

Daklicht van serre of uitbouw beter isoleren

Het glazen dak, koepel of lichtstraat van een aanbouw na-isoleren



Abstract: Maatregelen ter verbetering van de isolatie van het daklicht, lichtkoepel of lichtstraat van een keuken, serre of aanbouw door de toepassing van een extra HR⁺⁺ ruit of meerdere raam- of kozijnfolies of acrylplaten of plissé aan de binnenkant, waardoor de isolatiewaarde van de constructie sterk verbeterd wordt. Schetsen van oude en nieuwe situaties. Isolatie aspecten van lichtkoepels en verbeteropties.

Inhoud

1. Serre of aanbouw	3
2. Beter isoleren horizontale (dak)ruiten of koepels	6
3. Bestaande lichtkoepel beter isoleren	12
4. Raam of Kozijnfolie	14
5. Beter isoleren van de verticale ruiten	17
6. Tweedubbel verticaal glas of dubbele dakramen op de volle zon.	19
7. Een HR ⁺⁺ ruit onder een lichtstraat aanbrengen	21
8. Speciaal geval	23
9. Samenvatting	24

Zie ook op www.nienhuys.info :

Document: "101-Soorten-Glas" en glasoplossingen voor kozijnen of deuren.

Document: Vergelijking van isolatiewaarden van ruiten en terugverdientijden.

Document: Glastype dunne ruiten in stoeltjesprofielen.

Document: Bovenlicht of trapraam beter isoleren.

Document: Twee-dubbel glas.

Betekeningen.

Ug in W/m².K of Watt per (m² x Kelvin) = Uitgangswaarde van het glas. Gebruikt door glashandel.

Rg in m².K/W of (m² x Kelvin) / Watt = isolatiewaarde van het glas. Gebruikt in dit document.

Rc in m².K/W of (m² x Kelvin) / Watt = isolatiewaarde van het constructies. Algemeen gebruik.

Rd in m².K/W of (m² x Kelvin) / Watt = isolatiewaarde van materialen. Algemeen gebruik.

Het is echter duidelijker wanneer de dikte van het materiaal wordt aangegeven zoals Rd_{10 cm}. Dat is dan de Rc-waarde van 10 cm dikte.

Het warmteverlies van een constructie of oppervlak wordt bepaald door drie factoren:

1. Het oppervlak. Hoe groter het oppervlak hoe meer warmteverlies.
2. Het temperatuurverschil tussen binnen en buiten. Een woonkamer heeft in de winter vaak een hogere temperatuur dan een slaapkamer of zolder en zal dus meer warmte verliezen.
3. De isolatiewaarde van de scheidende constructie tussen binnen en buiten. Hoe hoger de Rc-waarde is hoe beter het isoleert. Over het algemeen hebben de ramen en deuren de laagste isolatiewaarden in de bouw.

Warme lucht stijgt op. Het plafond zal dus vaak warmer zijn dan de vloer. Daarom is er vaak meer warmteverlies door het dak dan door de begane grondvloer. Omdat men op de begane grond vloer loopt en contact maakt wordt dat echter het beste gevoeld. Dat is een kwestie van comfort.

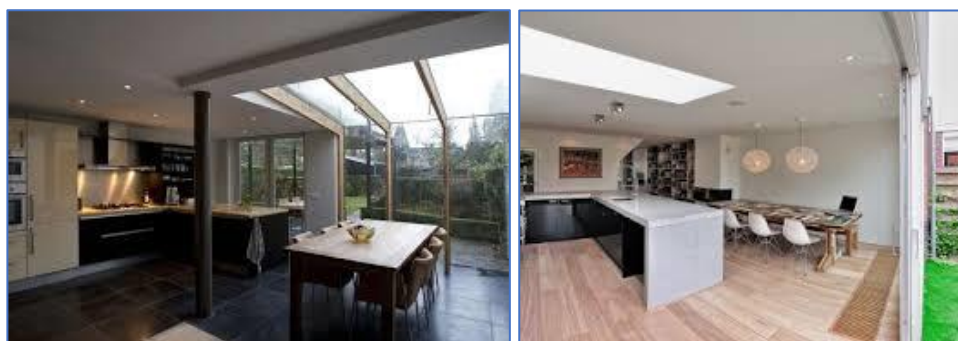
1. Serre of aanbouw

De uitbreiding van een woning gebeurt vaak met een aanbouw, al dan niet in de vorm van een serre, soms met een geheel glazen dak of een groot dakraam of lichtstraat. Een uitbreiding bestaat vaak uit het verwijderen van een woonkamer-keuken tussenmuur en de aanleg een open keuken, waarbij het een grote ruimte wordt met aan de tuinzijde een grote glasgevel.

Bij een gesloten nieuw dak ($R_c = 6,3$) brengt het dakraam licht in de dieper geworden woning, maar het dakraam of lichtkoepel isoleert meestal veel minder goed dan het nieuwe dak. In dat geval zal het extra warmteverlies uit de woonkamer opleveren.

Figuren 1.
Internetfoto's.

Aanbouw met
glazen dak en
aanbouw met
royaal dakraam
voor een goede
lichtinval.



De minimum nieuwbouwnorm voor dakisolatie is $R_c = 6,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, maar de minimum isolatiewaarde van nieuwe glazen HR⁺⁺ daklichten is minimaal $U_g = 1,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ of maximaal $R_g 0,83 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ of 1/8^{ste} van de dakisolatie. Oudere daken van vóór 2000 hebben veelal een lager dakisolatie ($R_c = 3,5$) en voor het oudere dubbelglas hooguit $R_g = 0,6$. Bij grote glasoppervlaktes of lichtkoepels in het dak resulteert dit in zeer grote warmteverliezen die tocht veroorzaken. Dat warmteverlies is soms niet merkbaar wanneer er ook een LaagTemperatuurVerwarming (LTV) van de vloer in de aanbouw wordt aangelegd. De vloer is dan warm (20°C tot 25°C) en aan de keukentafel zitten is comfortabel, maar die warmte gaat omhoog en **verdwijnt in grote hoeveelheden** door de glazen lichtstraat.

Bij een uitbouw met gewoon (minimum standaard) HR⁺⁺ glas ($R_g \approx 0,85 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) zal het **verlies** aan warmte in combinatie met vloerverwarming **extra hoog** zijn. Vanwege de vloerverwarming is er geen koude-gevoel voor de bewoners, maar de CV draait en pompt dan wel op topvermogen. Het hier onder afgebeelde dak is echter zo groot dat de bewoners wel koude tocht van boven voelden.

Figuren 2. IR-combi
foto van serre
aanbouw met
vloerverwarming.
Terwijl de vloer
warm is (oranje)
verliezen de zij- en
dakramen heel veel
warmte (paars).



De temperatuurschaal links op de IR-foto geeft de laagste en hoogste temperatuur van het beeld aan.

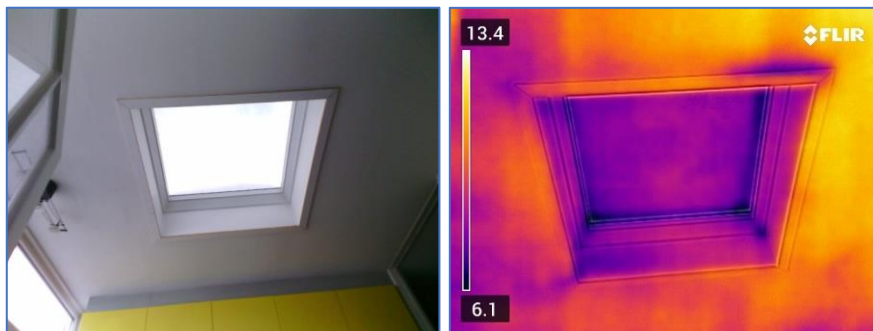
Daklicht van serre of aanbouw beter isoleren.

Door Sjoerd Nienhuys, woonenergie adviseur, juli 2025 www.nienhuys.info

Bij een andere woning werd een glazen uitbouw aan de keuken gemaakt met vloerverwarming. Daar zit je dan met veel uitzicht gedeeltelijk op de groene tuin. Aan twee zijden zitten grote schuifdeuren met HR⁺⁺ glas. Ook werd er een supergroot dubbelwandige Polycarbonaat lichtkoepel (Rc = 0,4) in het dak geplaatst. De vloerverwarming maakte die serre lekker comfortabel, maar die ene ruimte verbruikte **meer dan 80% van alle stookenergie** van die (vergrootte) woning.

Figuren 3. IR-combi foto van kleine dubbelwandige polycarbonaat lichtkoepel.

Het plafond heeft op plaatsen een redelijke isolatie, maar de opstaande randen en de lichtkoepel zelf hebben een erg slechte isolatie.



Bij oudere woningen is soms een serre aanwezig. Het isoleren van de hele serre rondom en het dak is dan vaak een kostbare aangelegenheid. Het is dan verstandig om de scheidingsdeuren tussen de woonkamer en de serre in de winter dicht te houden en de verwarming in de serre op vorstvrij te zetten.

De deuren tussen de woonkamer en de serre zouden dan minimaal HR⁺⁺ glas moeten zijn, maar dan wordt die schuifdeur zwaar. Een veel goedkopere isolatie optie is om aan beide zijden van de enkel glas ruit (Rg 0,3) op de deur Thermocover kozijnfolie toe te passen, een op elke kant van het deurhout, waardoor twee luchtpouwen ontstaan. De isolatiewaarde van die ruit wordt dan ongeveer Rc 0,7. Dat kan natuurlijk ook op de binnenkant van de buitenste serre ruiten. Elke 2 cm luchtpouw op het glas voegt een isolatiewaarde toe van Rc = 0,2.

Figuren 4: zelfs met een flitsfoto is de raamfolie op de binnenzijde nauwelijks te zien. Raam of kozijnfolie gaat dus niet op het glas, maar maakt een luchtpouw.



Omdat het zo goedkoop is (bruto euro 3/m²) is **het in een enkele wintermaand terugverdiend** bij een oude dubbelglasruit (Rg 0,5). Ook toepasbaar voor alleen de bovenruiten of in slaapkamers.

Het Thermocover is kwetsbaar. Een minder kwetsbare oplossing is dunne Acrylplaat (2 mm bouwmarkt of 1,5 mm van de plastichandel, op maat gekocht), maar dat is duurder (€ 30/m²). Het moet worden vastgezet met een randlijst. Een voordeel van beide opties is dat het licht van gewicht

is. Een 2 cm Luchtspouw aan een kant van enkel glas ($R_c 0,2$) maakt het $R_c 0,4$ en aan twee kanten $R_c = 0,6$.

Een andere optie voor de kamer/serre tussendeur is warmte-reflecterende glasfolie (3M) dat vakkundig op het glas wordt aangebracht (niet eenvoudig). Dit is ook licht van gewicht, maar wel weer duurder. De nieuwe isolatiewaarde van de enkelglas ruit wordt dan ook ongeveer $R_c = 0,4$.

Wanneer de aanbouw serre op het zuiden ligt kan de zoninstraling in de zomer voor warmteoverlast zorgen. Zoninstraling moet aan de buitenzijde van de ruiten geweerd worden (buiten roldeuk of zonwerende glasfolie). Wanneer de buitenste ruit voorzien is van een zonwerende coating of glasfolie zal de warmte opname minder zijn, maar ook in de winter.

Figuren 5.

Zonwerende glasfolie of een zonwerend doek aan de buitenzijde kan de warmteoverlast verminderen.



Het dakraam van de serre of lichtstraat moet het isolatieglas met de onderste glasruit **gelamineerd zijn** (44.2 is 2X 4mm met een PVB-folie ertussen). Gelamineerd veiligheidsglas (doorvalbeveiliging) is verplicht¹. Het buitenste glas kan een zonwerende coating hebben bij veel zoninstraling. Voor kunststof lichtkoepels (meestal transparant dubbel polycarbonaat) zijn er andere criteria betreffende inbraakveiligheid en doorvalveiligheid.²

Omdat serres een groot glasoppervlak hebben is het warmteverlies in de winter erg groot. Het afsluiten van de serre in de winter is dan een economische oplossing, maar soms is dat niet mogelijk wanneer de uitbouw een integraal onderdeel van de woonkamer en keuken is geworden. Bij het plannen van een nieuwe serre is een afsluitmogelijkheid een verstandige keuze. De afsluitende deuren moeten dan voorzien zijn van HR⁺⁺ glas ($R_c \approx 0,9$), want enkel glas isoleert **slecht** ($R_c \approx 0,2$).

Wanneer er een blijvende uitbouw van de woonkamer wordt gepland, pas dan altijd Tripleglas toe met een Rg waarde van 2,0 en een zwarte of isolerende warm-edge spacer. Bij de toepassing van een passief kozijn wordt de isolatie van het kozijn ook beter en trekt dan minder condens aan.

Wanneer de isolatiewaarde van het glas niet door de woningeigenaar wordt opgegeven dan bestaat de kans dat de glashandel de minder isolatiewaarde van Rg 1,7 levert met aluminium spacer.

¹ Zie: <https://vmrg.nl/kwaliteitseisen/kwaliteitseisen-en-adviezen/glasdaken-en-daklichtstraten>. Lichtstroken of dakbeglazing. Kunststof lichtstraten vallen onder NEN-EN 14963. Dakramen vallen onder normering, NEN-EN 14351-1. Het onderste glas is 2x4 mm met een PVB-folie ertussen. Glas is berekend volgens NEN 2608:2014.

² https://veiligheidopdaken.weebly.com/uploads/1/6/9/3/16939246/dakenraad_118_-_doorvalveiligheid_lichtkoepels.pdf

2. Beter isoleren horizontale (dak)ruiten of koepels

Wanneer de bestaande (oude) onderste ruit van een dakraam niet gelamineerd is (44.2), en groter dan 0,5 m² oppervlak (70 x 70 cm), dan is het beter om de hele ruit te vervangen voor Tripleglas of Vacuümglas (Rc tussen 1,7 en 2,0) met een gelamineerde onder-ruit.

Wanneer men slechts de bestaande ruit beter wil isoleren dan zijn er drie opties:

- A. Elke extra afgesloten 2 cm luchtlaag onder de ruiten van folie, acrylplaten of gordijn verhoogt de isolatiewaarde met ongeveer Rc = 0,2.
- B. Met Doe-Het-Zelf aanbrengen levert dit lage kosten op, dus een goed financieel rendement.
- C. Door de toevoeging van een HR⁺⁺ ruit (Rc = 0,9) onder de lichtkoepel wordt de isolatiewaarde aanzienlijk verhoogd, omdat de luchtspouw ook isolatiewaarde toevoegt.³

Het percentage isolatieverbetering kan gerelateerd worden aan de kosten. De kosten zijn sterk afhankelijk van de materialen en de hoeveelheid eigen werk of het laten doen door bedrijven die een basistarief hebben van omstreeks euro 70/uur.

- a. Extra isolatie wordt verkregen door een horizontale luchtspouw aan te brengen. Bij een spouw van 2 cm is de extra isolatie Rc 0,2 per folie of ruit.
- b. **Kozijn/raam isolatiefolie** is veruit de goedkoopste methode $\approx$ euro 5/m² bij zelf aanbrengen luchtspouw. In de bouwmarkt is Tesa Moll ThermoCover⁴ beschikbaar, inclusief tweezijdig transparant plakband. Met de warme lucht uit de haarföhn wordt het strak getrokken en is dan bijna onzichtbaar. Dit materiaal heeft erg weinig gewicht en kan daarom onder elke constructie worden aangebracht. Meerdere luchtlagen verhogen de isolatiewaarde elke keer met Rc = 0,2. Dit is geen meerwaarde voor de woning.
- c. Onder de ruit kan ook een **Acrylaatplaat**⁵ (1,5 tot 2 mm dik euro 30/m²) worden toegepast. Twee platen met twee spouwen geeft extra + Rc $\approx$ 0,4 m².K/W. Bij deze optie zijn er extra latjes nodig voor de bevestiging. Een combinatie van eerst een kozijnfolie en daaronder een Acrylaatplaat is ook mogelijk. De overspanning van de Acrylaatplaat moet kleiner dan 40 cm zijn, anders gaat deze te ver doorhangen, vooral wanneer deze warm wordt in de zomer. Dit is geen meerwaarde voor de woning.
- d. Bij kleine daklichten (kleiner dan 1/4 m² = 50 cm x 50 cm) kan eronder een gewone HR⁺⁺ ruit (Rc = 0,9) worden aangebracht wat de isolatiewaarde verhoogd met Rc = 1,1. Netto kosten ruit $\approx$ euro 100/m². Daarbij komen de montage kosten. Bij het zelf doen (DHZ) moet er een goede steiger gebouwd worden en met twee personen gewerkt worden. Er moet een zo ruim mogelijke spouw tussen de ruiten zitten.

³ Zie het document: "Tweedubbel glas" op www.nienhuys.info

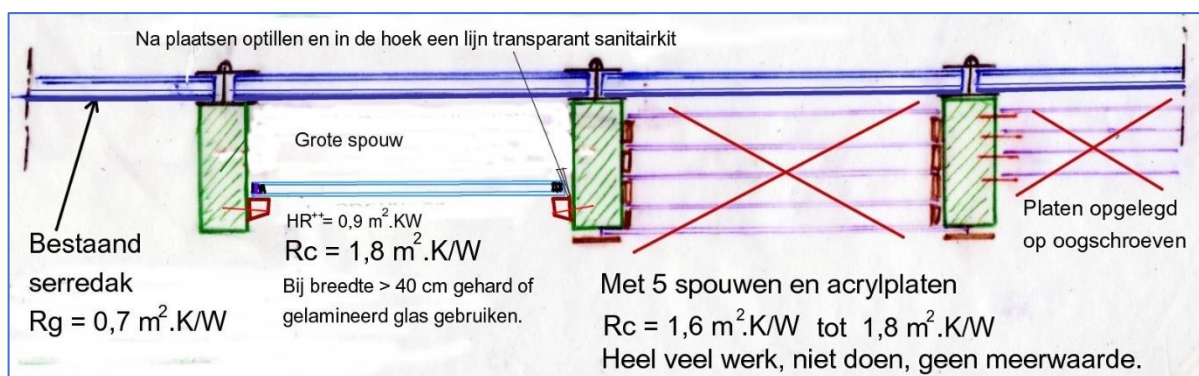
⁴ Courante bruto maten zijn 1,5m x 1,7m = 2,25m² of 1,5m x 4m = 6 m². Met de afgeknipte stroken kunnen misschien kleine ramen worden na-geïsoleerd.

⁵ Ook Perspex genaamd. De prijs is de bouwmarktprijs, maar netto zijn er meestal snijverliezen. Bij maten groter dan 150 cm kunnen ze bij de plexiglashandel besteld worden. Voor grotere maten is soms dikker materiaal noodzakelijk. Bij de plastichandel is ook 1,5 mm dik Acrylaat beschikbaar.

- e. Wanneer de toe te voegen HR⁺⁺ ruit groter is dan 1/4 m² moet een geharde of gelamineerde ruit gebruikt worden. Beiden hebben minder risico op letsel wanneer deze breekt. Een grote luchtspouw tussen de extra HR⁺⁺ ruit en de lichtkoepel voorkomt oververhitting van de ruit.

Voor het aanbrengen van meer dan één raam- of kozijn isolatiefolies moeten er bevestigingslatjes op maat gemaakt worden met de schroeven op de juiste plaats. Hoe dunner de latjes zijn, hoe meer schroefpunten er nodig zijn, anders zullen de latjes bij het straktrekken (met de haarföhn) van de folie los/doorbuigen. De latjes geven iets verkleining van het doorzicht oppervlak van de ruit. Met de haarföhn wordt de folie mooi strakgetrokken en is dan nauwelijks zichtbaar.

Met twee folies wordt dan de isolatiewaarde van het oudere dakglas ($R_g = 0,6$ tot $0,7$) met meer dan 50% verhoogd tot $R_c \approx 1,1$ wanneer er twee luchtspouwen worden gemaakt. In een enkele wintermaand met vorst is dat al terugverdiend op de energierekening.



Figuur 6. Montage van verschillende soorten isolatie onder een serre dakraam. Bij plexiglas moet dit over de hele lengte op een latje dragen. Bij HR⁺⁺ moet dat een stevige lat zijn, terwijl dit met minimaal twee personen aangebracht moet worden. De toepassing van meerdere lagen folie of Acrylplaat is veel werk en niet aanbevolen. Wanneer er kieren aan de warme zijde zitten zal er condens optreden. Na het plaatsen van de HR⁺⁺ ruit, deze optillen en in de hoek een lijntje siliconenkit plaatsen om de afsluiting luchtdicht te maken.

Bij meerdere Acrylaatplaten (Euro 30/m² bouwmarkt en dus veel duurder dan folie) worden de kosten veel hoger, terwijl ze geen meerwaarde voor de woning opleveren. Bij een niet-luchtdichte toepassing zal de spouw vochtige, warme binnenlucht ademen, die in de winter op de onderste ruit van het serreglas gaat **condenseren**.

De condensatie (in de winter) kan alleen voorkomen worden wanneer de ruiten rondom volledig dampdicht worden opgelegd in een randje siliconenkit. Wanneer er dan toch condens ontstaat moet de luchtspouw tussen de twee isolatieruiten geventileerd worden met buitenlucht.

De isolatiewaarde van een (gelamineerde) glazen HR-dakruit uit 1990 is ongeveer $R_c 0,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Met de toepassing van een extra HR⁺⁺ ruit⁶ eronder wordt de isolatiewaarde van die constructie verbeterd tot $R_c 1,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ($R_c 0,7 + \text{spouw } R_c 0,2 + R_c = 0,9$) of overeenkomstig met een goede Tripleglas ruit. Deze optie kost echter minder dan de helft van een Tripleglas ruit.

⁶ Bij een HR ruit geeft het een verdubbeling van de isolatiewaarde. Bij een HR⁺ ruit geeft het een verbetering van de isolatiewaarde met 80%. Bij een HR⁺⁺ ruit geeft het een verbetering van ongeveer 60%.

Daklicht van serre of aanbouw beter isoleren.

Door Sjoerd Nienhuys, woonenergie adviseur, juli 2025 www.nienhuys.info

- f. De toevoeging ruim onder de bestaande dakruit⁷ van een geharde HR⁺⁺ ruit. De geharde ruit is noodzakelijk wanneer de minimum overspanning groter is dan 40 cm. Er kan dan ook gelamineerd glas 44.2 worden gebruikt, maar dat is zwaarder. Het HR⁺⁺ glas is de huidige minimum bouwstandaard en daardoor relatief goedkoop (netto euro 100/m²). De nieuwe isolatiewaarde is dan vergelijkbaar met tripleglas (Rc tussen de 1,7 en 2,0). Extra kosten zijn een goede zonwerende folie op de buitenzijde. Echter, is de draagconstructie sterk genoeg?
- g. Het vervangen van de bestaande ruiten door **Tripleglas** (Rg van 1,7 tot 2,0). Duurste en beste opties (netto kosten euro 400/m²). Dit levert een meerwaarde van de woning op⁸. Voor deze optie is het vaak nodig om het frame of het kozijn te vervangen. Dit levert een meerwaarde van de woning op. De buitenste ruit kan voorzien zijn van een extra zonwerende coating, maar Tripleglas heeft al een IR stralingwerende coating in allebei de twee buitenste ruiten.
- h. Het vervangen van de bestaande ruiten door (gehard) **vacuümglas** (Rg van 1,8 tot 2,4). Duurste optie (net kosten euro meer dan 800/m²). Dit levert een meerwaarde van de woning op. De buitenste ruit kan voorzien zijn van een zonwerende coating.

Bij de toepassing van het slechts 1,5 cm dunne (gehard) vacuümglas (Rc = 1,8 tot 2,4) past dit vaak in de oude sponning. Dit geharde glas is lichter in gewicht dan tripleglas met een gelamineerde onderruit maar ook weer veel duurder dan het Tripleglas. Bij de overweging van de juiste optie zal de kosten van het aanbrengen meegenomen moeten worden.

- i. Het vervangen van de ruiten door een gesloten, **goed geïsoleerd dak** ($R_c \geq 6,3$ is minimum nieuwbouwnorm) en een paar kleinere daklichten of Solatubes® aan te brengen. De gemiddelde dak isolatiewaarde is dan heel veel groter, maar de lichttoetreding van het plafond is dan ook veel minder.



Figuren 7. Bij deze oudere woning is een draadglas (doorgezakt) dakraam op de uitbouw. De constructie is te zwak om er een andere ruit in te zetten. In deze situatie is het beter om het vaste dak links door te trekken zodat er een doorlopend en goed geïsoleerd dak ontstaat. In dat dak kan dan een kleine, maar goed geïsoleerde lichtstraat geplaatst worden of enkele Solartubes.

⁷ Bij veel zon moet de extra ruit aan de onderkant van de balken gemonteerd worden, of lager.

⁸ Serre daklichten die beloopbaar zijn, zijn nog duurder vanwege het geharde glas.

Daklicht van serre of aanbouw beter isoleren.

Door Sjoerd Nienhuys, woonenergie adviseur, juli 2025 www.nienhuys.info

- j. Onder de balken kunnen ook dubbele plissé gordijnen geplaatst worden (licht doorlatend). Deze lopen over een geleide-draad of door een randprofiel. Over een grote lengte zakken de gordijnen iets door. Langs de randen loopt een dunne kier.

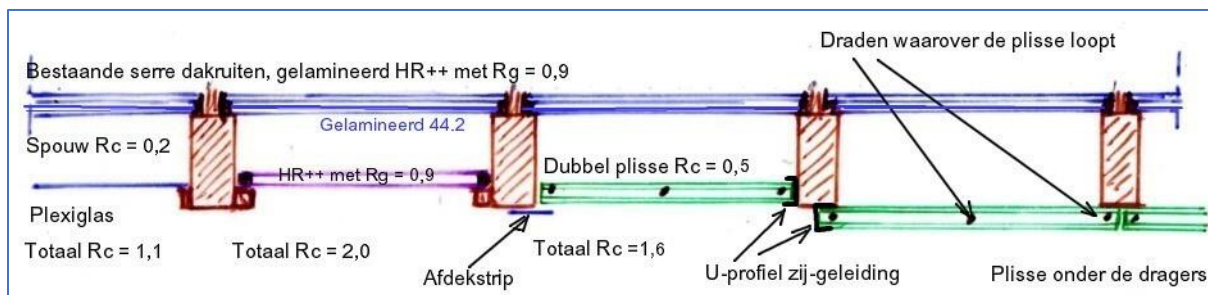
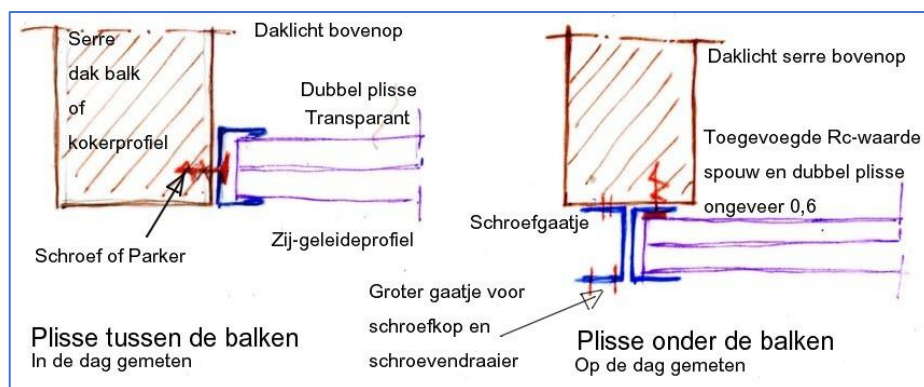


Figure 8. Toepassing van verschillende opties en dubbele⁹ licht-doorlatende plissé (groen) onder een serre dakraam. Toepassing van plissé tussen de balken of onder de balken.



Voor montage handleiding zie: <https://www.solanowonen.nl/downloads/verano/Pliss%C3%A9gordijnen.pdf>
Het binnenste grotere gaatje wordt dichtgezet met een kunststof plugje.

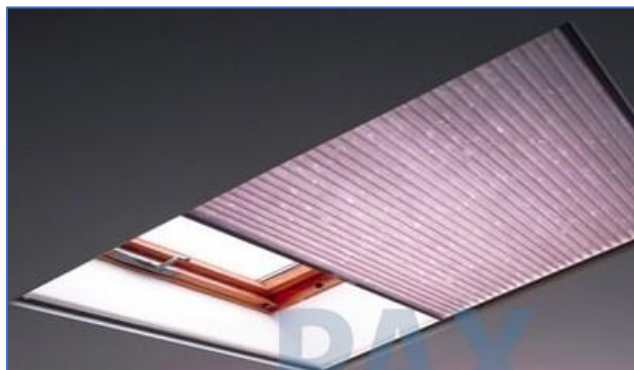
In deze gordijn-optie zal het voorkomen dat er op de koudere buitenruit condens optreedt, omdat de afsluiting van het gordijn niet luchtdicht is. In dit geval kan echter het plisségordijn geopend worden en dan verdwijnt de condens misschien. Plissé gordijnen komen ook met automatische (elektrische) bediening. De toepassing van plissé met een zon-reflecterende coating verhoogt de isolatiewaarde nauwelijks en is verduisterend.

Een gordijn aan de binnenzijde is in de zomer wel zonlicht werend, maar niet warmte werend. Als het zonlicht door de buitenste ruit gaat en het gordijn raakt, wordt het licht omgezet in warmtestraling die dan minder goed naar buiten kan. De ruimte tussen gordijn en ruit wordt dan erg warm.

Wanneer met zonnewarmte wil weren moet dat aan de buitenkant van de ruiten gebeuren.

⁹ Duo kan ook betekenen met afwisselende stroken transparant en gekleurd doek (ook Twist of Multishade), dus niet dubbel. Duette met honingraat doorsnede en Dulpi zijn merknamen van dubbele plissé gordijnen.

Bij de toepassing van een duo plissé gordijn met U zij-geleiding tussen de dakspanten (in de dag gemeten)¹⁰, moet er goed gemeten worden en de kop van de schroef zo vlak mogelijk zijn (verzinkt). Het U-profiel wordt zelfklevend geleverd, maar voor een horizontale positie onder een daklicht is het verstandiger om het vast te schroeven.



Figuren 9. *Links* met hoge spouw:

<https://www.paxraamdecoratie.nl/> *Rechts*. Op geleide-
draden is er langs de zijkanten www.Solanowonen.com

Zie ook www.Veneta.com en ander websites met kostenberekeningen.

Verano plissé zit in een **U-profiel zij-geleiding** en isoleert dan beter.

<https://www.plissegordijnshop.com/advies-en-inmeet-service>

Bij de toepassing onder de balken moet er in één zijde van het U-vormige zij-geleide profiel een gat geboord worden waar de kop van de schroef doorheen kan. Een z.g. 'smartfit' voor horizontale plissé gordijnen is NIET aanbevolen bij volle zonbelasting; deze heeft namelijk een verduisterende coating die extra warm wordt. Bij een onder-de-balk montage is het plissé gordijn breder en geeft een ander aanzicht van onderen¹¹. Met een wit of transparant dubbel plissé (honingraat model) blijft er ruim voldoende licht toetreden naar onderen, ook in de winter.

Opgelet: Bij serre dak-ruiten van HR⁺ en HR⁺⁺ op de volle zon mag het plissé NIET vlak onder het glas gemonteerd worden, want dan is er een verhoogd risico van thermische breuk. Onder de balken monteren geeft dan gemiddeld een luchtsponw van 15 cm.

Wanneer men het risico van thermische breuk wil vermijden is een dubbel plissé gordijn op een draad (dus zonder zij-geleiding) aanbevolen, want dat geeft langs de kanten iets ventilatie.

In GEEN van de situaties is een zonwerend, grijs, getint of donker plissé gordijn binnen aanbevolen want dat veroorzaakt extra warmte tussen het plissé gordijn en het HR glas.

Het plissé gordijn moet makkelijk opengezet kunnen worden (ketting/stokje/elektrisch), want als de zon volop schijnt, levert het open gordijn in de winter extra warmte op voor het woonvertrek.

¹⁰ Meetinstructies zie: <https://www.plissegordijnshop.com/verano-honingraat-plisse-transparant-bottom-up>

¹¹ Per m² dubbel plissé gordijn met zij-geleiding kost tussen de euro 200 tot euro 300/m².

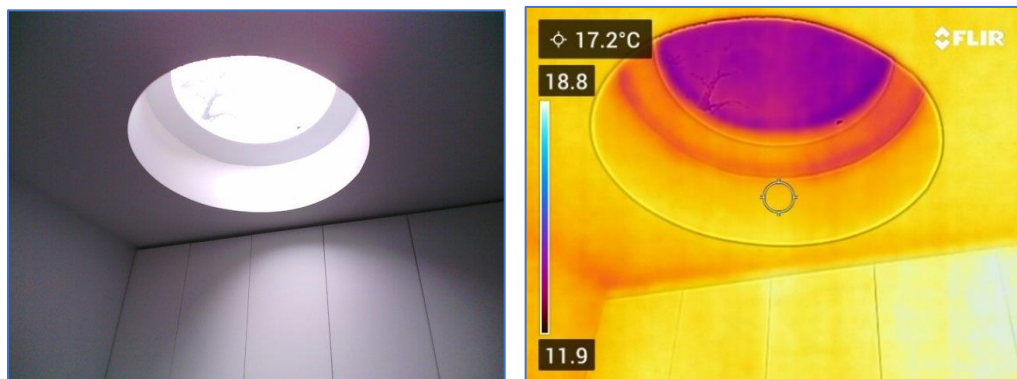
Daklicht van serre of aanbouw beter isoleren.

Door Sjoerd Nienhuys, woonenergie adviseur, juli 2025 www.nienhuys.info

Bij een op meerdere punten gebrekkige glazen dakconstructie is het vervangen van het hele dak door een goed geïsoleerd dak de beste optie (Rc 6,3). Wanneer er geen noodzaak is voor hele grote dakramen, maar er is wel behoefte aan goed daglicht bestaat de optie om Solatube® te installeren (ook Solartube). Hierdoor kan het dak optimaal geïsoleerd worden, terwijl het vele isolatieverlies via een (groot) daklicht voorkomen wordt.



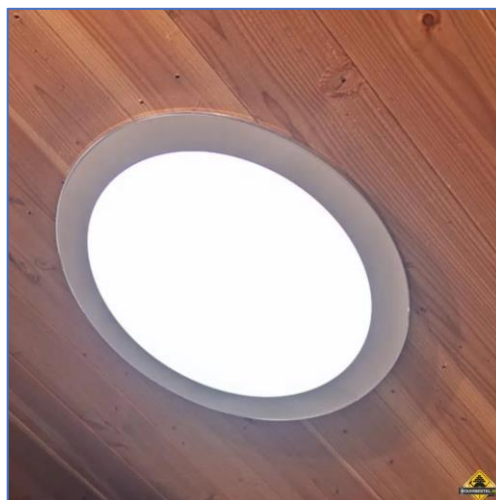
Figuren 10. Links. Solatube tussen Sedum, op een plat dak en van binnen gezien in de keuken. Rechts. Er zijn modellen waarbij aan de binnenzijde een sterke LED-lamp is ingebouwd voor goede verlichting 's nachts. Solartubes kunnen ook vanaf de bovenliggende etage naar de onderste etage lopen voor verlichting.



Figuren 11. Boven. Dit is een warmtescan foto van een diameter 75 cm ronde polycarbonaat lichtkoepel in een kantoor. Dit is een opname in de herfst. Te zien is dat de opstand ook slecht isolerend is.

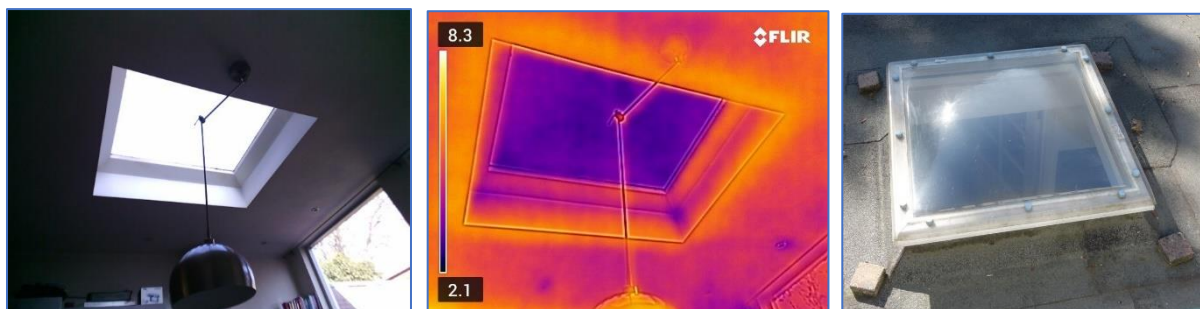
Rechts. Solartube 50 cm diameter

Omdat in het kantoor gedurende de werktijden altijd het licht aan is, is de lichtkoepel hoofdzakelijk een warmtelek dat koude tochtval geeft voor de persoon die eronder zit. In deze situatie zal een HR++ ruit eronder veel uitmaken, maar deze moet speciaal op maat gemaakt worden. Een goed alternatief is een Solartube met ingebouwde verlichting.



3. Bestaande lichtkoepel beter isoleren

Bij het na-isoleren van lichtkoepels (meestal dubbelwandig Polycarbonaat $R_c = 0,4$) zijn gelijksoortige oplossingen mogelijk als in het vorige hoofdstuk. De lage isolatiewaarde van de oudere daken, en de meestal erg lage isolatiewaarde van de lichtkoepels en hun randen kan een betere isolatie van het hele dak samen met een nieuwe lichtkoepel overwogen worden, of het plaatsen van Solartubes.



Figuren 12. Bij deze lichtkoepel is met de IR foto te zien dat het oude dak zelf ook erg slecht geïsoleerd is. De plafond temperatuur is met slechts 5°C wel 15°C tot 20°C lager dan de temperatuur van de vloerverwarming (temperatuur tussen de 25°C en 30°C), hetgeen een groot warmteverlies veroorzaakt zonder dat de bewoner dat voelt.

In de situatie van deze foto zou ook het dak binnen of buitenzijdig een extra isolatielaag moeten krijgen. De polycarbonaat lichtkoepel is hier met ongeveer 2°C tenminste 25°C kouder dan de vloerverwarming.

En gewone dubbele polycarbonaat lichtkoepel met 1 spouw $R_c = 0,4 \text{ m}^2\text{.K/W}$ of ongeveer gelijk aan oud dubbel glas.

Een polycarbonaat lichtkoepel met 2 spouwen $U_c = 1,9 \text{ W/m}^2\text{.K}$ of $R_c = 0,55 \text{ m}^2\text{.K/W}$.

Een polycarbonaat/acrylaat lichtkoepel met 3 spouwen $U_c = 1,4 \text{ W/m}^2\text{.K}$ of $R_c = 0,7 \text{ m}^2\text{.K/W}$.

Een polycarbonaat/acrylaat lichtkoepel met 4 spouwen $U_c = 1,3 \text{ W/m}^2\text{.K}$ of $R_c = 0,8 \text{ m}^2\text{.K/W}$.

Wanneer er meer dan drie acrylplaten/spouwen onder een lichtkoepel moeten worden aangelegd dan komt de kostprijs al gauw in de buurt van een **geharde¹² HR⁺⁺ ruit $R_g = 0,9 \text{ m}^2\text{.K/W}$** .

Dat is dus veel werk en geen meerwaarde voor de woning.

Een polycarbonaatlichtkoepel ($R_c = 0,4$) met 1 grote spouw ($R_c = 0,2$) plus goede HR⁺⁺ ruit ($R_c = 0,9$) eronder geeft $R_c = 1,5 \text{ m}^2\text{.K/W}$. Dat is een verbetering van 4X dus dat levert een energiebesparing op tot $1/4^{\text{de}}$ voor het oppervlak van die lichtkoepel. De opstaande randen van de oude lichtkoepel zijn ook vaak slecht isolerend maar met de HR⁺⁺ ruit aan de onderkant wordt ook de opstaande rand extra geïsoleerd.

Voor lichtkoepels zijn de gebogen transparante platen Polycarbonaat slagvast en moeilijk breekbaar.

Een goede Tripleglas vlakke ruit (gelamineerd $R_c = 2,0$) of Vacuümglas (gehard/gelamineerd $R_c = 2,4$) is nog altijd $1/3^{\text{de}}$ van de nieuwe norm isolatiewaarde voor een plat dak (R_c minimaal 6,3). Voor het plaatsen van Tripleglas of Vacuümglas is meestal een nieuwe geïsoleerde opstand nodig. Er kan overwogen worden om het raam openzetbaar te maken (handmatig of elektrisch).

¹² Horizontale ruiten die in een van de beide lengtes groter zijn dan 50 cm moeten bij voorkeur gehard zijn, omdat ze anders gaan doorbuigen en breuk kunnen opleveren.

Het voordeel van de vlakke **glas**ruiten is de grote helderheid, minder algenaanslag, goede reiniging mogelijk en de mogelijkheid om zonwerende coatings aan te brengen; ze zijn wel aanzienlijk duurder. Bij het vervangen van een lichtkoepel moeten de verschillende opties bestudeerd worden met de kosten om tot een juiste beslissing te komen. Daar bij is de hoogste isolatiewaarde geadviseerd.

Wanneer de onderste ruit niet luchtdicht wordt geplakt kan er warme vochtige lucht van binnenuit in de spouw komen. Dit kan dan condenseren tegen de koudere buitenruit. Om dit te voorkomen kan er een buisje gemaakt worden met de buitenlucht. Dit moet afwaterend zijn en gevuld met fijn muggengaas zodat er geen insecten naar binnen kunnen. Ventileren met buitenlucht voorkomt condensatie.

Het volgende zijn punten als de extra ruiten met Doe-Het-Zelf uitgevoerd worden.

- Plan het aanbrengen van twee kleine luchtgaatjes in de opstand van het dakraam, op zodanige wijze dat er geen regenwater in kan lopen. Dit is voor de ventilatie van de tussen ruimte zodat er geen condensatie tussen de ruiten komt. Plan de nieuwe onder-ruit aan de basis van de lichtkoepel of zo laag mogelijk. Een stukje fijn muskietengaas voorkomt dat er insecten naar binnen kruipen.
- Meet de HR⁺⁺ ruit tenminste 3 mm kleiner dan de opening van de lichtstraat/koepel.
- Controleer of de opening rechthoekig is door de diagonalen precies te meten.
- Als de opening afwijkt, zoals bij een rond raam, moet een triplexplaat/hardboard gemaakt worden in de gewenste afmeting van de te bestellen ruit.
- Bij ruiten die aan een van de beide lengtes groter zijn dan 40 cm moeten bij voorkeur gehard zijn, omdat ze anders gaan doorbuigen en breuk kunnen opleveren.
- Bij het afhalen van de ruit, draag rubberhandschoenen. De randen zijn vlijmscherp!!
- Met een korund schuurpapier kan de scherpe kant van de ruiten afgeslepen worden.
- Maak eerst de dragende latten precies pas (met schroeven) en schilder ze. Verwijder er 3.
- Zorg dat de buitenruit aan de binnenkant heel schoon is en de nieuwe ruit aan de bovenkant.
- Zorg dat er een goede/stevige werksteiger is of platform/tafel om op te staan.
- Leg met twee personen de schone ruit op de vaste lat en bevestig de andere drie latten.
- Til de ruit aan een kant op en spuit een sliert transparante sanitaire kit in de hoek op de draaglat en tegen de zijkant van de lichtkoker.
- Doe dit rondom en laat de ruit zakken. Hiermee is de ruit luchtdicht geplakt.



Figuren 13. Links. Lichtkoepels met aanvullende isolatie die onder het bestaande systeem wordt toegepast. De Hybride optie is een Polycarbonaat koepel met een gelamineerde glasruit (HR⁺⁺).

Rechts. Meerlaagse lichtkoepel. Bij verbeterde versies loopt de isolerende luchtlaag door boven de dakrand. De dakrand moet ook geïsoleerd zijn. Bij gewone lichtkoepels is dat meestal niet het geval.

Belangrijk blijft de opgegeven isolatiewaarde van de lichtkoepel. Opgelet: $R_c = 1/U$

Bij meerlaagse transparante lichtkoepels kunnen de binnenbladen van het meer breekbare Acrylplaat zijn. Bij sterk isolerende meerlaagse lichtkoepels kunnen de tussenlagen opaal zijn, dus wel licht doorlatend (65%), maar niet transparant (85%). Bij sommige meerlaagse opale lichtkoepels kan een van de tussenlagen een meerlaagse Polycarbonaat kokerprofielplaat zijn die een verhoogde isolatiewaarde heeft. Norm: NEN-EN-ISO 10211. Een ISO-dakraam bestaat uit een 10-wandige polyester platen-systeem en zijn daarom veel minder doorzichtig.

Bij het verbeteren van de isolatie van het dakraam of lichtkoepel is het belangrijk dat ook de isolatie van de opstaande rand wordt verbeterd. Hoe kleiner de lichtkoepel hoe groter de invloed van een slecht isolerende dakopstand is. Bij alle dakramen op een vlak dak is een opstand noodzakelijk. Deze opstand heeft invloed heeft op de totale isolatiewaarde. Een polyester (met schuimisolatie) dakopstand isoleert beter dan een AVP of PVC (met lucht geïsoleerd) dakopstand. Er zijn ook beter geïsoleerde ISO-dakopstanden van polyester.

Type dakopstand	Uc-waarde	Rc-waarde
APV of PVC (luchtgevuld) enkel	3,9 W/m ² .K	0,25 m².K/W
APV of PVC dubbel	2,3 W/m ² .K	0,43 m².K/W
Polyester (10 mm PUR schuimgevuld)	2,2 W/m ² .K	0,45 m².K/W
Polyester, (20 mm PUR)	1,1 W/m ² .K	0,9 m².K/W
Nieuwbouw minimeis	1,1 W/m ² .K	0,9 m².K/W
AVP-ISO opstand met 70 mm EPS	0,59 W/m ² .K	1,7 m².K/W
ISO-dakopstand, dun	0,4 W/m ² .K	2,5 m².K/W
ISO-opstand, dik	0,3 W/m ² .K	3,33 m².K/W

4. Raam of Kozijnfolie

Raam- of kozijnfolie is geen glasfolie. Glasfolie wordt op het glas geplakt en kan een warmte reflecterende coating hebben. Ondoorzichtige glasfolies worden vaak in de badkamer toegepast of als een strook langs de straatzijde tegen inkijk. Die bij enkel glas ($R_c = 0,17$) de isolatiewaarde met 75% verbetert tot $R_c = 0,3$ dus het blijft minder dan dubbel glas. Per glasfolie is de verbetering ongeveer $+R_c 0,12$. Bij oud dubbel glas ($R_c 0,6$) wordt dan de nieuwe isolatiewaarde $R_c = 0,72$.

Figuur 14. De montage van het raam- of kozijnfolie is verticaal veel eenvoudiger dan horizontaal in een dakraam. Wanneer het eenmaal bevestigd is, en strakgetrokken met de hitte van een föhn, is het bijna niet te zien.

Elke folie met een 2 cm luchtspouw levert een verbetering van de isolatiewaarde op van ongeveer $R_c \approx 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

*Vanwege de lage kosten is het meestal met een maand vorst **op de stookkosten terugverdiend**, onder andere omdat het (dak)raam altijd een grote warmteverliespost is.*



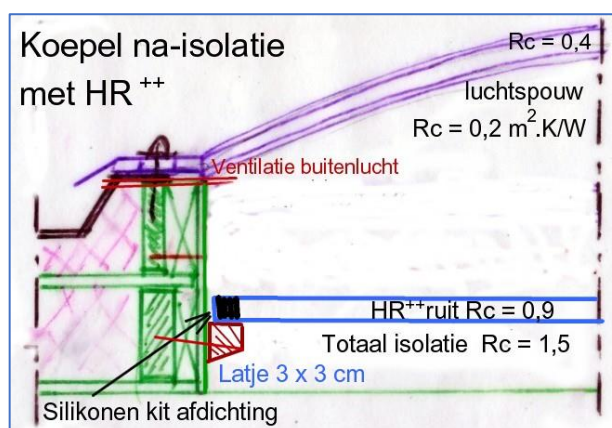
Daklicht van serre of aanbouw beter isoleren.

Door Sjoerd Nienhuys, woonenergie adviseur, juli 2025 www.nienhuys.info

- Om een isolatiewaarde van een gewone lichtkoepel ($R_c = 0,4$) te bereiken van $R_c \approx 1,25$ zijn minstens vier extra 2 cm dikke luchtsponen nodig (folie en/of Acrylaat, elk $R_c 0,2$) of een enkele HR⁺⁺ ruit ($R_c 0,85$). Meerdere folies zijn veel meer werk en duurder dan het plaatsen van een enkele HR⁺⁺ ruit.
- Wanneer de opening onder de lichtkoepel goed wordt opgemeten en de HR⁺⁺ ruit 5 mm kleiner wordt besteld, kan deze door twee personen zelf gemonteerd worden.
- Het plaatsen van een HR⁺⁺ ruit is in deze optie ongeveer dezelfde hoeveelheid werk als het op maat maken en monteren van een Acrylplaat of van een enkele kozijnfolie.
- In de situatie dat de lichtkoepel openzetbaar is kan overwogen worden om deze permanent dicht te zetten als er goede andere ventilatie opties in de kamer zijn.

Figuur 15.

Elke horizontale luchtlaag heeft een isolatiewaarde van minimaal $R_c = 0,2$.
De extra HR⁺⁺ ruit (gehard) moet bij voorkeur aan de onderzijde van de opening worden bevestigd.
Hoe groter de spouw is, des te minder bestaat de kans op thermische breuk.
Het verstandig om minimale buitenluchtventilatie onder de koepel aan te brengen ter voorkoming van condens binnen in de koepel.

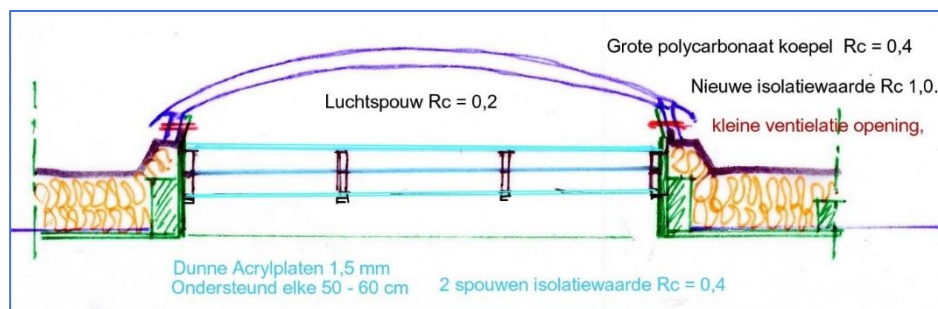


Acrylaatplaten (1,5 mm bij de plastichandel of 2 mm uit de bouwmarkt) zullen bij grotere afstanden dan 50 cm door gaan zakken, vooral als ze warm worden. Voor het uitzetten moet rondom minstens 2 mm vrije ruimte zitten.¹³

In verband met de beperkte toevoeging van de isolatiewaarde van elke spouw is het belangrijk om de kosten te vergelijken met de toepassing van een HR⁺⁺ ruit. Bij grotere ruiten dan 40 cm moet gehard glas worden toegepast.

Figuur 16. Bij grote lichtkoepels is een ondersteuning van de Acrylaatplaten noodzakelijk tegen het doorzakken.
Door de warmte zetten ze uit dus is er rondom een extra 2 mm vrije ruimte noodzakelijk.

De geschetste optie is wel mogelijk, maar impliceert veel werk.



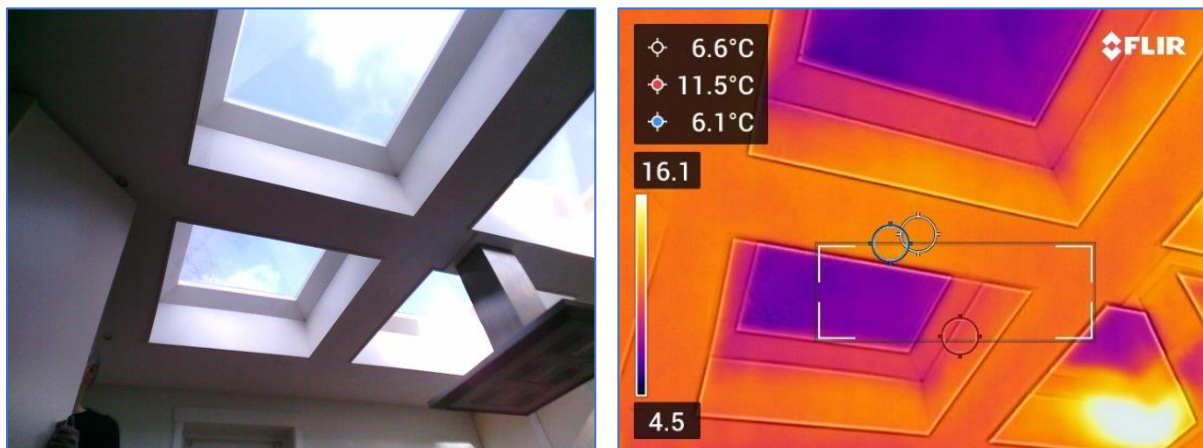
¹³ De **Uitzettingscoëfficiënt** van een Acrylaatplaat is 0,07 mm per meter per graad Celsius. Dit betekent dat als een plaat van 1000 mm gemonteerd wordt bij 20°C, deze plaat in de zon met 50°C ongeveer 2 mm uitzet. Een plaat van een meter breed moet dus 1 mm rondom uit kunnen zetten.
De **Uitzettingscoëfficiënt** van glas is 1/10^{de} van Acrylaat met 0,007 mm per meter per graad Celsius

Daklicht van serre of aanbouw beter isoleren.

Door Sjoerd Nienhuys, woonenergie adviseur, juli 2025 www.nienhuys.info

Bij warme ruimtes zoals in de woonkamer of (open) keuken zal een gewone dakkoepel ($R_c = 0,4$) veel warmteverlies opleveren. De toepassing van een HR⁺⁺ ruit in combinatie met een beetje ventilatie met buitenlucht is dan een aanzienlijke verbetering van de isolatie van $R_c 0,4$ tot $R_c 1,5$.

Het ventilatiegaatje in de opstand moet zo gemaakt worden dat er geen insecten of regenwater in kunnen komen.



Figuren 17. *Rechts*, Infra-rood foto. De lichte plek rechtsonder is het effect van de zoninstraling. Vloerverwarming is 25 °C. De binnenkoepel temperatuur is 4,5 °C. De dakopstand temperatuur is 6,1 °C. De plafondtemperatuur is $\approx 11,5$ °C. Met de vloerverwarming zal de bewoner weinig merken van het koude plafond, omdat die vloerverwarming comfortabel is, maar het verbruikt wel extra veel warmte-energie. Aan de hand van de hier gemeten temperaturen is het dak ook niet erg goed geïsoleerd.

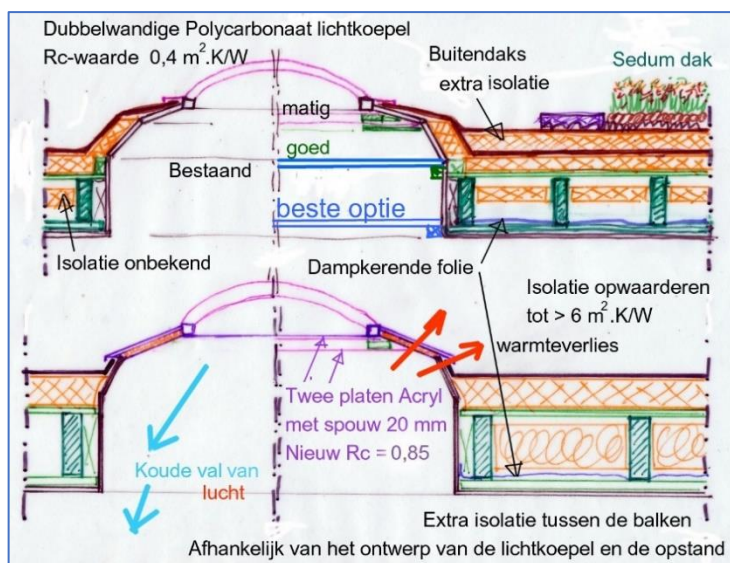
De isolatiewaarden van de hele dakconstructie en de constructie van de opstaande rand van de lichtkoepel zijn relevant voor het aanbrengen van de toegevoegde isolatie, de hoeveelheid werk en de kosten. In deze opstelling zou betere dakisolatie en met vier Solartubes een verbetering zijn.

Een HR⁺⁺ ruit ($R_c 0,9$) zelf aanbrengen kost ongeveer euro 150/m² en geeft een toegevoegde isolatiewaarde van $R_c = 1,1$. Dat is dan een veel beter rendement dan de toepassing van een dubbel plissé gordijn eronder, dat minder dan de helft van die isolatiewaarde geeft en ongeveer tweemaal zo duur is. Deze berekening geeft aan dat het belangrijk is om de isolatiewaarde te vergelijken met de kosten.

Figuur 18. Afhankelijk van de constructie van de lichtkoepel kunnen meerdere platen tegen of onder de dakopstand worden bevestigd om koude luchtval te verminderen.

Een Sedumdak zal de isolatie van het dak in de zomer verhogen, maar houdt ook het regenwater vast.

Onder de dakkoepel kan een dubbel Plissé gordijn gemaakt worden wat nog eens een $R_c = 0,5$ oplevert.



5. Beter isoleren van de verticale ruiten

De serre verliest veel warmte op vier manieren. (1) Door het glazen dak. (2) door de glazen ramen en deuren. (3) door de stukken muur onder de glazen ramen. (4) door de vloer. Het warmteverlies door de ruiten is meestal het grootste. Bij een vloerverwarming moet deze op een goede isolatielaag gemonteerd zijn.

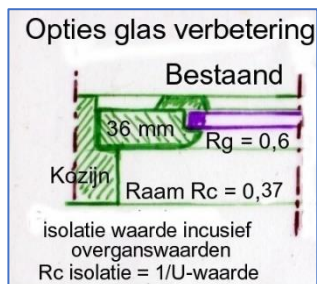
Figuur 19.

In deze serre uitbouw kan tegen de binnenzijde van de verticale ruiten eenvoudig een serie extra HR⁺⁺ ruiten geplaatst worden (aan de noordzijde)¹⁴, maar het glazen dak blijft dan een groot warmtelek.

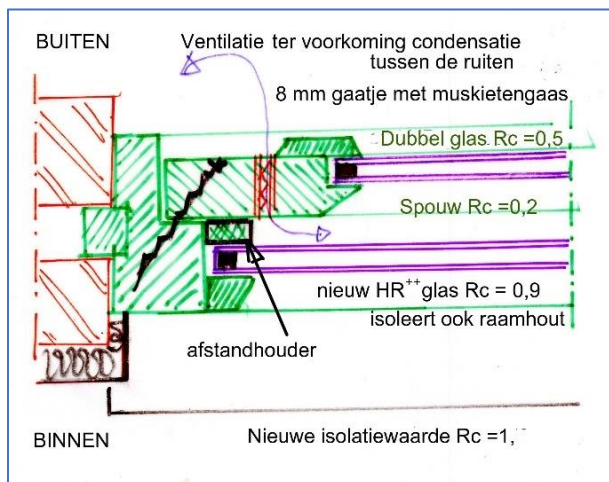
Een zonwering aan de buitenkant werkt beter dan deze gordijnen binnen.



Het beter isoleren van de verticale serreruiten die in een 36 mm dik raamwerk zitten (links) kan op eenvoudige wijze door aan de binnenzijde in het kozijn een extra HR⁺⁺ ruit te plaatsen¹⁵. De glaslat kan even breed als het bestaande raamwerk. Hierdoor verbetert de isolatiewaarde van de constructie tot Rc 1,5. Extra binnen geplaatste HR⁺⁺ isolatieruiten aan de zonkant hebben echter beperkende voorwaarden.



Figuren 20. Links. Het oude isolatieglas heeft een lage isolatiewaarde. Het raamhout heeft een nog lagere isolatiewaarde. **Rechts.** Het buitenraam wordt permanent vastgezet. De extra HR⁺⁺ ruit aan de binnenzijde wordt met een afstandhouder latje in het kozijn gemonteerd. Belangrijk: de ruiten eerst goed schoonmaken. De glaslat aan de binnenkant van de HR⁺⁺ kan even breed gemaakt worden als het bestaande raamhout.



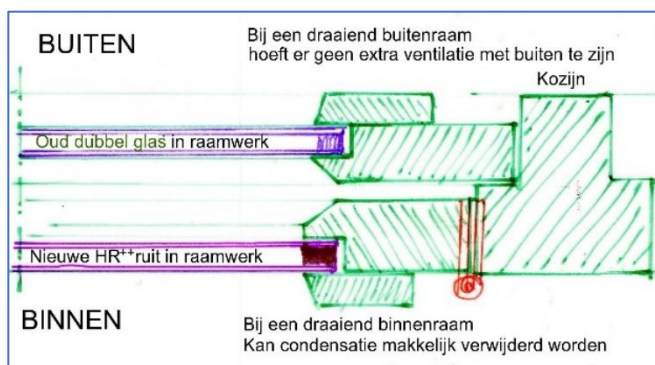
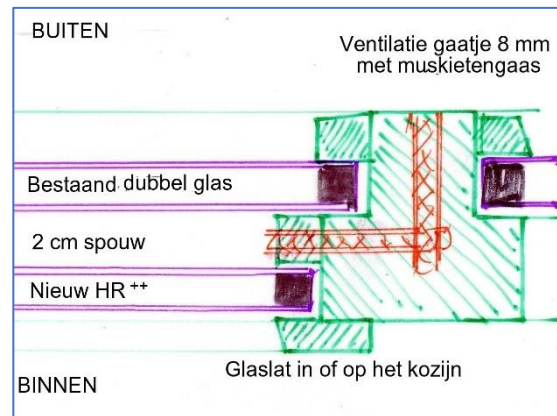
¹⁴ Zie de details van tweedubbel glas in het document "Tweedubbel glas" op www.nienhuys.info

¹⁵ Voor meer informatie over tweedubbel glas, zie het aparte document op www.nienhuys.info

De toepassing van extra HR⁺⁺ ruiten zijn economische opties waarbij de nieuwe isolatiewaarde van de ramen ongeveer even goed is als bij Tripleglas, maar voor de helft van de kosten. Deze optie is relevant wanneer het dubbelglas ruiten zijn die nog van goede kwaliteit zijn. Echter deze optie is minder gewenst wanneer er al HR⁺ ruiten in zitten én de ramen de volle zon krijgen. Dan kan namelijk thermische breuk ontstaan.

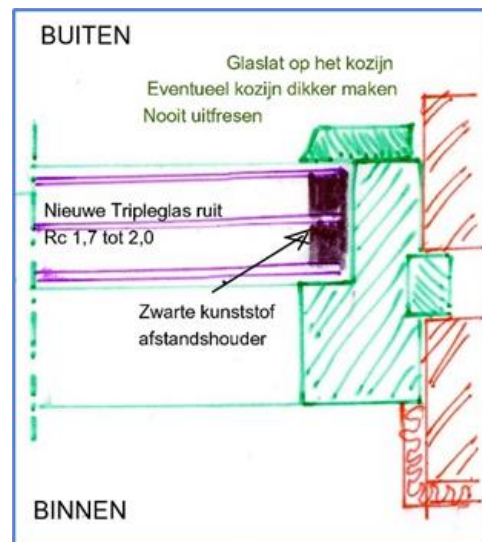
Figuur 21. Rechts. Bestaande dubbel glas ruiten zitten direct in het kozijn. Twee-dubbel glas met ventilatie van de spouw naar buiten. De gaatjes moeten van buitenaf naar boven worden geboord zodat er geen inwatering ontstaat. Gaatjes van binnen schilderen. Door een extra lange boor te gebruiken kan het horizontale gaatje dicht langs de ruit worden geboord.

Het muskietengaasje voorkomt dat insecten tussen de ruiten gaan wonen.



Figuren 22. Links. Wanneer de ramen draaibaar zijn dan is het maken van een ventilatieopening naar buiten niet nodig.

Rechts. Verwijderen van oud glas en plaatsen van Tripleglas.



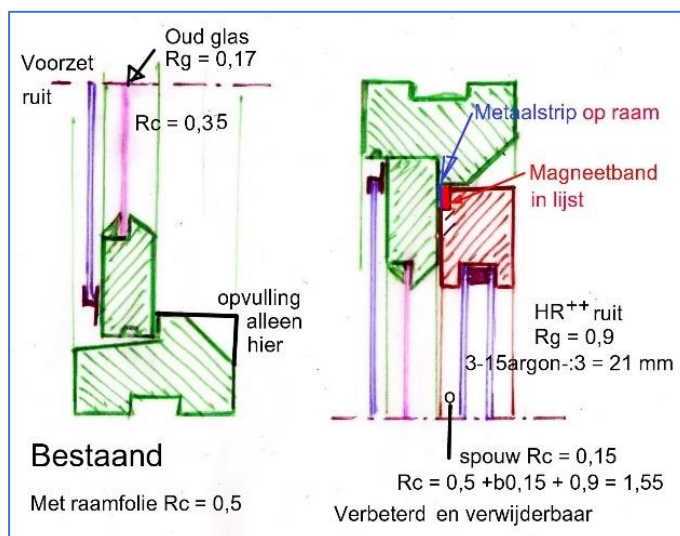
De Tripleglas optie is meestal duurder dan de optie met twee-dubbel glas wanneer er niet veel timmerwerk gedaan hoeft te worden, maar is wel een meerwaarde van de woning. Het is belangrijk dat bij onvoldoende sponningdiepte het kozijnhout aan de buitenzijde **dikker** wordt gemaakt door het watervast verlijmen en opschroeven van latten en nooit de sponning wordt uitgefreesd.

Opgelet. Tripleglas komt in verschillende kwaliteiten voor bijna dezelfde m² prijs. Kies daarom altijd voor de hoogste isolatiewaarde(dikste ruit) met een zwarte warm-edge spacer en pas de sponning overeenkomstig aan.

Bij monumenten mogen de buitenruiten van enkel glas (Rc 0,2) soms niet vervangen worden, ook al zit er soms al een voorzetraam op. Het enkel glas met het voorzetraam geeft slechts een lage isolatiewaarde van Rc = 0,4. Aan de binnenzijde kan dan een draaibaar of een vast raam geplaatst worden met HR⁺⁺. Wanneer er geen vast raam geplaatst mag worden kan wellicht een achterzetraam met een magneetstrip worden geplaatst.

Figuur 23. Wanneer het een vast of openzetbaar raam betreft kan er een los achterzetraam gemaakt worden dat met een magneetstrip wordt bevestigd. Voor de zomerperiode kan dit losse raam apart opgeslagen worden. De toepassing van een isolerende zwarte 'warm edge' of TGI-spacer bij nieuwe HR++ ruiten wordt altijd aanbevolen.

Roeden moeten altijd op het glas worden geplakt, want ertussen verlaagt de isolatiewaarde.



6. Tweedubbel verticaal glas of dubbele dakramen op de volle zon.

De thermische breuk ontstaat meestal vanuit een kleine beschadiging aan de glasrand. Deze is vooraf niet te zien en achteraf niet te constateren.

Figuur 24. Thermische breuk vanuit de spacer door hoge spanningen in het HR++ glas door grote temperatuurverschillen en vaak in combinatie met stoten.

Bij twee-dubbel glas zal de temperatuur in de spouw tussen de ruiten in de volle zon sterk oplopen als beide isolatieglas ruiten met Low-E coating hebben.



Om dat risico te verminderen kan:

- Aan de buitenzijde van de buitenste ruit een goede zonwerende coating aanbrengen. Dat vermindert sterk de zoninstraling (maar ook in de winter, dus minder warmte opbrengst).
- Aan de buitenzijde een zonwerende doek of rolgordijn.
- De toepassing van een 'warm edge' of Tgi-spacer als afstandshouder.
- Voorkomen dat er randbeschadigingen aan het glas zitten (meestal niet te zien).
- Een spouw tussen de ruiten houden van minimaal 20 cm.
- Toepassing van **gehard glas** dat een veel hogere spanning kan hebben dan floatglas.
- De glashandel die de ruiten levert en plaatst zal een garantie moeten geven¹⁶.

¹⁶ Het plaatsen van twee-dubbel isolatieglas (totaal R_c 2,0) door de glazenier is geen courante activiteit. De glazenier zal er de voorkeur aan geven om een goede kwaliteit Tripleglas (R_g 2,0) te leveren, maar dat is

Figuur 25. Zonwerende folie moet altijd aan de buitenzijde zitten en kan verschillende sterktes hebben, eenmaal op alle ruiten geplaatst is het verschil niet te zien.



Vaak ontstaat thermische breuk wanneer er langs de spacer al een kleine beschadiging is (bij inzetten), van waaruit de ruit barst. Dit is dan achteraf niet meer te constateren. De combinatie van gedeeltelijke verhitting van de ruit door een sterke slagschaduw (balkon) en een schok (schuif/rol deur) kan ook thermische breuk veroorzaken.

Figuur 26. Extra horizontale ruiten onder een serre dak of een lichtstraat kunnen niet altijd aan de bestaande balken worden bevestigd. Dit hangt af van zowel de sterkte en stijfheid van die balken.

Serres kunnen van een erg lichte/zwakke constructie zijn, of de dragers kunnen van metaal zijn (foto). Oude houten dragers kunnen vervormd zijn en door gaan zakken.

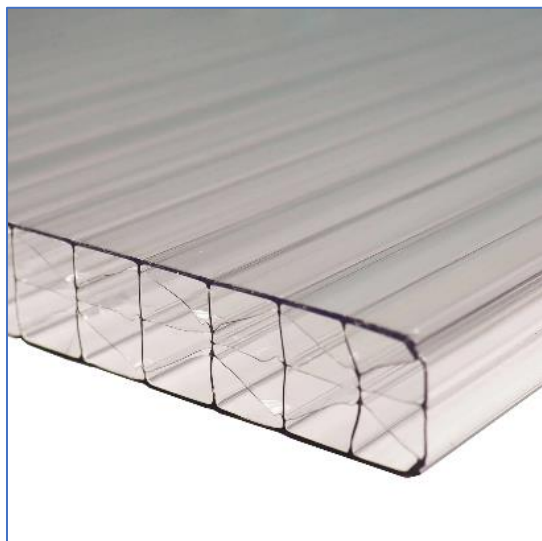
Metalen dragers mogen geen lichtpunt in het midden hebben, want dat geeft verzwakking op de plaats van het grootste moment.



Bij een te zwakke dakconstructie kan overwogen worden om een onderplaat van heldere dubbelwandige holle Polycarbonaat plaat aan te brengen¹⁷. Dat levert goede extra isolatie op (+ Rc 0,5) terwijl het veel licht doorlaat. Echter, in dat geval zijn sterren en bomen niet meer in detail goed zichtbaar

minstens tweemaal zo duur en dan wordt een vaak nog goede HR⁺ of HR⁺⁺ ruit weggegooid. Per situatie en zonoriëntatie moet er gekeken worden wat de mogelijke zonbelasting is.

¹⁷ Holle Polycarbonaat kanaalplaten (Lexan [™]) komen ook in opaal, wat een diffuus licht geeft met 65% licht doorlaat. Hierop is vuil aan de buitenkant minder zichtbaar en geeft wel heel veel licht. Vooral nuttig bij inkijk van de burens. De platen komen ook met zijanten die waterdicht geschakeld gelegd kunnen worden.



Figuren 27. *Links:* Dubbelwandige heldere Polycarbonaat kanaalplaat 16 mm dik heeft 4 luchtkamers en een $R_c = 0,5$ en lichtdoorlaat 85%. *Rechts:* Onder een lichtstraat op de volle zon kan een dragende rand gemaakt worden (zwarte lijn) waar de holle Polycarbonaatplaat (groene lijn) op wordt gelegd.

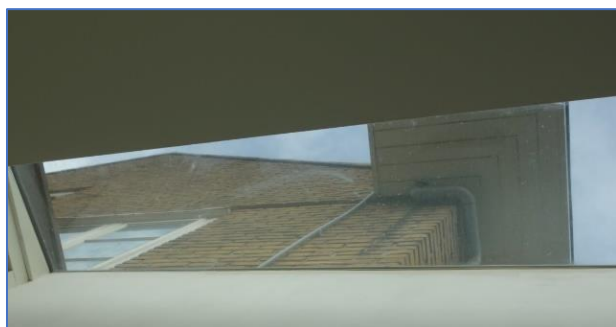
Afhankelijk van de situatie kan ook tweemaal de dubbelwandige polycarbonaat plaat ($R_c = 0,5$) worden toegepast met een luchtpouw ertussen (samen $R_c = 1,2$).

7. Een HR⁺⁺ ruit onder een lichtstraat aanbrengen

De voordelen van een geharde HR⁺⁺ ruit zijn de duurzaamheid en de betere isolatie, gecombineerd met volledige transparantie. Om de HR⁺⁺ ruit het onder een dakraam of lichtstraat aan te brengen is het werk voor ten minste twee personen (en steigerwerk), maar bij een goede maatvoering kan de ruit zonder meerkosten bij de glashandel besteld worden. Wanneer dat door een glasbedrijf uitgevoerd wordt brengt dat arbeidskosten en steigerkosten met zich mee. De glaslatten moeten eerst op maat gemaakt en in de gewenste kleur geschilderd.

Wanneer de lichtstraat op de volle zon georiënteerd is dan is het wenselijk om aan de buitenzijde een warmte/zonwerende folie aan te brengen ter vermindering van het risico van thermische breuk.

Afhankelijk van de grootte van het daklicht of lichtstraat kan het mogelijk zijn dat verschillende ruiten moeten worden aangebracht met een eigen ondersteuning. Gehard glas is veel sterker (grotere overspanning) en heeft minder thermische breukrisico. Afhankelijk van de oriëntatie kan de onderst ruit minder zonlicht krijgen.



Daklicht van serre of aanbouw beter isoleren.

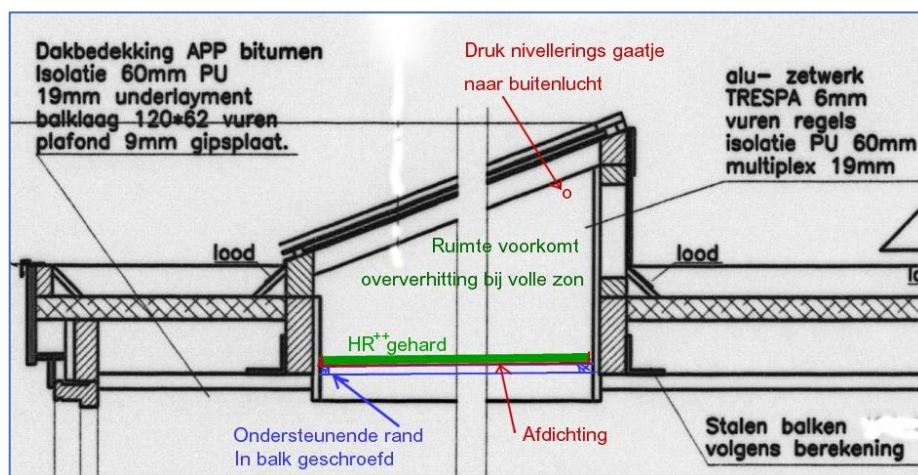
Door Sjoerd Nienhuys, woonenergie adviseur, juli 2025 www.nienhuys.info

Figuren 28. Bij oudere HR ruiten wordt de nieuwe isolatiewaarde bij een extra goede kwaliteit HR⁺⁺ ruit $R_c \approx 1,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Figuur 29. Bij een horizontale (geharde) onder-ruit is die ruit kleiner dan de schuine en is de montage makkelijker. Bij sterke zonlicht inval zal bij een horizontale positie de ruimte tussen de ruiten wel warm worden. Door de ruimte met buitenlucht een beetje te ventileren wordt condensvorming voorkomen. Bij veel zoninstraling kan een zonwerende folie buitenom worden toegepast.



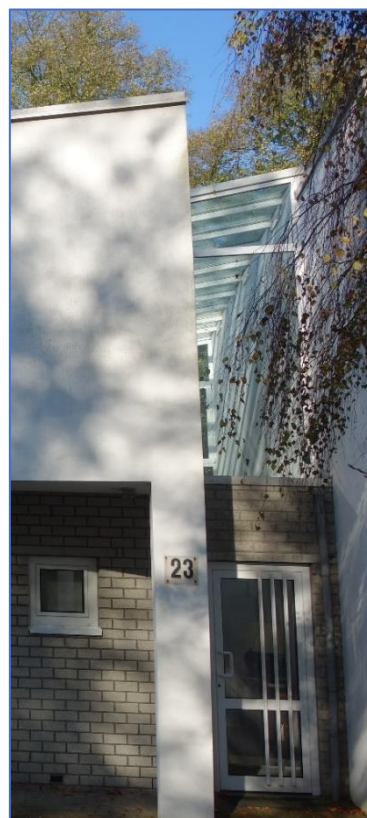
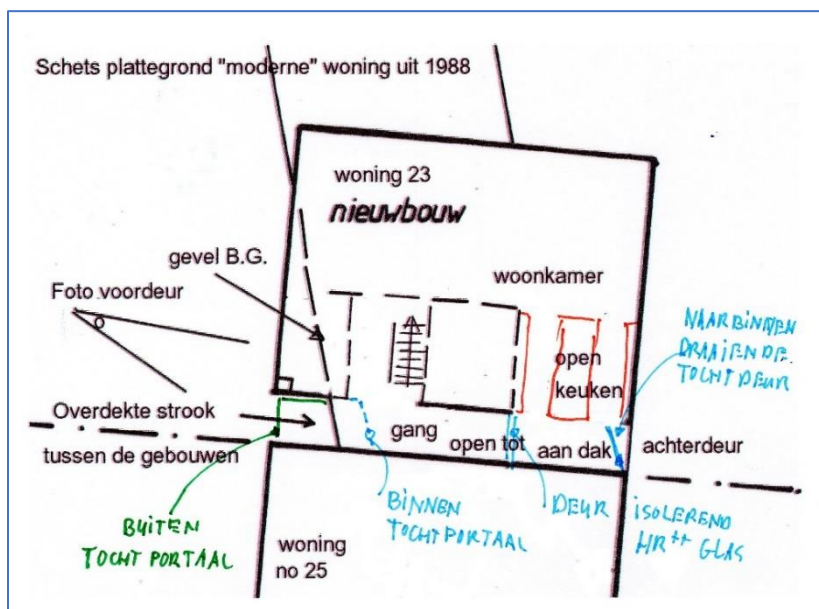
Figuur 30.
Constructiedetail van een oude lichtstraat. De ruimte boven de extra HR⁺⁺ ruit moet licht geventileerd worden met buitenlucht zodat condens kan verdwijnen.



Het ventilatiegatje is relevant wanneer het daklicht in de volle zon staat want dan zet de lucht in de opgesloten ruimte uit. Er moet dan met buitenlucht geventileerd worden, anders kan er bij koud weer condens aan de binnenkant ontstaan. Het gaatje moet waterdicht zijn (schuin afwateren) en een gaasje hebben (propje muskietengaas) om te voorkomen dat er insecten in kruipen.

8. Speciaal geval

De volgende woning heeft een heel groot en lang dakraam op de eerste etage als koppeling tussen twee woningen. Omdat ter plaatse geen etage vloer aanwezig is loopt alle warmte van de woonvertrekken en de via open keuken naar het dak. Daarbij zijn zowel de glazen voordeur als achterdeur slecht isolerend.



Figuur 31. Links. Plattegrond met poistie van open keuken die in open verbinding staat met de gang die tot aan het daklicht-sraat open is. Rechts. Foto vanaf buiten genomen. Het is mogelijk om een buiten tochtportaal te maken, maar dat is duurder dan een binnen tochtportaal, terwijl er binnen voldoende ruimte is.

Bij deze woning zijn er meerdere opties.

1. Een binnen tochtportaal met isolerend HR++ glas en een stukje plafond. Dit geeft nog voldoende ruimte voor de trapopgang.
2. Over de hele lengte van de open gang een dubbele polycarbonaat kanaalplaat, aansluitend op het plafond van het binnen tochtportaal en het plafond van de keuken.
3. Een naar binnendraaiende isolerende tochtdeur aan de binnenzijde van de keukendeur. In de zomer kan deze open blijven staan tegen de muur van de andere woning.

Het afsluiten van de keuken was geen goede optie want dat zou ook een flinke verbouwing van die keuken moeten inhouden en dan zou de hoge gang een beetje een verloren ruimte worden. Door het kortere en beter geïsoleerde daklicht (door het licht doorlatende plafond) aan de onderkant van de keuken is er al een aanzienlijk beperking van het warmteverlies. Daarnaast is de extra deur ook een sterke maatregel.

De dubbelwandige polycarbonaatplaten spannen over de breedte van de gang en zijn op een houten richel of in een aluminium T profiel opgelegd. De bevestiging aan de muur kan met schroeven.

9. Samenvatting

De isolatiewaarde van een nieuwbouw dak is Rc 6,3 m².K/W. Dat is aanzienlijk beter dan welk dakraam of glas. Hierdoor is een daklicht in een woonkamer, woonkeuken of ander verwarmde ruimte altijd het punt van het grootste warmteverlies.

De volgende tabel vergelijkt de verschillende isolatie opties.

	Omschrijving	U-waarde w/m ² .K	Rc-waarde m ² .K/W	Netto € aanschaf Per m ²	Netto € extra materiaal Per m ²
	Dakisolatie nieuwbouw	0,16	6,3		
0	Polycarbonaat lichtkoepel enkelwandig	5,0	0,2		
1	Polycarbonaat lichtkoepel dubbelwandig	2,5	0,4		
2	No 1 met een Thermocover folie	1,7	0,4 + 0,2 = 0,6		5
3	No 1 met twee Thermocover folies	1,25	0,4 + 0,4 = 0,8		10
4	No 1 met 1 Acrylplaat	1,7	0,4 + 0,2 = 0,6		30
5	No 1 met twee Acrylplaten	1,25	0,4 + 0,4 = 0,8		30
6	No 1 met HR ⁺⁺ ruit eronder	0,7	0,4 + 0,2 + 0,9 = 1,5		150
7	Vervangen door HR ⁺⁺ ruit met opstand	1,2	0,85	300	
8	HR ⁺⁺ ruit met Acrylplaat	0,95	0,85 + 0,2 = 1,05		30
9	HR ⁺⁺ ruit met extra HR ⁺⁺ ruit	0,5	0,85 + 0,2 + 0,9 = 1,95		150
10	Vervangen voor Tripleglas + opstand	0,6	1,7	1500	
11	Vervangen voor goed Triple glas	0,5	2,0	1700	
12	Vervangen voor Vacuümglas +opstand	0,42	2,4	2000	
13	Tripleglas plus extra HR ⁺⁺	0,35	1,7 + 0,2 + 0,9 = 2,8		150
14	Solartube, light tube 25 cm	0,5	2,0	500	
15	Solartube, lichtbuis 35 cm diameter	0,5	2,0	700	

Extra kosten zijn er voor de volgende aanpassingen.

- Zonwerende coating.
- Plissé gordijnen aan de binnenzijde. Plus euro 500
- Openzetbaar (met de hand of elektrisch bediend). Plus euro 1000.
- Beloopbaar buitenop.

Zonder specificatie zal de glashandel altijd de minst isolerende ruit leveren in de categorie. HR⁺⁺⁺ is een fantasie benaming. Alleen HR⁺⁺ is vastgelegd in de bouwnorm U-waarde $\leq 1,2$ W/m².K. = Rg $\geq 0,83$
Driedubbel glas (6 ruiten?) is ook een verkeerde benaming voor driedubbel of Tripleglas.

Figuur 32. Bij dak opbouwen in HR⁺⁺ of Tripleglas is het belangrijk dat de spacers thermisch isolerend zijn (zwart, warm edge). Ook hier zal anti-doorval beveiliging noodzakelijk zijn.

Onder de dakopbouw kan ook hier een extra HR⁺⁺ ruit horizontaal geplaatst worden (gelamineerd) en de tussenruimte licht geventileerd met buitenlucht tegen condensvorming.



Daklicht van serre of aanbouw beter isoleren.

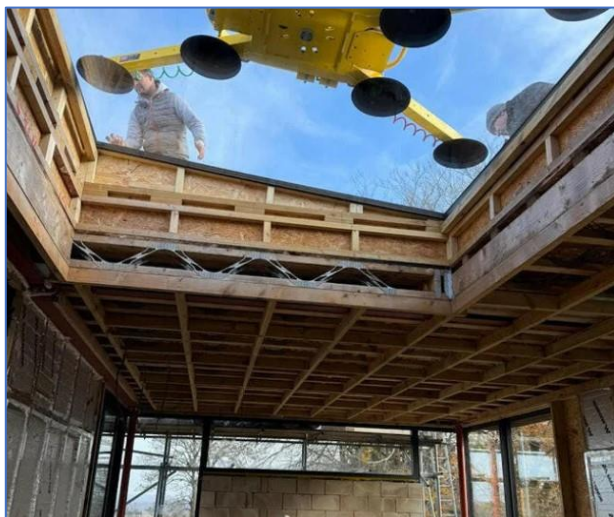
Door Sjoerd Nienhuys, woonenergie adviseur, juli 2025 www.nienhuys.info

Figuur 33. Bij dakramen aansluitend op een dak kan er bij wind en regen stuwing naar boven ontstaan waardoor het regenwater achter langs het dakraam loopt.

In deze opstelling moet er een goot zijn die het water naar de zijkant afvoert.



Grote dakramen van tripleglas hebben 4 ruiten (de onderste is gelamineerd). Hierdoor zijn ze zwaar en moeten vaak met een kraan geplaatst worden. De kraankosten zijn ook extra.



Figuur 34. Solartubes kunnen tot 60 cm diameter gemaakt worden. Ook met een verlengbuis kunnen ze licht brengen naar een lagere etage. In de onderzijde van de Solartube is het mogelijk om goede LED-verlichting te hebben. Ze kunnen ook in een schuin dak of de zijgevel geplaatst worden.