

## TWEEDUBBEL ISOLATIEGLAS

### Extra HR<sup>++</sup> achterzetruiten voor goede raamisolatie



**Abstract:** Een overzicht van de isolatie verbeteringsopties van vaste ruiten door de plaatsing van HR<sup>++</sup> achterzetruiten (binnen) of voorzetruiten (buiten) als alternatief op Tripleglas. Vooral interessant voor de noordelijke ramen. Goede mogelijkheid voor Doe-Het-Zelf, want glazetters doen dit liever niet vanwege mogelijke problemen wanneer de zon op de ramen staat, of mogelijke condensatie. Met een extra HR<sup>++</sup> ruit wordt een hoge isolatiewaarde bereikt, vergelijkbaar met Tripleglas of Vacuümglas, maar tegen minder dan de helft van de kosten, terwijl het oudere maar goede isolatieglas niet wordt weggegooid. Een voordelige optie voor bijvoorbeeld slaapkamers wanneer men niet te oud isolatieglas (>2000) niet wil vervangen en wel optimaal de ruiten wil isoleren. Bij monumentale Glas-in-Lood ramen kan er aan de binnenzijde een raam met HR<sup>++</sup> glas bij geplaatst worden.

## Inhoudsopgave

1.	Verbeteren van isolatiewaarde van bestaande ramen en ruiten .....	3
2.	<b>Condensatie</b> .....	5
3.	Buiten voorzetruiten of binnen achterzetruiten.....	7
3.1.	Verschillende opties. ....	8
3.2.	<b>Monumenten en Glas-in-Lood</b> .....	9
4.	Aanpassen van het kozijn. ....	10
5.	Verschil tussen HR <sup>++</sup> binnen-achterzet of buiten-voorzetruit bij GiL.....	14
6.	Tweedubbel verticaal glas op de volle zon. ....	15
6.1.	<b>Binnen tussen of óp het kozijn</b> .....	17
6.2.	<b>Extra HR<sup>++</sup> binnen in de dag van het kozijn</b> . ....	18
7.	Draibare HR <sup>++</sup> voor- en achterzetruiten.....	20

Zie ook andere documenten op [www.nienhuys.info](http://www.nienhuys.info) over: “101-soorten-glas” en glasoplossingen en kozijnen of deuren.

En document: Vergelijking van isolatiewaarden van ruiten en terugverdiertijden.

En document: Glastest dunne ruiten in stoeltjesprofielen Raadhuis.

En document: Serre daklicht verbetering.

En document: Bovenlicht of trapraam beter isoleren.

### **Begrippen:**

Voorzetruit is aan de buitenkant van een ruit/raam/kozijn.

Achterzetruit is aan de binnenkant van een ruit/raam/kozijn.

Driedubbel glas (6 ruiten) komt waarschijnlijk niet voor in Nederland, bedoeld wordt Tripleglas of drievoudig glas dat bestaat uit drie ruiten die met spouw afstandhouders zijn samengevoegd.

Koudebruggen is een fysisch verkeerd begrip, afgeleid van koude bruggen (bruggen of verbindingen die koud zijn ten opzichte van de warme kant). Feitelijk zijn het warmtebruggen of warmtelekken waarover de warmte verdwijnt.

## 1. Verbeteren van isolatiewaarde van bestaande ramen en ruiten

De thermische isolatie van bestaande ramen en ruiten van enkel glas ( $R_g = 0,17$ )<sup>1</sup>, dubbel glas of ruit met voorzetrui ( $R_g \approx 0,4$ ), oud dubbel glas van vóór 1985 ( $R_g \approx 0,5$ ) of een oudere vorm van HR ( $R_g \approx 0,6$ ), of HR<sup>+</sup> glas ( $R_g \approx 0,7$ ), of HR<sup>++</sup> glas ( $R_g = 0,85$ ) kan verbeterd worden door verschillende opties.

- Toepassen van een kozijn of raamfolie met luchtspouw geeft een verbetering van  $+R_c \approx 0,2$
- Toepassen van een kozijn én raamfolie (2 X luchtspouw) geeft een verbetering van  $+R_c \approx 0,4$
- Vervangen van oude ruiten ( $R_g \approx 0,5$  tot  $0,6$ ) door 50 mm dik Tripleglas ( $R_g = 1,7$  tot  $2,0$ ).
- Vervangen van oude ruiten door 8,6 mm gehard Vacuümglas ( $R_g \approx 2,0$ ).
- Plaatsen van voor- en achterzetruiten van enkel glas en spouw  $\approx 18$  mm ( $+R_c \approx 0,2$ ).
- Vervangen van HR ruiten ( $R_c = 0,5$  tot  $0,7$ ) door HR<sup>++</sup> ( $R_c = 0,9$ ) levert slechts een beperkte isolatieverbetering van respectievelijk  $\approx 40\%$  en  $20\%$  op tegen vrij hoge kosten<sup>2</sup>.
- **Het plaatsen van een extra HR<sup>++</sup> ruit** (goede kwaliteit  $R_g \geq 1$ ) met spouw ( $+R_c = 0,2$ ) levert dan toegevoegde waarde op van  $R_c \approx 1,2$ . Dit heeft een  $\approx 2,5$  X betere isolatiewaarde op voor minder dan de helft van de kosten van het vervangen door een Tripleglas ruit.

De  $U_g$ -waarde<sup>3</sup> van glas (in  $\text{Watt/m}^2\cdot\text{Kelvin}$ ) is de mate van warmteverlies of warmtetransmissie (Uitgang). Het omgekeerde is de warmteweerstand of isolatiewaarde, de  $R_{\text{glas}}$ -waarde (Resistentie<sub>glas</sub> in  $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$ ). In de glashandel wordt de  $U_{\text{glas}}$ -waarde (zonder het kozijn) meestal aangeduid. Het raamhout of het kozijn heeft een eigen  $R_c$ -waarde ( $R_{\text{constructie}}$ ). Hoe kleiner de ruiten zijn, hoe groter de invloed van de lage  $R_c$ -waarde van het kozijn is en de rand van het isolatieglas (*Spacer*).

### **$R_{\text{glas}}$ -waarde ( $R_g = \text{isolatiewaarde van alleen het glas}$ ).**

De  $R_{\text{constructie}}$ -waarde ( $R_c$ ) wordt berekend op basis van overgangswaarden en thermische materiaal weerstanden van alle combinaties van materialen en spouwen die in die constructie aanwezig zijn bij gevels, daken, vloeren, enz. Glas veroorzaakt meestal het grootste warmteverlies/ $\text{m}^2$  in een gebouw.

Het warmteverlies ontstaat door een combinatie van straling (infrarood  $\approx 65\%$ ), convectie, conductie en ventilatie (samen  $\approx 35\%$ ) tussen materialen/lucht. Extra warmteverlies ontstaat door mechanische ventilatie zonder WarmteTerugWinning (WTW). Tocht is een vorm van ventilatie.

Per 1 januari 2021 zijn er in het Bouwbesluit minimumeisen gesteld aan de thermische schil van een nieuw gebouw. Dit zouden ook de streefwaarden moeten zijn voor verbouw en duurzame bouw.

**Gevels:  $R_c$ -waarde  $4,7 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ .**

**Ramen en deuren<sup>4</sup> gelijk aan HR<sup>++</sup> =  $R_g \geq 0,833 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$** , dat is  $1/6^{\text{de}}$  van de gevelisolatie; ook voor panelen en zijkanten van dakkapel: Ook met de verbeterde minimumnormen blijven de ramen en deuren de minst geïsoleerde oppervlaktes van een gebouw. HR<sup>++</sup> is een minimumnorm<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Dit is de officiële gemiddelde waarde voor Nederland, bestaande uit de binnen en buiten overgangswaarden. Praktisch kan ook gerekend worden met een isolatiewaarde van  $0,2$ .

<sup>2</sup> Deze optie wordt meestal door glazeniers aanbevolen omdat het HR<sup>++</sup> de minimumnieuwbouwwaarde is en daarom snel en voordelig beschikbaar, maar het is niet de beste isolatieoptie. Dat betekent dat de woningeigenaar nog steeds met relatief hoge verwarmingskosten blijft zitten vanwege matige glasisolatie.

<sup>3</sup> Deze  $U$ -waarde wordt door het glasbedrijf aangegeven en is het omgekeerde van de  $R_g$ -waarde.

<sup>4</sup> Deze waarde is vastgesteld met als referentie HR<sup>++</sup> beglazing ( $U_g < 1,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ) met een aluminium afstand houder ( $U_g = 0,06 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ) in een houten kozijn (forfaitaire  $U_k$  waarde  $2,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ). Zie ook het Bouwbesluit: [https://www.bouwbesluitonline.nl/Inhoud/docs/wet/bb2012\\_nvt/11/algemeen-deel-nota-van-toelichting-staatsblad-2013-75/6](https://www.bouwbesluitonline.nl/Inhoud/docs/wet/bb2012_nvt/11/algemeen-deel-nota-van-toelichting-staatsblad-2013-75/6)

<sup>5</sup> Wanneer een klant een bestelling doet bij een glasbedrijf is het belangrijk dat de gewenste  $U$ -waarde wordt opgegeven. Zonder die specificatie krijgt de klant meestal de minimum kwaliteit van HR<sup>++</sup> =  $U = 1,2$  of  $R_c = 0,833$ . Sommige glasbedrijven hebben ook HR<sup>+++</sup> wat dan wat beter isoleert dan HR<sup>++</sup>. Echter deze ++++ waarden liggen niet vast en garanderen dan ook geen bepaalde  $U_g$ -waarde.

Om een bestaande met een betere situatie te vergelijken is de **Rc-waarde belangrijk**. Bij een twee keer zo goede Rc-waarde (isolatiewaarde) wordt het warmteverlies gehalveerd.

De kosten van aanpassing zijn afhankelijk van:

- De kosten van de achterzetruit (aan de binnenkant) of voorzetruit (aan de buitenkant)<sup>6</sup>.
- Noodzakelijke aanpassingen van het kozijn of raam en hang-en-sluitwerk<sup>7</sup>.
- De kosten van de afwerking zoals schilderen. Met Doe-het-Zelf is minstens 50% goedkoper.
- De lange-termijn onderhoudskosten. Kunststof en aluminium hebben de laagste kosten.
- De bereikbaarheid van de ruiten; van binnen of van buiten, begane grond of etage.
- De kosten van gordijnen, jaloezieën, vitrages en folies die aanvullende isolatie geven.
- Het economische voordeel van een betere isolatie en daardoor altijd lagere energiekosten.<sup>8</sup>
- Waardevermeerdering van de woning bij een goed uitgevoerde isolatiemaatregel.

Woonvertrekken die in de winter verwarmd worden hebben het grootste temperatuurverschil met buiten en daarmee ook het grootste warmteverlies/m<sup>2</sup>. In deze ruimtes heeft een hoge Rc-waarde van de gevel en glas een hoger rendement dan bij minder verwarmde ruimtes zoals de slaapkamers.

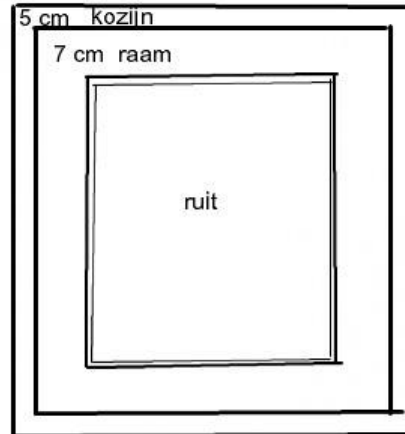
In woonvertrekken wil men glashelder naar buiten kunnen kijken en hebben de ramen vaak grote afmetingen. Het is wel mogelijk om hier voor Acrylaat voor- of achterzetruit te kiezen, maar dat wordt niet gezien als een waardevermeerdering van de woning, bovendien is de toegevoegde isolatie van een enkele luchtsponw slechts ongeveer  $R_c \approx 0,2 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ .<sup>9</sup>

Voor de juiste begripsvorming is het volgende relevant:

*Figuur 1. Het kozijn zit vast in de muur. In het kozijn kan direct de ruit worden geplaatst, zoals HR<sup>++</sup> en Tripleglas. Die ruiten zijn dan niet te openen of beweegbaar. Boven op het nieuwe glas kan een ventilatierooster geplaatst worden<sup>10</sup>.*

*In het kozijn zit vaak een raamwerk dat al dan niet geopend kan worden. In het raamwerk zit een ruit.*

*Veel advertenties gebruiken de termen 'raam' en 'ruit' door elkaar. Bijvoorbeeld: bouwmarkten bieden raamfolie aan, maar dat is dan glasfolie (folie voor op het glas of op de ruit). Dat is niet hetzelfde als isolerende raam- of kozijnfolie dat op raamhout of kozijn wordt geplakt en daardoor een isolerende luchtsponw creëert.*



Kozijn met raam

Bestaand raamhout is meestal tussen de 36 mm tot 42 mm dik.

<sup>6</sup> Zie voor een uitgebreide vergelijking van opties het document: Vergelijken van isolatiewaarden van ruiten op [www.nienhuys.info](http://www.nienhuys.info) Raam- of kozijnfolie is in een wintermaand is terugverdiend.

<sup>7</sup> Hierbij moet worden opgemerkt dat de meeste glasbedrijven geen vast timmerbedrijven hebben en ook vaak tegen de klant zeggen dat die eerst zelf maar een timmerbedrijf moet aanstellen om het kozijn aan te passen. De klant moet dan de dikte van de nieuw te bestellen ruit kennen.

<sup>8</sup> Bij woningen die een goede (All-electric) warmtepomp hebben zal de terugverdientijd op de energierekening langer worden omdat de energiekosten vanwege die warmtepomp lager zijn dan bij een gas-Cv.

<sup>9</sup> Zie: 'Voorbeeld van Berekening van de **Terugverdientijd van een Isolatiemaatregel** 'op [www.nienhuys.info](http://www.nienhuys.info)

<sup>10</sup> Zie document: 'Ventileren van oudere Woningen' op [www.nienhuys.info](http://www.nienhuys.info)

Alleen wanneer de woningeigenaar specificeert dat en Tripleglas in moet en de U-waarde (= 1/isolatiewaarde) van dat Tripleglas aangeeft zal een timmerbedrijf een dergelijk raam of terrasdeur maken. Zonder specificaties van de woningeigenaar krijgt deze meestal een raam/deur met het dunnere en minder isolerende HR<sup>++</sup> glas.

De isolatiewaarde van het raamhout is  $R_c \approx 0,35$  inclusief de twee overgangswaarden voor binnen en buiten. Bij enkel glas zijn het 40 mm raamhout ( $R_c \approx 0,35$ ) en het glas ( $R_c = 0,2$ ) dan de minst geïsoleerde oppervlakten waar het eerste **condens** optreedt. Om te voorkomen dat het vocht in het hout trekt, moet het verfwerk aan de binnenzijde goed onderhouden zijn en 2 mm op het glas geschilderd worden. Bij isolatieglas is het raamhout altijd het minst isolerend.

*Figuur 2. Typisch woonkamerraam. IR-foto van binnenuit. Hoe donkerder de kleur, hoe kouder het oppervlak. Het kozijnhout is hier het koudste met  $< 10^\circ\text{C}$ , dan het glas en tenslotte de buitenmuur van de voorgevel.*

*Het verbeteren van de isolatiewaarde van de ruiten zal energiewinst opleveren, maar het gemiddelde zal door de slecht isolerende kozijnen wat lager blijven dan de isolatiewaarde van het glas.*



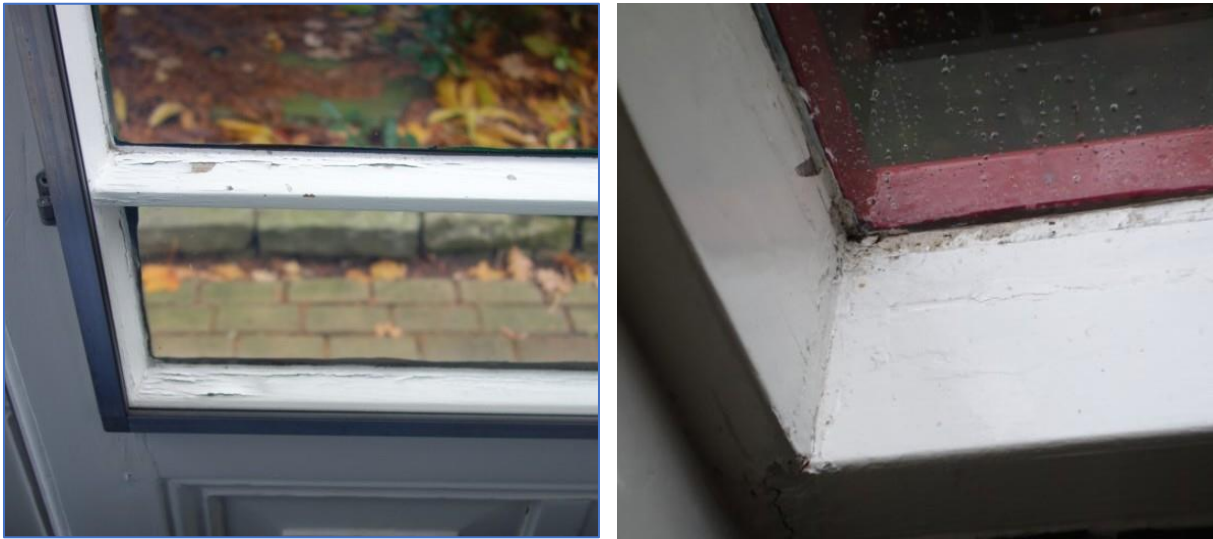
Het goed vochtdicht schilderen aan de **binnenzijde** én 2 mm op de ruit door-schilderen (binnen en buiten) voorkomt dat het vocht in de voeg van het raamhout of kozijn dringt. Bij vocht indringen zal het hout zwellen en barsten in de verf veroorzaken, waardoor er steeds meer vocht in het hout dringt. Zonder onderhoud zal dit raamhout gaan rotten.

## 2. Condensatie.

Condensatie treedt versneld op in **vochtige en warme ruimtes** zoals badkamer en wasmachineruimte (drogen van kleren), in combinatie met **onvoldoende ventilatie**.



*Figuren 3. Links: Isolatieglas met schimmelvorming op het niet-geschilderde raamhout (en houtrot). Rechts: GIL tussen glasplaten zonder Low-E coating heeft ook een lage isolatiewaarde ( $R_c = 0,4$ ) waardoor condens slecht geschilderd hout aantast. Dit hout gaat eerst barsten, dan dringt er meer vocht in.*



Figuren 4. Links: Buiten enkel glas en binnen een achterzetruit. Vocht is achter de ruit gekomen en de verf breekt door zwelling van het hout, waardoor er weer meer vocht in het hout kan trekken en het gaat rotten. Rechts: Enkel glas ruit met condens druppels. De kitvoeg heeft hier zwarte schimmelafzetting in de hoek.

Warme lucht kan/zal meer vocht vasthouden dan koude lucht. Het warm stoken van kamers waar vocht geproduceerd wordt kan daarom leiden tot meer condensatie op de koudste oppervlaktes. Bij muren trekt het vocht dan in de muur. Ze voelen dan koel/klam aan terwijl de isolatiewaarden van de muren daardoor verder daalt.



Figuren 5. Links. Het houtwerk van de dakramen met isolatieglas en de aluminium afstandshouder in het glas zijn de minst isolerende oppervlaktes. Bij zolders waar de was gedroogd wordt, treedt daar dan condensatie op. De bovenklep (handvat) van het dakraam moet dan naar beneden gedraaid worden om voor constante ventilatie te zorgen. Het houtwerk moet ook goed onderhouden worden.

Rechts. Condensatie op een slaapkamerraam. 's Nachts ademt men waterdamp en CO<sub>2</sub> uit. Daarom moeten slaapkamers vooral 's nachts constant geventileerd worden.

Hoe warmer de slaapkamer is (lucht bevat dan meer vocht), hoe meer condensatie er optreedt.

Door het raam op de kleinste kierstand te zetten wordt meestal al voldoende ventilatie verkregen.

Met een decentrale ventilatie met WTW (of ook inclusief CO<sub>2</sub> regeling) wordt condensatie sterk verminderd.



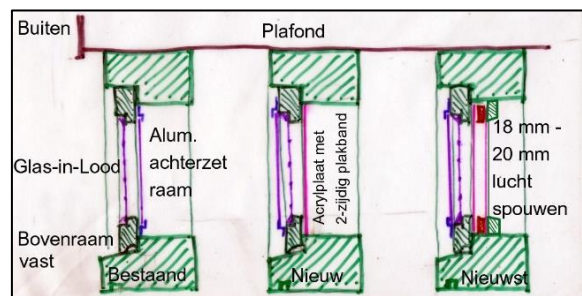
Bij de toepassing van goede raam isolatie zoals Tripleglas, Vacuümglas en tweedubbel HR glas (bestaand HR<sup>+</sup> buiten en een nieuwe HR<sup>++</sup> ruit binnen) zal er in de herfst aan de buitenkant van de ramen condens optreden. Dit wordt veroorzaakt omdat bij hoge luchtvochtigheid, condens neerslaat op een glad/koud oppervlak. Feitelijk betekent het ook dat de ramen dan goed geïsoleerd zijn. 😊

*Figuur 6. Buitenzijdig condens op een goede Tripleglas ruit (Rg = 2,0) in de herfst (kale bomen). Langs het kozijn treedt hier geen condens op omdat het kozijn en de glas afstandshouder (spacer) een iets mindere isolatiewaarde hebben dan het glas. Deze condens verdwijnt na enige tijd.*



### 3. Buiten voorzetruiten of binnen achterzetruiten

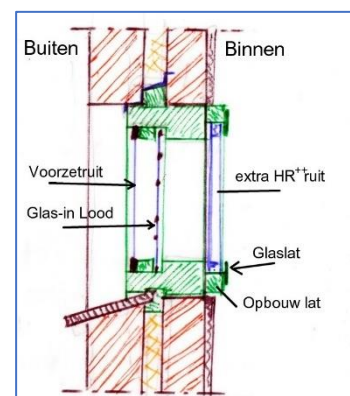
Voorzetramen worden aan de buitenkant gebruikt zoals bij Glas-in-Lood ramen. De buiten geplaatste voorzetruit beschermt het GiL maar zal het buitenaanzicht vlakker maken. Dat vlakker aanzicht wordt soms niet goedgekeurd wanneer het gebouw een rijksmonument is.



*Figuren 7. Bij dit GiL bovenraam zit er al aan de binnenzijde een aluminium frame binnen achterzetruit (Rc = 0,4). Door die binnen achterzetruit naar de buitenkant over te zetten, wordt het GiL goed beschermd. Aan de binnenkant kan dan een HR<sup>++</sup> geplaatst worden een luchtspouw van 18 mm (nieuwe Rc = 0,4 + 0,2 + 0,9 = 1,5) wat ≈3x zoveel isolatiewaarde oplevert.*

De kleine (< 50 cm x 50 cm = ¼ m<sup>2</sup>) HR<sup>++</sup> ruit kan zelf worden opgemeten (5 tot 7 mm kleiner dan de opening), bij de glashandel besteld en zelf geplaatst. Met een glaslat en transparante siliconenkit kan de ruit vastgezet worden. Wanneer het GiL direct in het kozijn zit dan kan de extra HR<sup>++</sup> ruit binnen op een steunlat die tegen het kozijn aan zit zodat het hele GiL in het zicht blijft.

*Figuur 8. Het GiL zit direct in de sponning van het kozijn. Buitenop is hier een voorzetruit bevestigd. Een glaslat in de sponning blokkeert het zicht op de decoratieve GiL ruit. Door een ondersteuningslat voor de extra HR<sup>++</sup> ruit op de binnenkant van het kozijn te plaatsen, blijft de hele GiL goed zichtbaar. De glaslat kan dun blijven want er staat geen winddruk op de ruit.*



Bij grotere ruiten dan 0,5 m<sup>2</sup> die achter een heldere glasruit geplaatst worden is het belangrijk dat er tussen de ruiten geen condens kan optreden. Dit kan alleen voorkomen worden wanneer tussen de ruiten met buitenlucht wordt geventileerd<sup>11</sup>. Hiervoor moeten in het kozijn één of meerdere gaatjes geboord worden (Ø8 mm) die een verbinding tussen buiten en de spouw tussen de ruiten hebben, maar geen verbinding met binnen. Per meter breedte is een gaatje 8 mm aanbevolen.

### 3.1. Verschillende opties.

Om te beoordelen of men grotere ruiten beter wil isoleren met een binnen geplaatste HR<sup>++</sup> ruit moeten de volgende overwegingen genomen worden:

- Wat is de huidige isolatiewaarde van de bestaande ruit? Wanneer dit een oudere isolatie ruit is van vóór 1990 dan is de isolatiewaarde relatief laag (< Rc 0,6) en kan de hele ruit beter vervangen worden met een goede kwaliteit HR<sup>++</sup> (Rc = 1,0) voor de slaapkamers of Tripleglas of Vacuümglas voor de woonkamers.
- Is er een ventilatioerooster nodig op het nieuwe glas, of is er voldoende andere ventilatie mogelijk voor de kamer? Als die andere ventilatie er niet is kan de oude ruit beter vervangen worden en er meteen een ventilatioerooster op gezet worden.
- Kan er in het kozijn Tripleglas geplaatst worden of Vacuümglas? Voor Tripleglas is een sponning van minsten 55 mm die noodzakelijk. Bij een te smal/dun kozijn/raam kan beter een Vacuümglas overwogen worden, zeker als er voor de toepassing extra timmerwerk (en schilderwerk) noodzakelijk is. Hier is het relevant om het totale kostenplaatje te beoordelen.
- Een glasbedrijf zal meestal geen tweede isolatieruit bij willen plaatsen, zeker niet aan een van de zonzijden van het gebouw, omdat dan de kans op thermische breuk kan ontstaan. Een glaszetbedrijf doet ook zelden timmerwerk.
- Het plaatsen van de extra binnenruit in het kozijn zal de doorzichtopening van het glas iets kleiner maken vanwege de dikte van de afstandshouder en de glaslat.
- Een HR<sup>++</sup> ruit die ongeveer 1m<sup>2</sup> of groter is moet met twee personen geplaatst worden vanwege het gewicht en veiligheid (> 25 kg).
- Er moet een kleine ventilatieopening tussen de twee ruiten zitten met ventilatie naar buiten, dit om te voorkomen dat er warme vochtige lucht van binnenuit tussen de ruiten komt.
- Bij een kunststof of metalen kozijn is het niet goed mogelijk.
- Bij monumenten kunnen andere voorwaarden gesteld worden. Soms is het hier mogelijk dat gehele binnenkozijnen met isolatieglas wel zijn toegestaan.
- Is het een meerwaarde van de woning? Voor de slaapkamers is het tweedubbel glas een goede optie, maar voor de grotere ramen van de woonkamers zijn Tripleglas of Vacuümglas economisch voor de waarde van de woning betere opties.

---

<sup>11</sup> Binnen in de woning wordt vocht en CO<sub>2</sub> geproduceerd. Het vocht in de lucht condenseert op het koudste oppervlak. Wanneer er lucht van binnenuit tussen de ruiten kan komen dan komt er op de duur waterdamp tussen de ruiten en dat beslaat op de buitenste ruit. De aansluiting is namelijk zelden helemaal luchtdicht. Vanwege het temperatuurverschil tussen dag en nacht zal de twee-dubbele ruit als het ware ademen, waarbij er zonder buiten ventilatie in de winter steeds van binnen uit warme vochtige lucht wordt ingezogen. Het vocht condenseert 's nachts op de koudere buitenruit en de volgende dag herhaalt het proces zich. Wanneer er koude buitenlucht wordt ingezogen warmt deze op en dan condenseert dit niet. Het is technisch bijna onmogelijk om de binnen achterzetruit volledig luchtdicht te plaatsen.



### 3.2. Monumenten en Glas-in-Lood

Bij monumenten is er vaak een beperking van wat er aan de buitenkant aan de ruiten/ramen gedaan mag worden om ze beter isolerend te maken. Het plaatsen van complete extra ramen (van hout, kuststof of aluminium met HR<sup>++</sup> glas is dan een optie.

*Figuur 9. Bij dit monument zijn de buitenste ruiten oud/antiek glas ( $R_g = 0,2$ ) te vergelijken met enkel monumentenglas. Het aanpassen van deze ramen voor isolatieglas was vanwege de monumentenstatus geen optie. De dikke muren van het gebouw gaven de mogelijkheid om aan de binnenzijde een compleet kozijn te plaatsen met openzetbare ramen van HR<sup>++</sup> isolatieglas. Hierdoor konden de oude ruiten ook van binnenuit goed onderhouden worden. De nieuwe isolatiewaarde van deze constructie is nu  $R_g 0,2 + spouw R_c 0,2$  plus HR<sup>++</sup>  $1,0 = R_c 1,4$ .*



Het aan de binnenzijde plaatsen van een openzetbaar (dun) houten of aluminium raamwerk met HR<sup>++</sup> glas geeft het voordeel dat de ruiten aan beide zijden schoongemaakt kunnen worden. Dit geldt vooral ook voor oude stoeltjesprofiel ramen. Ofschoon in stoeltjesprofiel ramen wel vaak dun isolatieglas, monumenten isolatieglas (HR<sup>++</sup> met monumentenglas aan de buitenzijde) of Vacuümglas geplaatst mag worden, zal de gemiddelde isolatiewaarde van die ramen sterk verlaagd worden door het slecht isolerende raamwerk.<sup>12</sup> Een compleet achterzetraam is dan zowel goedkoper als geeft het een betere gemiddelde isolatiewaarde.

Bij monumentale of decoratieve GiL ramen kunnen deze tussen twee glasplaten gezet worden, maar dat verandert sterk het buiten aanzicht van het GiL. Bovendien kan er bij GiL geen Argongas gebruikt worden. Tenslotte is het belangrijk dat de opdrachtgever specifiek aangeeft dat het een HR<sup>++</sup> ruit moet worden, want anders wordt er door de glazenier geen Low-E coating toegepast en heeft de drievoudige ruit (met GiL ertussen) een lage isolatiewaarde ( $R_c \approx 0,5$ ).

Door bij een GiL ruit aan de binnenzijde een compleet raamwerk met HR<sup>++</sup> te plaatsen wordt de isolatiewaarde verhoogd van  $R_c 0,2$  tot  $R_c 1,4$  dus 7X beter isolerend.

*Figuur 10. Het oude GiL is altijd een beetje lek. Hierdoor vindt er lichte ventilatie plaats tussen buiten en de spouw tussen de ruiten. Hierdoor zal er tussen de ramen geen condens optreden wanneer het binnenste raamwerk goed afsluit (met tochtband geklemd) op het kozijn.*

*Bij goed afsluitende buitenramen is het noodzakelijk om licht ventilatie te creëren tussen de spouw en de buitenlucht om condensatie bij koud weer te voorkomen.*



---

<sup>12</sup> Voor meer informatie en berekeningen zien document "Raadhuistest" op [www.nienhuys.info](http://www.nienhuys.info)

In plaats van houten achterzetramen kunnen ook aluminium ramen toegepast worden van Belned of Grona. Deze komen in enkel glas (toegevoegde isolatiewaarde  $R_c = 0,2$ ) of HR<sup>++</sup> glas (toegevoegde isolatiewaarde  $R_c 1,0$ ). Deze worden met scharniertjes en knevels op het kozijn vastgezet. Hiervoor is aan de zijkant 2 cm breedte noodzakelijk. Een alternatief is dat ze worden vastgeschroefd (geen extra breedte nodig), maar dat is elke keer veel werk om ze los te maken al men de ruiten wil schoonmaken. Vanwege de rubberband die in het aluminium profiel zit sluiten ze goed aan op het kozijn.

Figuur 11. Enkel glas Belned achterzetramen (binnenzijde) leveren geen condensatie op de HR<sup>+</sup> buitenruit, omdat het temperatuurverschil tussen het binnen oppervlak van de achterzetruit en de HR<sup>+</sup> ruit gering is.

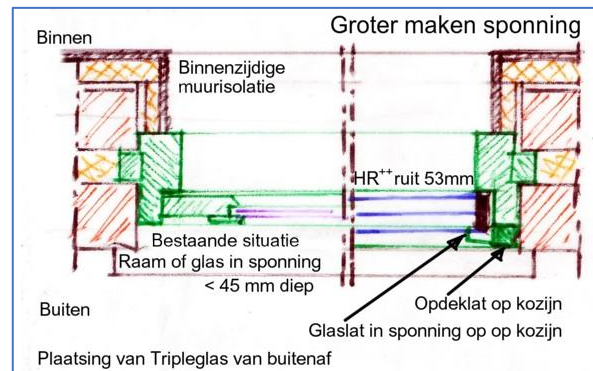


#### 4. Aanpassen van het kozijn.

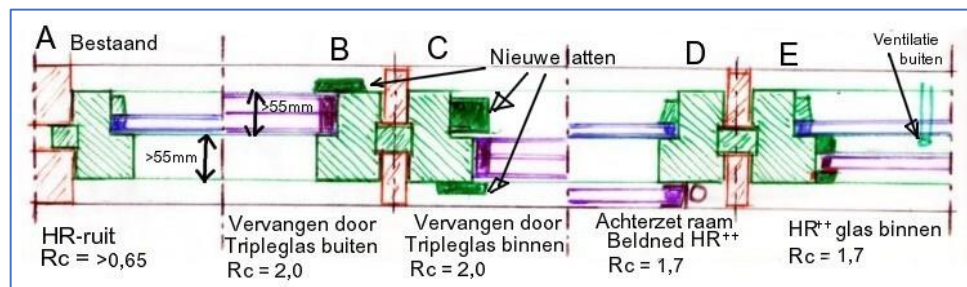
Voor het plaatsen van Tripleglas kan het zijn dat er een aanpassing van de sponning in het kozijn nodig is. Een gewone kwaliteit Tripleglas met spouwen tussen de ruiten van  $< 15$  mm heeft een isolatiewaarde van  $U_g = 0,7$  of  $R_g 1,5$  (glasmaat van buiten naar binnen 5-15-4-15-\*4 = 43mm)<sup>13</sup>. Dit zou in een kozijnsponning van 45 mm kunnen met een glaslat buiten op het kozijn.

Het is verstandiger om een betere Tripleglas ruit te plaatsen, dit kost aan glas bijna hetzelfde maar heeft een  $U_g 0,5$  en  $R_g$  van 2,0. (glasmaat van buiten naar binnen 5-18-4-18-\*4 = 49mm). Bij ruiten groter dan 2m<sup>2</sup> zoals bij een erker, zijn alle ruiten 5 mm en wordt de dikte 51 mm. Met de steltape is de minimum steldikte dan 53 mm.

Figuur 12. De bestaande situatie links en de nieuwe situatie rechts. Het is ook mogelijk om het kozijn minder te verdikken en de glaslat buiten op de verdikking te plaatsen. Het uitzetren van het kozijn om een grotere sponning te maken wordt niet aanbevolen.



Figuur 13. De beste optie is B of C wanneer de ruimte  $> 55$  mm is voor de optimale isolatie.



<sup>13</sup> Wanneer de opdrachtgever niet aangeeft dan zal de glazenier meestal de dunner ruit leveren met de lagere isolatiewaarde van  $R_g 1,5$ . Het prijsverschil met de beter isolerende ruit is minimaal. Wanneer het kozijn dikker gemaakt moet worden is het verstandiger om meteen de sponning minimaal 55m diep te maken.

Toelichting op de schetsen van figuren 12 en 13.

- A. De bestaande situatie is een raamwerk dat in het kozijn zit of een oude HR ruit. Wanneer een bestaande ruit minder isolatiewaarde heeft dan  $R_c = 0,5$  (van vóór 1995) is het beter de ruit te vervangen en niet als onderdeel van tweedubbel glas te houden.
- B. Bij een sponningdiepte van minimaal 45 mm kan er een gewone kwaliteit Tripleglas ( $R_c = 1,5$ ) of bij een sponningdiepte van 55 mm een goede kwaliteit Tripleglas ( $R_g = 2,0$ ) geplaatst worden met een glaslat óp het kozijn.  
Wanneer de sponning te ondiep is kunnen óp het kozijn regels gemaakt worden die de sponningen dieper maken.<sup>14</sup> *Figuur 12*. Dit kan ook aan de binnenzijde. In nieuwbouw worden de ruiten meestal van binnenuit geplaatst.<sup>15</sup>
- C. Een eenvoudige oplossing is om in de sponning een dikke lat te schroeven die een sponning aan de andere kant creëert. Afhankelijk van de resterende ruimte kan er een glaslat in het kozijn of óp het kozijn geplaatst worden.
- D. Bij de optie D wordt er een scharnierend Belned/Grona HR<sup>++</sup> achterzetraam op het kozijn gemonteerd en met knevels/schroeven vastgezet. Dit kan opengemaakt worden om de ruimte tussen de ruiten schoon te maken.
- E. De plaatsing van een vaste binnenzijdige HR<sup>++</sup> ruit inclusief een ventilatieopening naar buiten.

Voor de Doe-Het-Zelver zijn bij het bestellen en plaatsen van een extra achterzet HR<sup>++</sup> ruiten de volgende punten belangrijk.

- a. Bij kozijnopeningen of glaslengtes van 1 meter of langer moet de ruit > 5mm mm kleiner dan de dag van het kozijn zijn. Houd rekening met een glasband van 3mm. Niet alle oude houten kozijnen zijn precies recht. De glashandel heeft meestal een snij- en montage tolerantie van minstens 1 mm.
- b. Voor binnen achterzetruiten (> 0,5 m<sup>2</sup>) kan de samenstelling 4 mm, 11 tot 13 mm spouw, \*4 mm zijn. Het sterretje\* is de Low-E coating op het derde glasoppervlak (van buitenaf geteld).
- c. Voor buitenzijdig geplaatste ruiten is de buitenste ruit dan meestal 5 mm dik (5-11-\*4), maar dat is niet nodig voor binnenzijdig geplaatste ruiten.<sup>16</sup>
- d. De spacer of afstandshouder kan Warme Edge of TGI-zwart zijn. Dit moet bij het bestellen worden aangegeven, anders krijgt men de standaard aluminium spacer die minder isoleert.
- e. De kwaliteit van de HR<sup>++</sup> ruit heeft een U-waarde <1,1 (= Rc-waarde > 0,9), met Argon vulling.

Afhalen en voorbereiden.

Bij ruiten van > 0,5 m<sup>2</sup> is het verstandig om een glazuignap of glasdrager te gebruiken. Bij ruiten > 1 m<sup>2</sup> zijn twee dubbele glazuignappen aanbevolen. Gebruik rubberhandschoenen.



*Figuur 14. Glazuignap, enkele en dubbele.*

---

<sup>14</sup> Het is niet verstandig om de sponning uit te frezen. Hoewel dit technisch wel mogelijk is, is het meer werk dan het kozijn dikker maken, maar het verzwakt ook het kozijn. De regels moeten minstens dezelfde kwaliteit hebben als het kozijn en met roestvrije schroeven (verdiept) en watervast lijm worden vastgezet. De constructie moet goed worden geschilderd voordat de Tripleglas ruiten worden geplaatst.

<sup>15</sup> Wanneer het grote gevel -of erkerramen betreft is het nodig om na te gaan of de extra grote (zwarte) ruiten wel binnendoor kunnen worden aangebracht (deuren, tilgewicht). Van buitenaf kunnen de zware tripleglas ruiten met een hijskraan worden geplaatst.

<sup>16</sup> De glashandel gaat er standaard vanuit dat het buitenruiten zijn. Voor binnen geplaatste ruiten moet daarom de glasdikte gespecificeerd worden (het scheelt gewicht).

Na het afhalen van de ruitrand kan met een korund schuurpapier op een houten blokje de scherpe rand iets worden afgeschuurd, maar rubberhandschoenen blijven aanbevolen.

- f. Het kozijn/raamwerk moet goed geschilderd zijn, ook in de sponning gegrond, voordat de nieuwe HR<sup>++</sup> ruit wordt bijgeplaatst.
- g. Maak een doorsnedetekening van het kozijn met de glasruit erin. Dit is om de richting van de  $\varnothing 8$  mm boor te bepalen voor de ventilatieopening(en) tussen de ruiten. *Foto figuur 15.*
- h. Teken de plaats van de schuin aflopende opening(en) af op het kozijn. Bij een kozijn van  $\geq 1$ m breed kunnen twee ventilatiegaatjes geboord worden.
- i. De afstand houdende spouwlaten (15 x 15mm of 18 x 18 mm tussen de oude en de nieuwe binnenruit) moeten in de gewenste kleur geschilderd worden. Bij een zwarte afstandshouder kunnen ze het beste zwart geschilderd worden. De spacers in de randafwerking van het isolatieglas zijn 13 mm dik.
- j. Zorg dat de glaslaten op maat zijn gemaakt, geschilderd en klaarliggen.
- k. De vier geschilderde spouwlaten worden in het kozijn tegen de bestaande ruit gedrukt.
- l. In de geplaatste afstandshouders moeten een of twee ventilatiegaatjes naar buiten gemaakt worden. Deze moeten binnenin geschilderd worden.
- m. Het boorgat moet binnenzijdig geschilderd worden. Dit kan met een spuitbus door van binnen en/of van buiten in het gat te spuiten, of met een dun strookje stof om een ijzerdraadje.
- n. In het boorgat moet een stukje muskietengaas geplaatst worden om te voorkomen dat insecten ervan buitenaf inkruipen.
- o. De glaslaten moeten van tevoren gemaakt en geschilderd worden om direct na het plaatsen van de ruiten te bevestigen. Vanwege het ventilatiegaatje kan bij wind de druk tussen de ruiten snel oplopen zodat de ruit uit de sponning gedrukt kan worden. De glaslaten voor het vastzetten van de ruit kunnen ook breder gemaakt worden om de breedte van het raamhout te imiteren. De isolerende ruit loopt dan achter de brede glaslat door tot aan het kozijn.  
Opgelet: hoe groter de ruit is hoe groter de kracht op de binnenruit bij een windvlaag. De binnenruit moet dus meteen met een stevige glaslat worden vastgezet.

*Figuren 15.*  
Links het  $\varnothing 8$  mm schuin naar buiten aflopende gat.

Rechts: Het gat door de glaslat naar het eerste gat. Dit komt uit in het aflopende gat.



- p. De bestaande ruit en de ruitzijde van de nieuwe HR<sup>++</sup> ruit moeten voor het plaatsen goed schoongemaakt worden. (Brandspiritus en een droge doek, geen 'Glasek'). Tweemaal goed controleren tegen een donkere achtergrond.
- q. Op het onderste deel van het kozijn wordt het glasband geplakt. Als de zijkieren tussen de nieuwe ruit en het kozijn groot is, plaats daar dan ook glasband.
- r. De nieuwe isolatieruit mag niet op een enkele glasplaat rusten, maar beide glasplaten moeten even goed dragen. Als dat niet zo is dan kan de isolatieruit lek raken. In de markt zijn plastic stelstrookjes beschikbaar. De onderkant moet vlak dragen op een glasband.

- s. De Low-E coating (tussen de HR<sup>++</sup> ruit) moet aan de warme kant zitten (kamerkant). Dit is te controleren met het licht van een aanstekervlammetje.
- t. De HR<sup>++</sup> ruit moet **zonder kit** op het glasband en tegen de afstandshouders gesteld worden. Dit glasband is bij de glashandel te krijgen.
- u. Begin met de bovenste glaslat te plaatsen. Zet de ruit vast met de glaslatten rondom en in een lijntje transparante sanitairkit om de luchtuitwisseling met binnen tegen te gaan. De ruit zelf niet vastkitten, want dan is het erg moeilijk om deze er ooit uit te halen.
- v. Werk de naad tussen kozijn en glaslat af met overschilderbare acrylaatkit.
- w. Plak met acrylkit een kunststof dopje op het boorgaatje om dit luchtdicht te maken.

Figuren 16.  
 Als de ruiten goed schoon zijn, bevestig de zuignappen en zet de ruit tegen de spouwlaten.

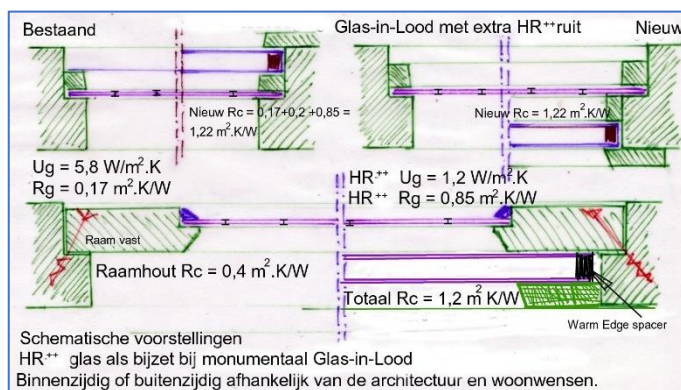


Wanneer monumentaal of decoratief GiL in een raamhout of kozijn zit dan is het ook mogelijk om buitenzijdig of binnenzijdig een extra HR<sup>++</sup> ruit te plaatsen. In beide gevallen is er dan geen ventilatie gaatje nodig omdat de isolatiewaarde van het GiL laag is.

Figuur 17. De verschillende opties voor de plaatsing van een extra HR<sup>++</sup> ruit bij een enkel glas ruit.

Neem een Warm Edge of GTi-spacer.

Door de HR<sup>++</sup> ruit voor het raamhout te plaatsen isoleert het ook dat raamhout beter. Een raam-brede glaslat geeft een net aanzicht.



Een **stoeltjesprofiel kozijn** met Vacuümglas is meestal geen grote verbetering omdat de invloed van het metalen kozijn en de randen van het Vacuümglas een grote negatieve invloed hebben op de gemiddelde isolatiewaarde van het hele raamwerk.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Zie document "Raadhuistest" op [www.nienhuys.info](http://www.nienhuys.info).

## 5. Verschil tussen HR<sup>++</sup> binnen-achterzet of buiten-voorzetruit bij GiL

Het plaatsen van een HR<sup>++</sup> isolatieraam aan de buitenkant maakt dat overdag het GiL van buitenaf gezien minder goed zichtbaar wordt<sup>18</sup>.



Figuren 18. Links: GiL overdag van binnenuit. Midden: Overdag van buiten. Rechts: 's nachts van buitenaf gezien met verlichting binnen. Dit is een vaste HR<sup>+</sup> isolatieruit met binnen het GiL-raam in een eigen frame.

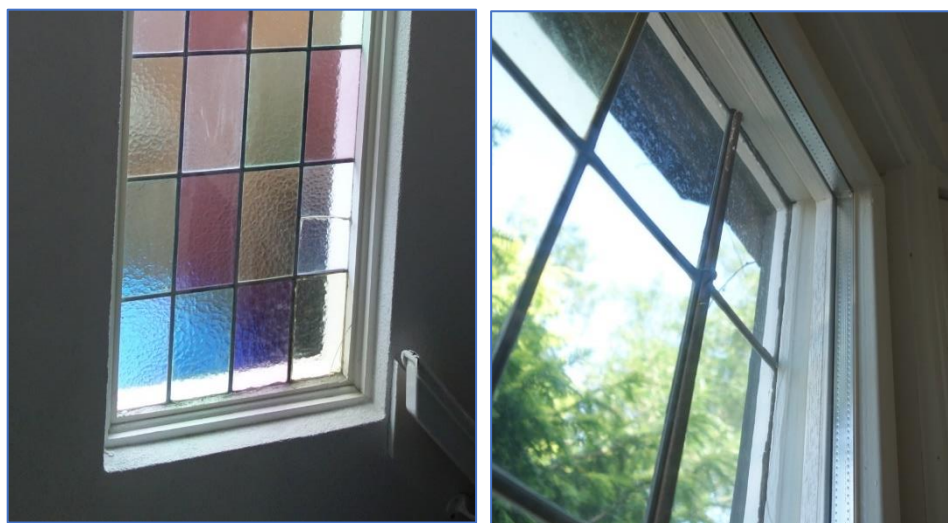
GiL ruiten die in dubbelglas zijn gezet hebben meestal geen Argongas vulling (deze tast het lood aan) en kunnen<sup>19</sup> met een Low-E coating<sup>20</sup> op binnenkant van de binnenruit worden voorzien voor een betere isolatiewaarde, maar de totale isolatiewaarde blijft laag ( $R_c \approx 0,6$  tot  $0,7$ ). Vooral GiL is erg slecht isolerend en wordt aanzienlijk verbeterd met een extra HR<sup>++</sup> voor- of achterzetruit.

Figuren 19. Links: GiL met goede opties om aan de binnenzijde een extra ruit te plaatsen.

Rechts: Toepassing van HR<sup>++</sup> ruit binnen bij grote GiL bovenramen, nieuwe isolatiewaarde

$$R_c = 0,2 + 0,2 + 0,9 = 1,3$$

De GiL ruit heeft een versterkingsstaaf.



Wanneer de HR<sup>++</sup> ruit goed afsluitend is zal er op het GiL geen condensatie optreden. Afhankelijk van de constructiedetails van het bestaande kozijn, raam en ruit zijn er verschillende constructieve oplossingen mogelijk voor de plaatsing van de extra HR<sup>++</sup> ruit.

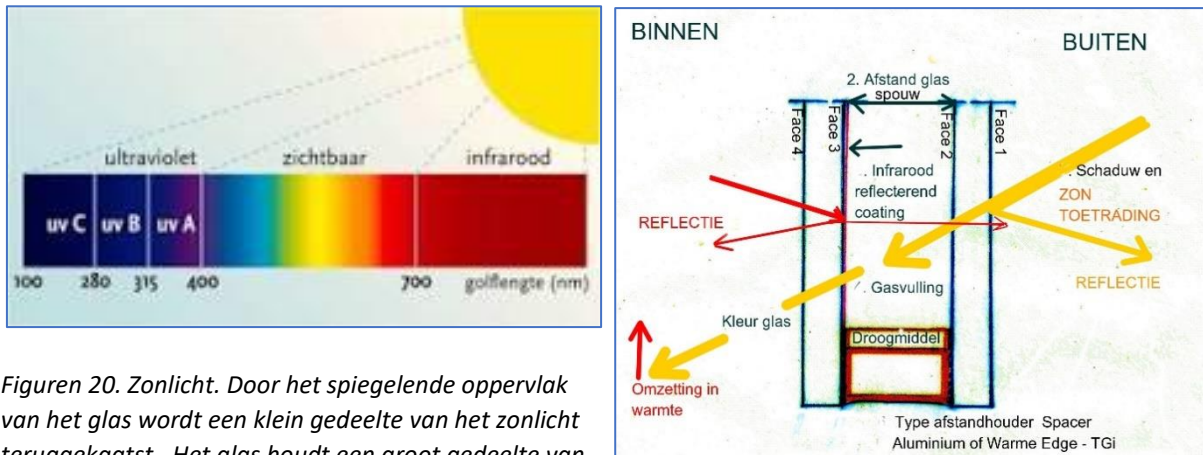
<sup>18</sup> Bij monumentaal GiL kan dit bezwaarlijk zijn, maar het beschermt wel goed het GiL.

<sup>19</sup> De woningeigenaar moet specifiek aangeven dat er een Low-E coating op de binnenruit moet komen, anders wordt het niet gedaan en blijft de isolatiewaarde ongeveer  $R_g = 0,5$ .

<sup>20</sup> Wanneer de klant dit niet specifiek aangeeft bij het glasbedrijf wordt er geen Low-E coating toegepast.

## 6. Tweedubbel verticaal glas op de volle zon.

Afhankelijk van de locatie in de woning hebben ramen geen, weinig of veel zoninstraling. HR<sup>+</sup> en HR<sup>++</sup> ruiten hebben een Low-E coating op face 2 of 3 van de ruit. Zonlicht bestaat uit UV-licht, zichtbaar licht en infrarood licht. Het infrarood licht heeft de grootste energiedichtheid.



Figuren 20. Zonlicht. Door het spiegelende oppervlak van het glas wordt een klein gedeelte van het zonlicht teruggekaatst. Het glas houdt een groot gedeelte van het UV-licht tegen. De Low-E coating houdt een groot gedeelte van het infrarood licht tegen.

Wanneer het zonlicht eenmaal binnen is en een oppervlak raakt, zal dat licht omgezet worden in warmte (infraroodstraling). De Low-E coating is zo samengesteld dat deze het zichtbare licht wel doorlaat maar de energie-intensieve infrarood warmtestraling grotendeels terugkaatst.

Wanneer er twee HR<sup>+</sup> /HR<sup>++</sup> ruiten met een luchtspouw ertussen in de sponning staan, zal de ruimte in de spouw tussen de ruiten sterk opwarmen omdat de tweede ruit infraroodstraling tegenhoudt. Dit zal een verwarming van de ruiten aan de spouw tot gevolg hebben, waardoor ze uitzetten. Hierdoor zal er spanning op de *spacer* komen te staan. Bij >30°C verschil in dezelfde ruit en bij een te strakke montage én een bestaande beschadiging van de glasrand en bij schokken kan dan thermische breuk ontstaan. Glasbedrijven willen daarom tweedubbel glas op de **volle zon niet garanderen**.

Figuur 21. Thermische breuk vanuit de spacer door hoge spanningen in het glas door grote temperatuurverschillen en vaak in combinatie met bestaande rand beschadiging.

De thermische breuk ontstaat meestal vanuit een kleine beschadiging aan de glasrand. Dit is achteraf niet te constateren.



Hetzelfde kan gebeuren wanneer aan de binnenzijde van een HR<sup>++</sup> ruit een goed afsluitend dubbelplessé gordijn zit. Ook in dit geval kan de opgebouwde hitte slecht tussen het gordijn en de HR<sup>++</sup> ruit uit en zal de temperatuur van die ruit sterk oplopen.

Om het thermische breukrisico te verminderen kan:

- A. Aan de buitenzijde van de buitenste ruit een goede zonwerende coating aanbrengen. Dat vermindert sterk de zoninstraling (maar ook in de winter).
- B. Voorkomen dat er op de ruit een sterke slagschaduw komt van een overhang of balkon.
- C. Tenminste 30 cm tussen de ruiten, bijvoorbeeld bij daklichten of lichtstraten.
- D. De toepassing van een 'Warm Edge' of Tgi-spacer als afstandshouder.
- E. Voorkomen dat ze te strak ingemeten zijn. Zonder uitzetruimte is een foute montage.
- F. De toepassing van gehard glas. Dat is vele malen sterker dan floatglas.
- G. De glashandel die de ruiten levert en plaatst zal een garantie geven.

De locatie van het tweedubbel glas is dus in hoge mate relevant voor de mogelijkheid van hoge zonbelasting. In de oriëntatie zone van NoordWest, Noord, Noordoost tot en met Oost is er praktisch geen breekrisico.

Het plaatsen van een tweede isolatieruit als tweedubbel glas (nieuwe situatie  $R_c \approx 2,0$ ) door de glazenier is geen courante activiteit. De glazenier zal er vanwege een zon-risico de voorkeur aan geven om een goede kwaliteit Tripleglas ( $R_g \approx 2,0$ ) te leveren, maar dat is minstens tweemaal zo duur en dan wordt een vaak nog goede HR<sup>+</sup> of HR<sup>++</sup> ruit weggegooid. Per situatie en zon-oriëntatie moet er gekeken worden wat de mogelijke zonbelasting is.

Wanneer Tripleglas (netto zonder montage > € 300/m<sup>2</sup>) niet in een bestaand raam of kozijn past, kan als alternatieve oplossing in die smalle sponning Vacuümglas worden toegepast (netto zonder montage ≈ € 600/m<sup>2</sup>).

*Figuur 22. Zonwerende folie moet altijd aan de buitenzijde zitten en kan verschillende sterktes hebben, eenmaal op alle ruiten geplaatst is het verschil niet te zien.*



De combinatie van gedeeltelijke verhitting van de ruit door een sterke slagschaduw (balkon) en een schok (schuif/rol deur) kan ook thermische breuk veroorzaken. Bij schuifdeuren wordt in dat geval gehard glas aanbevolen.

Deze werkzaamheden voor het aanpassen van een kozijn zoals het dikker maken van het kozijn<sup>21</sup> van een sponning, worden meestal niet door de glazetter of glazeniersbedrijf gedaan en moeten door een timmerbedrijf worden uitgevoerd (of DHZ). Alternatief is het dunne Vacuümglas.

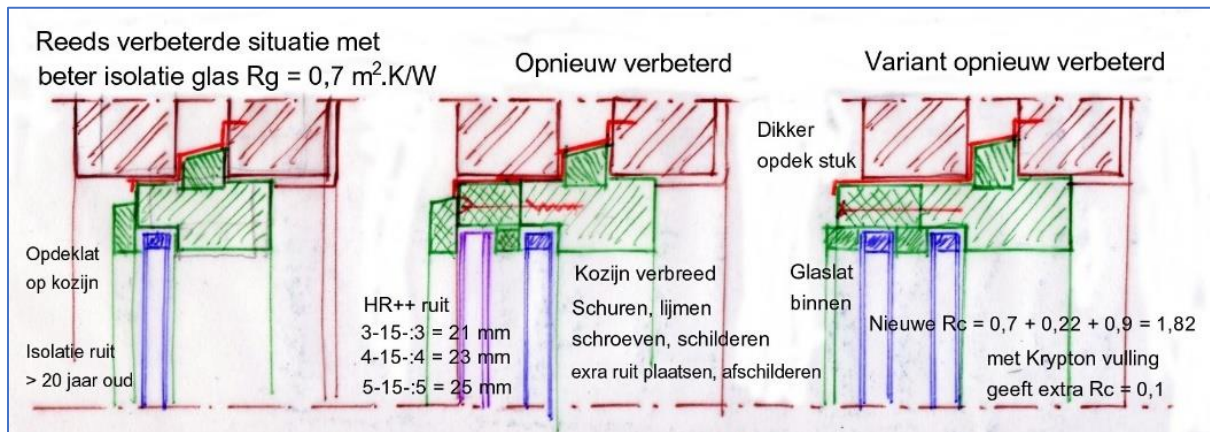
*Figuur 23. Verschillende opties voor de buitenzijdige opbouw van het houten kozijn met de glaslat aan de buitenkant of in de dag van het kozijn. Dit heeft de voorkeur boven het uitfrezen van het kozijn.*



---

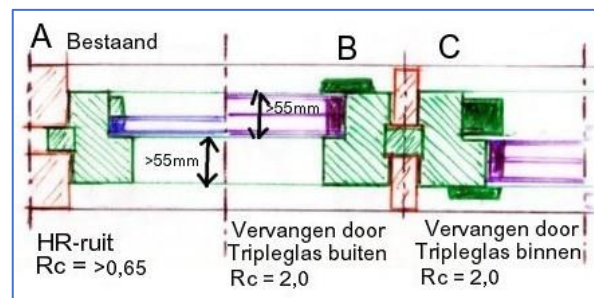
<sup>21</sup> Het dikker/sterker maken van een kozijn heeft de voorkeur boven het dieper uitfrezen van een sponning voor Tripleglas omdat daarmee het kozijn zwakker wordt. Uitfrezen is ook meer werk dan dikker maken. Met gewone freesmachines kunnen de binnenhoeken van een kozijn niet uitgefreesd worden.





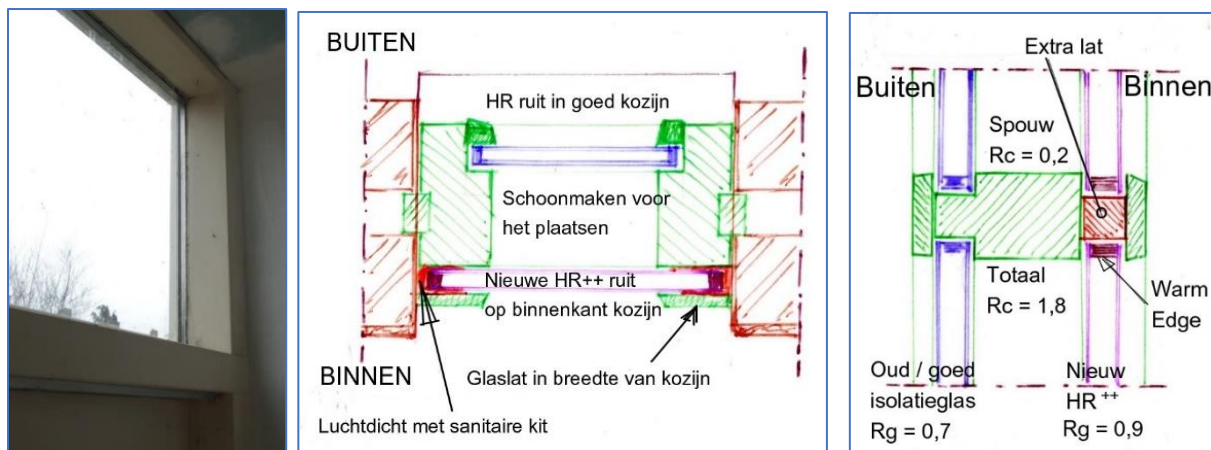
Figuren 23. Boven. Verschillende opties voor het buitenzijdig opdikken van het kozijn.

Rechts. De opties voor het plaatsen van een lat in de sponning voor de plaatsing van Tripleglas vanuit de binnenkant, wanneer de bestaande ruit van een mindere kwaliteit is dan HR<sup>+</sup>.



### 6.1. Binnen tussen of óp het kozijn.

In veel situaties is het binnenzijdig aanbrengen van een extra HR<sup>++</sup> ruit voordelig. Bij kleine afmetingen van de ruiten kan dit zelf worden uitgevoerd zodat de kosten laag blijven. Het is belangrijk dat de ventilatie van de woning goed blijft en er de optie bestaat om te spuien.



Figuren 24. Links. Bovenraam met HR<sup>+</sup> glas of HR<sup>++</sup> glas direct in het kozijn geplaatst.

Midden: Een eenvoudige oplossing die weinig extra werk geeft.

Rechts. Bij een tussendorpel zijn er twee opties: (1) De ruit loopt helemaal door van onder naar boven en ter plaatse van de tussendorpel wordt er een brede glaslat gedeeltelijk op de ruit geplakt.

(2) Op de tussendorpel wordt een steunlat geschroefd waar de extra HR<sup>++</sup> ruit op wordt gezet.

Bij de plaatsing binnen op het kozijn zal er dan geen verlies zijn van de doorzichtsbreedte of hoogte, hetgeen bij kleine ruiten van belang is. De extra ruit moet dan op een regel gezet worden. Door de dunne glaslat even breed te maken als het kozijn geeft dit een goed aanzicht, terwijl ook het kozijn wat extra geïsoleerd wordt. Dit zijn goede opties voor bovenramen.

Bij serres of erkers met veel glas is een verkleining van de doorzichtsbreedte minder relevant. In deze situaties kunnen de spouwlaten en glaslaten in de dag van het kozijn worden geplaatst.

*Figuur 25. Bij deze erker/aanbouw zijn twee situaties. Links zit het glas direct in het kozijn. Midden en rechts is er een raam. De vaste ruit kan verbeterd worden met een HR<sup>++</sup> achterzetruit in de dag van het kozijn te plaatsen. Het raam kan vervangen worden door een vaste Tripleglas ruit met een ventilatierooster in het kozijn.*



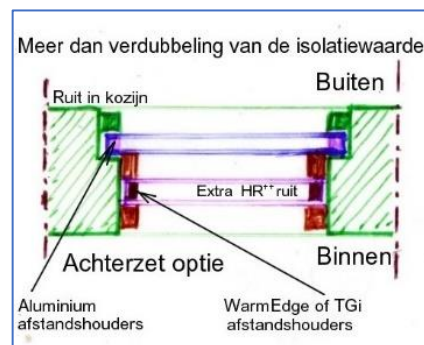
*De muur onder de ramen moet ook na-geïsoleerd worden, waarbij de vensterbank breder moet gemaakt. Er zijn dan minder radiatoren nodig.*

Het bovenstaande voorbeeld geeft aan dat de aanpassing van het glas bekeken moet worden in combinatie met de andere bouwkundige details en de ventilatiemogelijkheden<sup>22</sup>.

## 6.2. Extra HR<sup>++</sup> binnen in de dag van het kozijn.

Bij grote HR<sup>+</sup> ruiten die direct in het kozijn zitten, is er de mogelijkheid om de extra HR<sup>++</sup> ruit in de dag van het kozijn te plaatsen. Dit geeft een kleine vermindering van de doorzichtsbreedte. Bij smalle ruiten naast een terrasdeur zal dit eerder opvallen dan bij brede erker ruiten.

*Figuur 26. Wanneer er veel raam of glasbreedte is en het bestaande isolatieglas is direct in het kozijn geplaatst, kan de extra ruit ook met een 18mm x 18mm spouwlat in de dag van het kozijn geplaatst worden. Dit zal het doorzicht van het raam met 36 mm verminderen.*



*Figuur 27. Bij dit kozijn kan de extra HR<sup>++</sup> ruit direct in de kozijnsponning geplaatst worden en de glaslat even dik gemaakt als de diepte van de resterende sponning. In deze situatie is er geen verlies van doorzicht.*



<sup>22</sup> Wanneer er veel en sterk geventileerd moet kunnen worden en er is geen deur die open kan is dit geen goede oplossing. In dat geval moet er tenminste een raam blijven dat volledig opengezet kan worden.

Bij een oudere HR<sup>+</sup> ruit die in een raamwerk zit zijn er hoofdzakelijk vier opties:

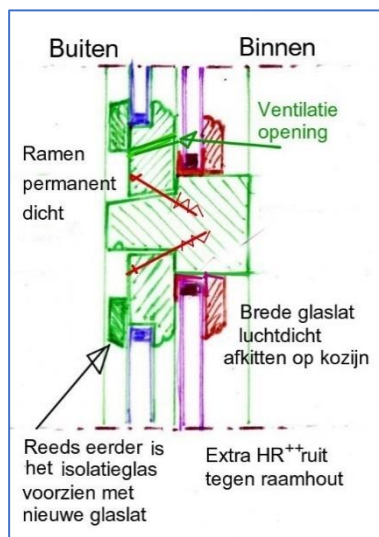
- Het raam permanent dichtzetten en een HR<sup>++</sup> ruit aan de binnenkant in de dag van het kozijn plaatsen met een glaslat die zo breed is als het raam erachter uitsteekt. Dit is een eenvoudige oplossing, maar is niet wenselijk wanneer het raam als ventilatie dient. Er moet dan een andere oplossing voor de ventilatie aanwezig zijn.
- Het raamwerk volledig verwijderen en in de brede sponning een Tripleglas ruit zetten, eventueel met een ventilatierooster erop.
- Voor een slaapruiimte die minder verwarmd wordt dan de woonkamers<sup>23</sup>, het verwijderen van het raamwerk en dat vervangen door een goede kwaliteit HR<sup>++</sup> (Rg = 1,0), eventueel met een ventilatierooster erop. Bij een bestaande dubbelglas of HR-ruit is de energiewinst beperkt, maar het warmteverlies door het raamhout wordt dan voorkomen.
- Het houten raamwerk is oud en slecht en wordt vervangen door een nieuw raamwerk (kunststof is onderhoudsvrij, ook de optie van een draai-kiepraam) waar Tripleglas in kan. In dat geval kan er goed geventileerd worden en kan er een goed sluitend raam verkregen worden met deugdelijk hang en sluitwerk.

Figuur 28. Afhankelijk van de plaats van het raamwerk en de staat van onderhoud kan besloten worden om het raamwerk te vervangen voor een beter isolerende/ventilerende oplossing.



Figuren 29. Eenvoudige toepassing bij een vast raamwerk. De extra HR<sup>++</sup> ruit wordt tegen het bestaande raamhout en binnen in de dag van het kozijn geplaatst.

De opgeplakte glaslat (tweezijdig plakband) is zo breed dat het doorzicht van het raam hetzelfde blijft.



<sup>23</sup> Bij een niet geïsoleerd plafond in de woonkamer zal bij een woonkamertemperatuur van 19°C de slaapkamer temperatuur van de vloer ongeveer 17°C zijn. In principe hebben de slaapkamers op de eerste etage boven de woonkamer dan vloerverwarming. Extra bij-verwarmen is dan niet noodzakelijk. Slaapkamers moeten bij gebruik altijd geventileerd zijn. Als er geen balansventilatie is of een decentrale ventilatie met WTW zal de ventilatie via de openzetbare ramen of raam ventilatieroosters moeten komen.

## 7. Draaibare HR<sup>++</sup> voor- en achterzetruiten

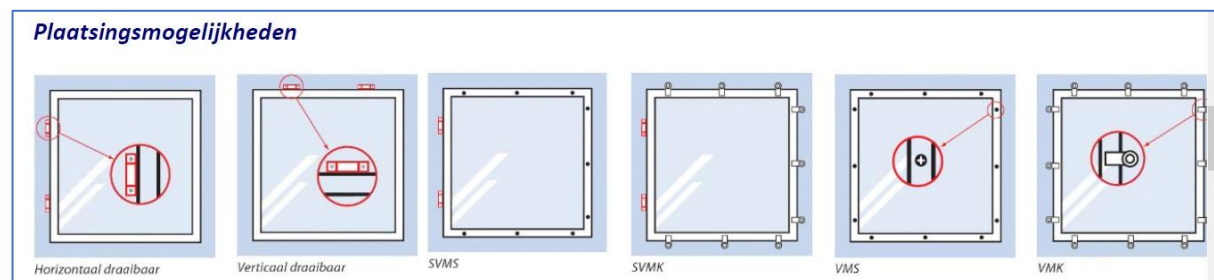
Belned heeft HR<sup>++</sup> achterzetramen met scharnieren of schroefjes in een dun aluminium profiel. <https://www.belned.nl/producten/voorzetramen/> en Grona <https://www.grona.nl/conforglace> die allebei zowel binnen als buiten kunnen worden toegepast.

*Figuur 30. Principe detail van de raamconstructie. Het aluminium profiel heeft een rubber tochtstrip die luchtdicht aansluit op het kozijn. De knevel is rechts in grijs getekend.*



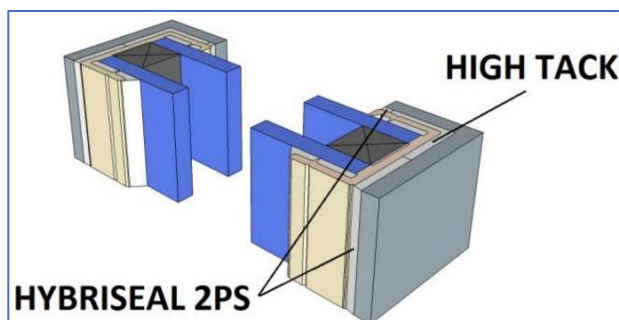
Bij het plaatsen van deze voor- of achterzetraam optie moet er op gelet worden dat aan een zijde een 2 cm scharnier zit. Bij Belned kunnen de frames ook voorzien worden van vorgeboorde gaten zodat ze op een kozijn geschroefd kunnen worden.

- Het eerste voordeel van deze constructie is dat men de ruiten goed kan schoonmaken.
- Het tweede voordeel is dat de ruiten kant-en-klaar worden aangeleverd.



*Figuur 31. De aluminium frames kunnen met of zonder scharnieren geleverd worden. Voor de knevels en de scharnieren is 2 cm ruimte nodig langs de zijkant van het profiel.*

*Rechts: Detail van Grona. Zonder scharnieren kunnen ze ook in metalen L en T profielen geplaatst worden zoals bij ouderwetse stoeltjesprofielen. De Hybriseal zorgt voor een vaste verbinding voor buitenruiten.*



Beide producenten hebben verschillende soorten glas, inclusief gelamineerd en gehard glas. Ook ronde of cirkelvormige ruiten kunnen worden geleverd.

\*\*\*\*\*