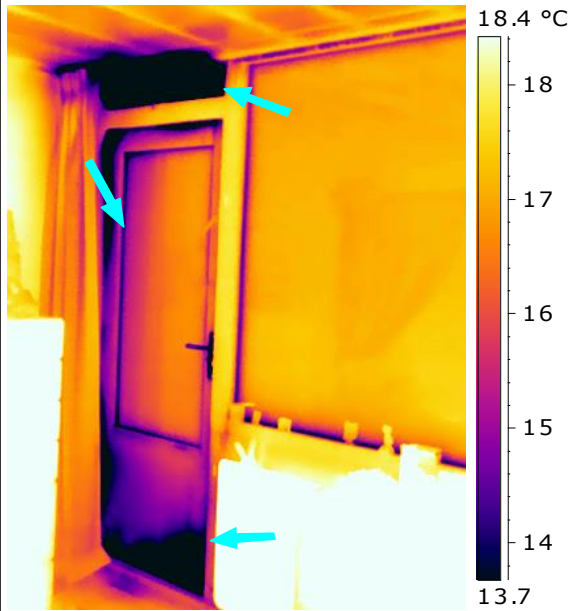
Commentaar

- a) Het raam en bovenlicht hebben geen tochtstrip, waardoor er veel koude lucht binnen komt.
- b) In het plafond (= vloer van de zolder) komt koude lucht binnen uit het dak. Het dak achter de knieschotten bestaat immers ongeïsoleerde en kierende houten delen. Zie de eerdere opname.

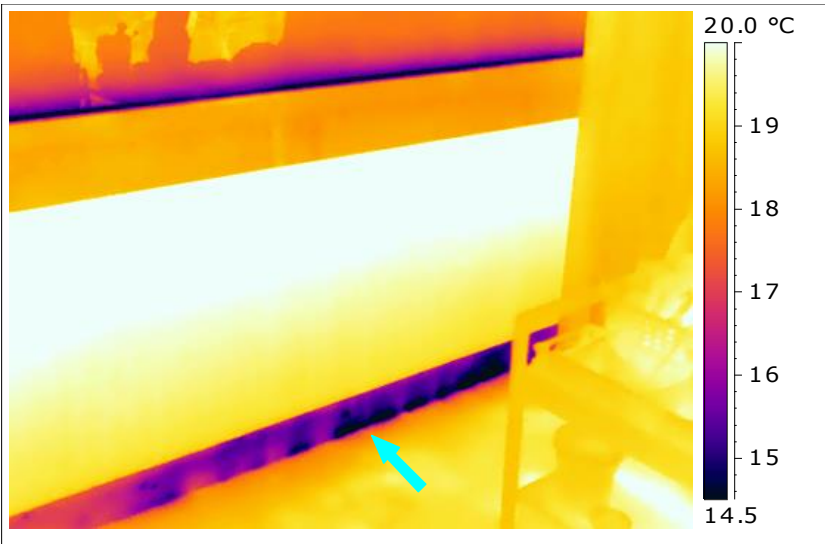
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Balkonkamer voorzijde 1 ^e verdieping

a)



b)



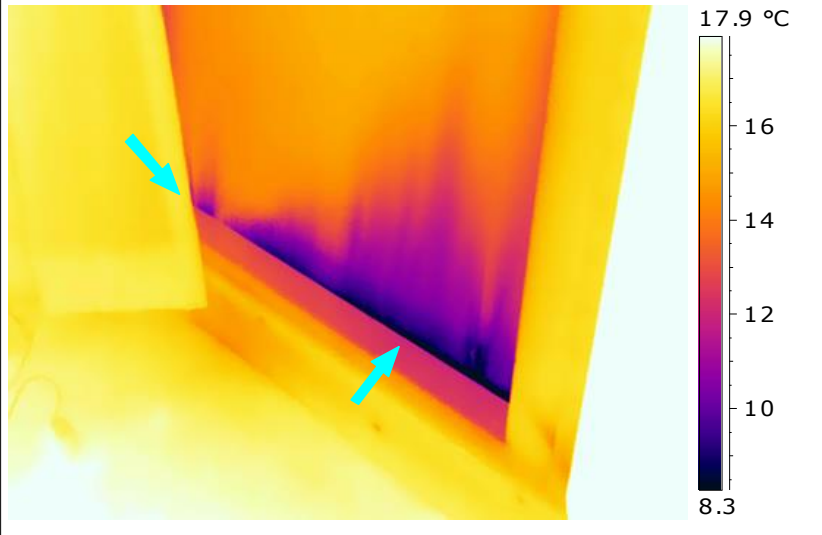
Commentaar

- a) Ook hier tochten de deur en het bovenlicht flink door het ontbreken van tochtstrips.
- b) De borstwering lijkt niet geïsoleerd en tocht in de aansluiting op de (balkon)vloer.

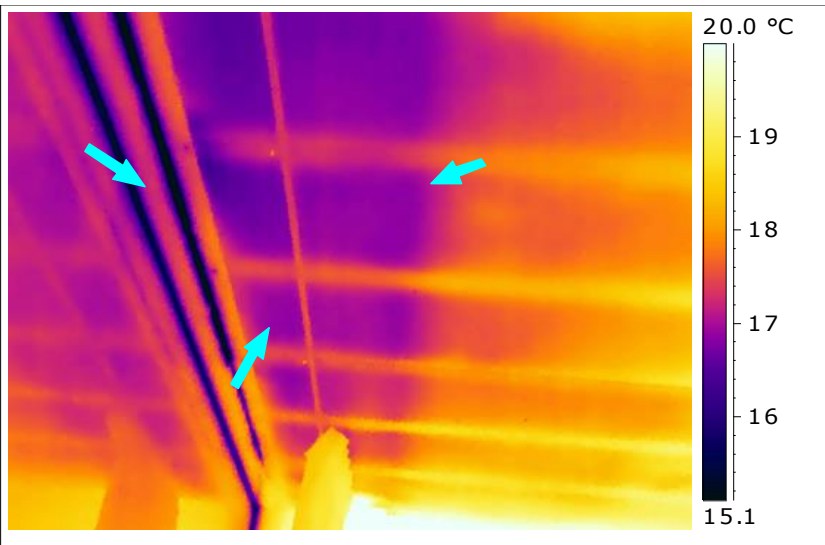
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Balkonkamer voorzijde 1^e verdieping

a)



b)



Commentaar

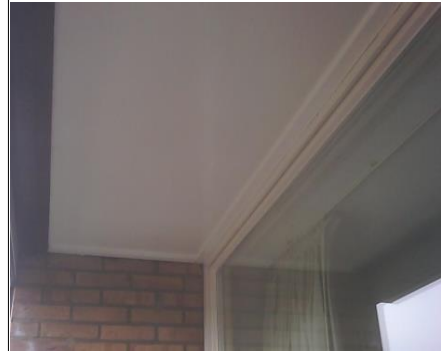
a) De borstwering heeft een forse kier.

b) De blauwe baan is de ruimte achter het knieschot, waar het koud is doordat het dak ongeïsoleerd is en tocht. Dit wordt in de balkonkamer versterkt doordat het plafond vanuit de kamer doorloopt buiten, naar boven het balkon.

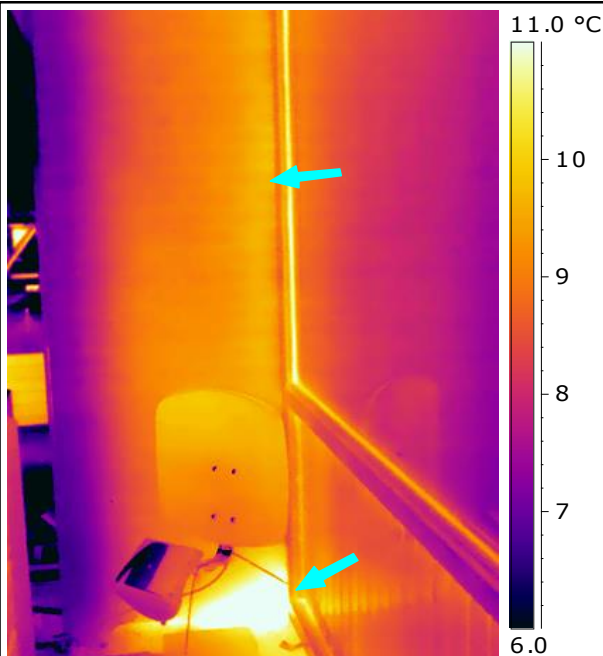
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



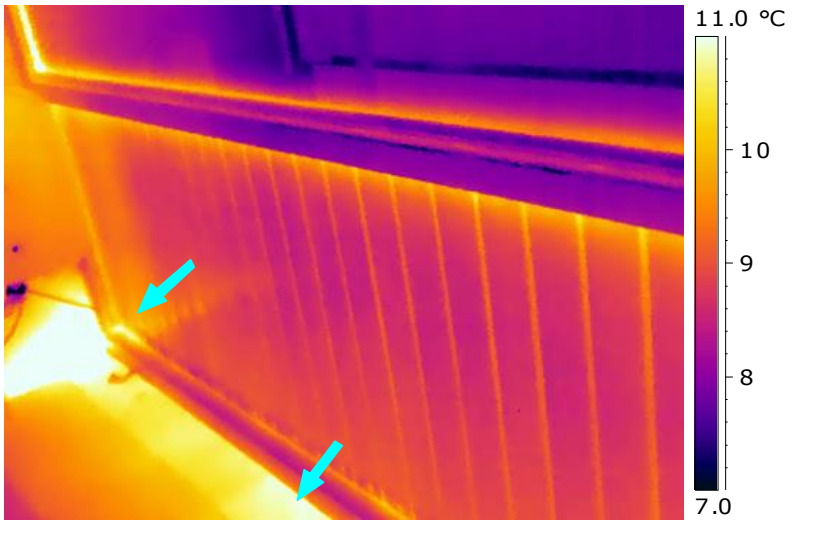

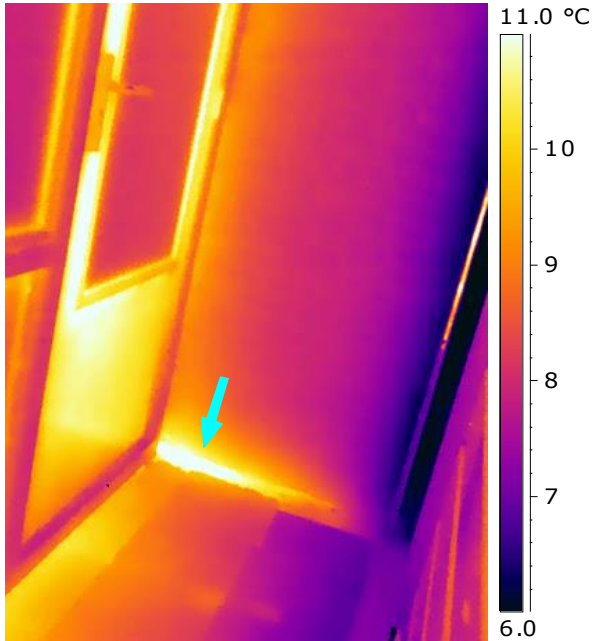

b)



Commentaar

- a) Doordat de ruimte achter het knieschot koud is (zie vorige opname) is ook het buitenplafond koud.
N.B. de warme rand in het isolatieglas is de metalen afstandhouder tussen de glasbladen. Deze werkt als thermische brug.
- b) De tussenmuur binnen wordt buiten een spouwmuur. Of dit een thermische brug vormt is moeilijk te zeggen, omdat de zijmuur relatief warm is. Dit komt doordat tot 2 uur daarvoor het rolluik dicht was en de warmte tegenhield.
In de binnenhoek loopt de betonnen vloer door van binnen naar buiten.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

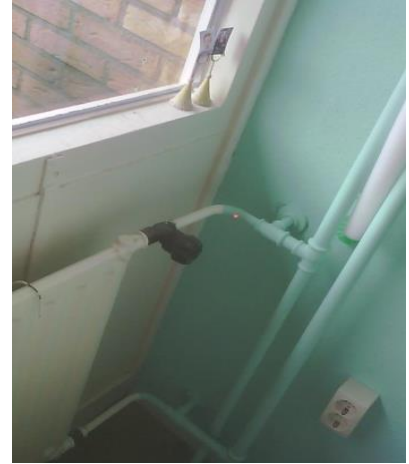
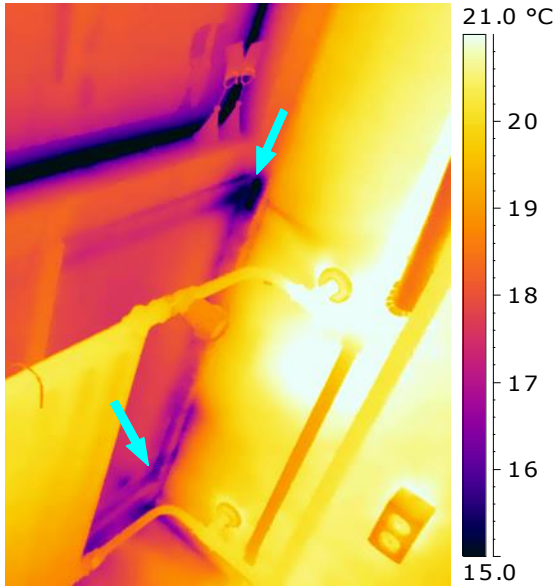
Commentaar

- a) Links weer de warme binnenhoek. Ook de balkonvloer onder de borstwering is warmer.
- b) Ook deze binnenhoek is een thermische brug.
De balkondeur is deels van ongeïsoleerd board.

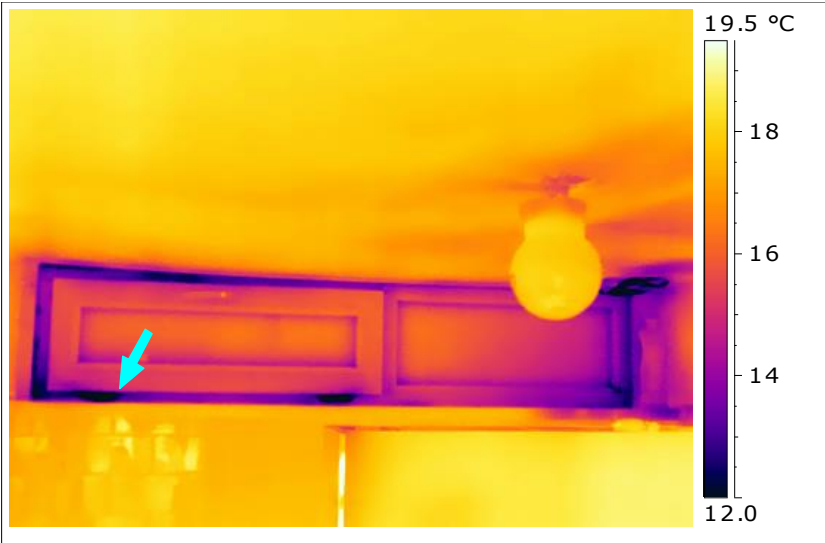
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a) Balkonkamer



b) Badkamer



Commentaar

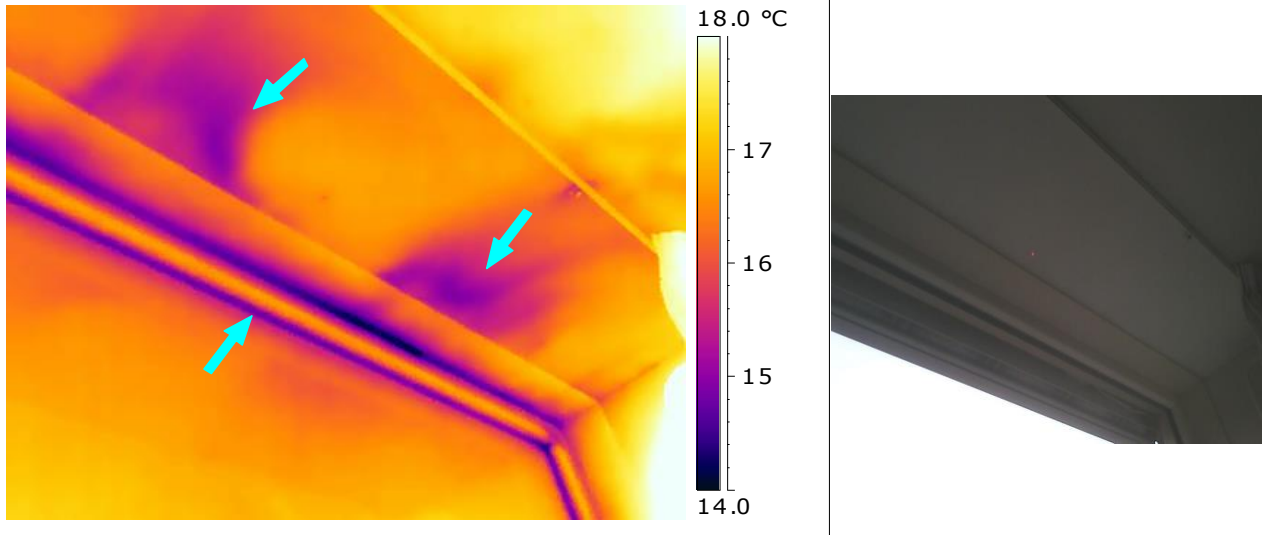
a) Tocht in de borstwering.

b) Het badkamerkozijn is een nieuw kunststof kozijn. Het raam tocht iets.

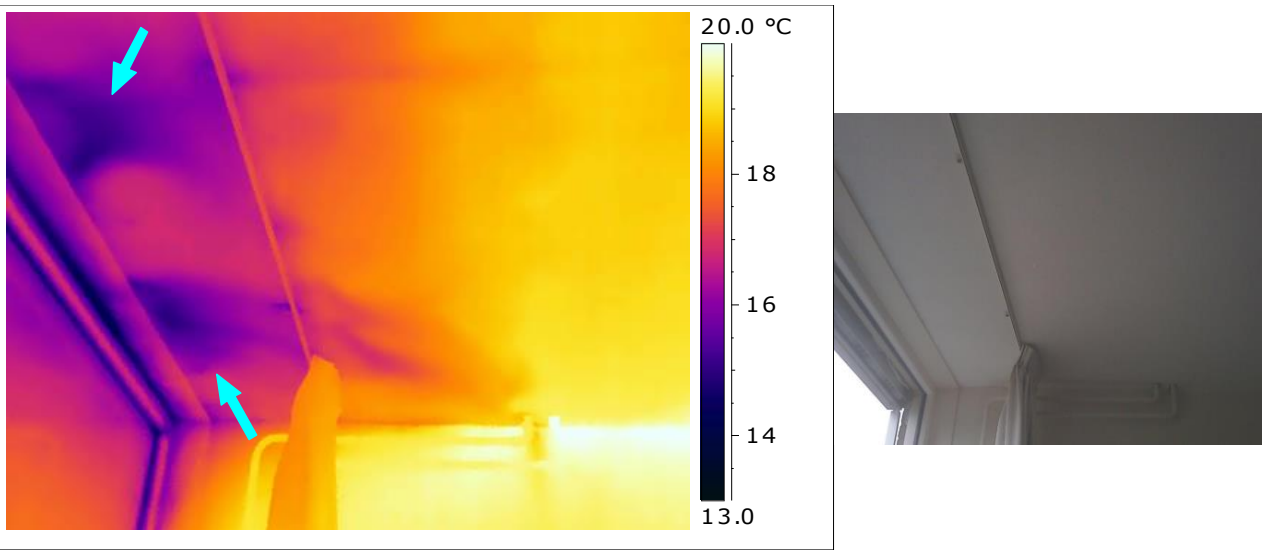
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)





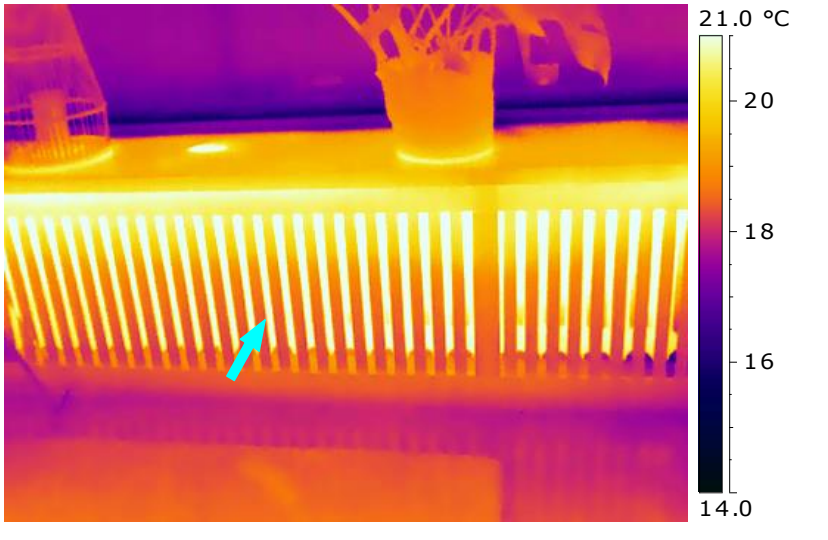

b)



Commentaar

Koude lucht in de aftimmerstrook onder het balkon. Koude lucht komt via de aansluiting gevel-balkon naar binnen.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

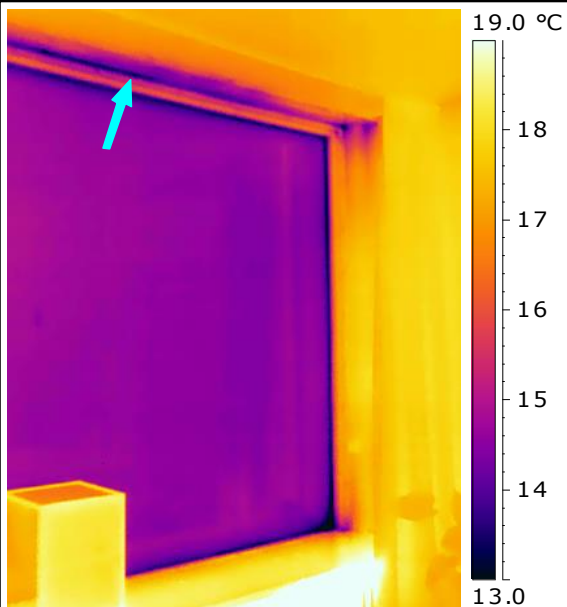
Commentaar

- a) Het raam in het kunststof kozijn tocht aan de bovenzijde.
- b) De warmte van de ledenradiatoren blijft onder de ombouw hangen. Sleuven maken in de vensterbank verbetert de uitstroom van de warme lucht. Daarmee verdwijnt niet alleen minder warmte via de gevel naar buiten. Ook zal de warme lucht verder de kamer in komen en de kamer daarmee egaler verwarmen.

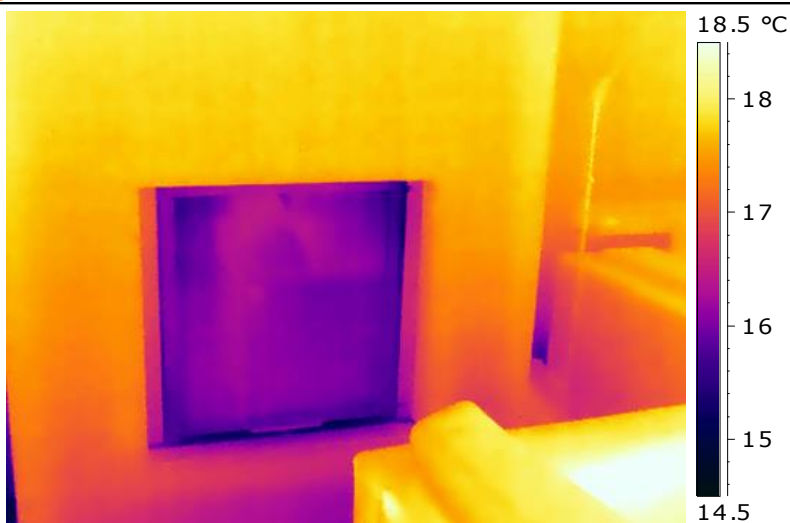
Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

a)



b)



Commentaar

- a) Thermische brug door de betonlatei boven het raam.
- b) De gesloten haard is netjes luchtdicht ingebouwd.

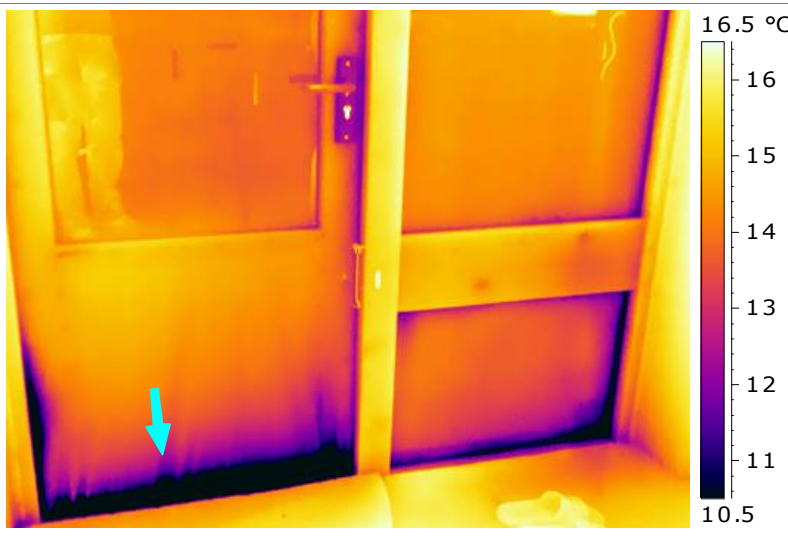
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)

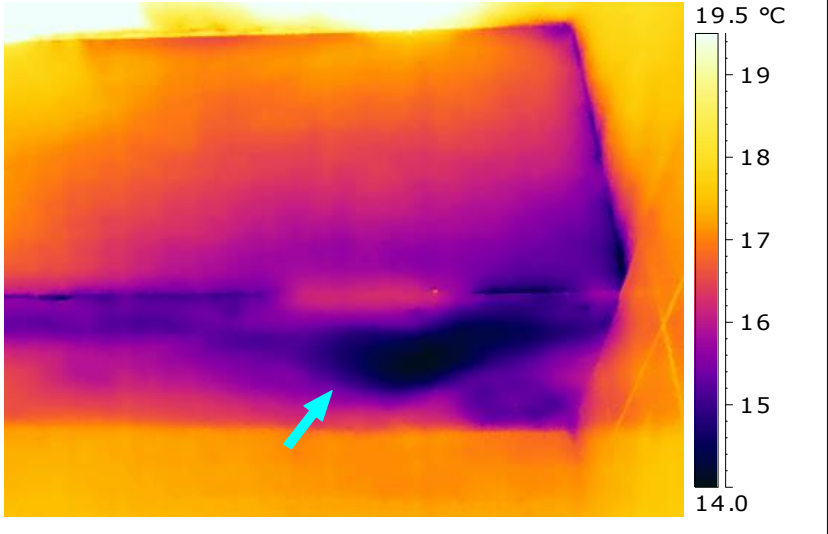

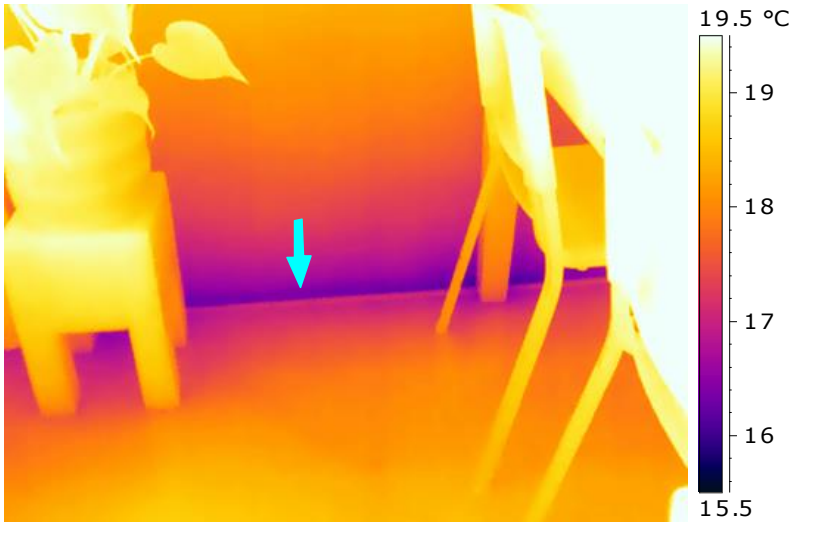



b)



Commentaar
De keukendeur tocht.
Boven de deur zit een ventilatierooster.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

Commentaar

- a) In deze koof zit het riool, dat door loopt tot op de zolder. De koude lucht in de koof komt waarschijnlijk hier vandaan.
- b) Uit de kruipruimte lijkt geen lucht te komen.

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