

## TWEE-DUBBEL 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 glaszetters doen dit liever niet vanwege mogelijke problemen. Hierbij wordt een hoge isolatiewaarde bereikt, vergelijkbaar met Tripleglas of Vacuümglas, maar tegen minder dan de helft van de kosten, terwijl het oudere goede isolatieglas niet wordt weggegooid. Een voordelige optie voor bijvoorbeeld slaapkamers wanneer men goede kwaliteit kozijnen of niet te oud isolatieglas niet wil vervangen en wel optimaal isoleert.

## Inhoudsopgave

1.	Verbeteren van isolatiewaarde van bestaande ramen en ruiten .....	3
2.	Buiten voorzetruiten of binnen achterzetruiten.....	6
2.1.	<b>Verschillende opties.</b> .....	7
3.	<b>Verschil tussen HR<sup>++</sup> binnen-achterzet of buiten voorzetruit bij GiL</b> .....	10
4.	Tweedubbel verticaal glas op de volle zon. ....	11
4.1.	<b>Binnen óp het kozijn.</b> .....	13
4.2.	<b>Extra HR<sup>++</sup> binnen in de dag van het kozijn.</b> .....	15
5.	Draibare HR <sup>++</sup> voor- en achterzetruiten.....	16

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 terugverdientijden.

En document: Glastest dunne ruiten in stoeltjesprofielen Raadhuis.

En document: Serre daklicht verbetering.

En document: Bovenlicht of trapraam beter isoleren.

## 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 voorzetruiet ( $R_g \approx 0,4$ ), 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 spouw geeft een verbetering van  $+R_c \approx 0,2$
- Toepassen van een kozijn EN raamfolie (2 X spouw) geeft een verbetering van  $+R_c \approx 0,4$
- Vervangen van oude ruiten ( $R_g \approx 0,5$  tot  $0,6$ ) door 5 cm dik Tripleglas ( $R_g = 1,7$  tot  $2,0$ ).
- Vervangen van oude ruiten door  $\approx 1$  cm dik Vacuümglas ( $R_g = 1,7$  tot  $2,0$ ).
- Plaatsen van voor- en achterzetruiten van enkel glas en spouw 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  $\text{Watt/m}^2\text{.Kelvin}$ ) 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  $\text{m}^2\text{.K/W}$ ). 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  $R_c$ -waarde van het kozijn is en de rand van het glas (*Spacer*).

### **$R_{\text{glas}}$ -waarde ( $R_g =$ 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 in een gebouw.

Het warmteverlies ontstaat door een combinatie van straling (infrarood  $\approx 65\%$ ), convectie, conductie en ventilatie (samen  $\approx 35\%$ ) tussen materialen. 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  $4,7 \text{ m}^2\text{.K/W}$ .**

**Ramen en deuren<sup>4</sup> gelijk aan HR<sup>++</sup> =  $R_g \geq 0,833 \text{ m}^2\text{.K/W}$** , 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.

<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 isolatie.

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

<sup>4</sup> Deze waarde is vastgesteld met als referentie HR<sup>++</sup> beglazing ( $U_g < 1,2 \text{ W/m}^2\text{.K}$ ) met een aluminium afstand houder ( $U_g = 0,06 \text{ W/m}^2\text{.K}$ ) in een houten kozijn (forfaitaire  $U_k$  waarde  $2,4 \text{ W/m}^2\text{.K}$ ). 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 of de  $R_g$ -waarde wordt opgegeven. Zonder die specificatie krijgt de klant de minimumkwaliteit van HR<sup>++</sup> =  $U 1,2$  of  $R_c = 0,833$ . Sommige glasbedrijven hebben ook HR<sup>+++</sup> wat dan wat beter is dan HR<sup>++</sup>. Echter deze +++ waarden liggen niet vast en garanderen dan ook geen bepaalde  $U_g$ - of  $R_c$ -waarden.

Om een oude met een verbeterde 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 >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 lagere energiekosten.<sup>8</sup>
- Waardevermeerdering van de woning bij goed uitgevoerde isolatie.

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

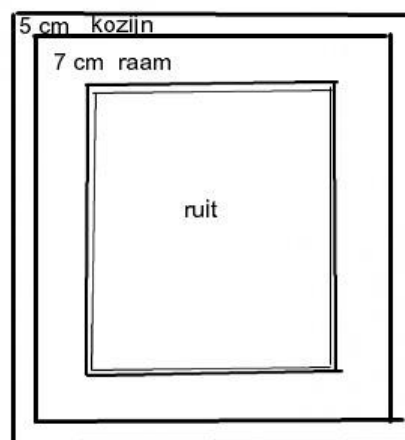
In woonvertrekken wil men glashelder naar buiten kunnen kijken en hebben de ramen vaak grote afmetingen. Het is wel mogelijk om hier voor Acrylaat voor- of achterzetruit te kiezen, maar dat wordt niet gezien als een waardevermeerdering van de woning, bovendien is de toegevoegde isolatie van een enkele luchtsponw slechts ongeveer  $R_c \approx 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ .<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. 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 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 energie kosten 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 dat 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 ( $R_c = 0,17$ ) 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. 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 energie winst opleveren, maar het gemiddelde zal door de slecht isolerende kozijnen wat lager blijven dan de isolatiewaarde van het glas.*



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

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.*

*Rechts: GIL tussen glasplaten zonder Low-E coating heeft ook een lage isolatiewaarde ( $R_c = 0,4$ ) waardoor condens slecht geschilderd hout aantast.*

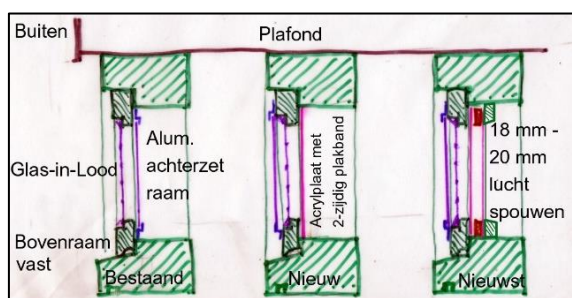


Figuren 4. Links: Buiten enkel glas en binnen een achterzetruit. Vocht is achter de ruit gekomen en de verf breekt door zwelling van het hout, waardoor er weer meer vocht in het hout kan trekken en gaat het rotten. Rechts: Enkel glas ruit met condens druppels. De kitvoeg heeft hier zwarte schimmelafzetting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

## 2. Buiten voorzetruiten of binnen achterzetruiten

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



Figuren 5. Bij dit GIL bovenraam zit er al aan de binnenzijde een aluminium frame achterzetruit ( $R_c = 0,35$ ). Door die 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  $R_c = 0,35 + 0,2 + 0,9 = 1,45$ ) wat  $\approx 3x$  zoveel isolatiewaarde oplevert.

De kleine ( $< 50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} = \frac{1}{4} \text{ m}^2$ ) HR<sup>++</sup> ruit kan zelf worden opgemeten (5 tot 7 mm kleiner dan de opening), bij de glashandel besteld en zelf geplaatst. Door met een glaslat en transparante siliconenkit de ruit vast te zetten wordt de verbinding dampdicht en komt er geen condens tussen de ruiten. Wanneer het GIL direct in het kozijn zit dan kan de extra HR<sup>++</sup> ruit op een steunlat op het kozijn worden geplaatst zodat het hele Git in het zicht blijft.

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 de ruiten tussen de ruiten met buitenlucht wordt geventileerd<sup>11</sup>. Hiervoor moeten in het kozijn een of meerdere gaatjes geboord worden (Ø8 mm) die een verbinding met de spouw hebben, maar geen verbinding met binnen. Per meter breedte is een gaatje 8 mm aanbevolen.

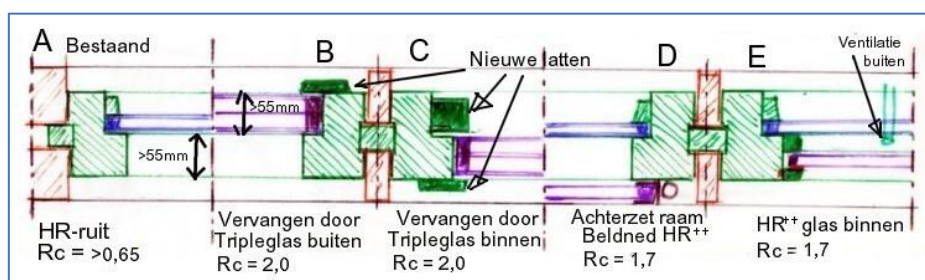
Deze optie kan bijvoorbeeld worden toegepast voor slaapkamers, wanneer men wel beter wil isoleren maar geen grote investering wil doen.

## 2.1. 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 laag (< Rc 0,6) en kan de ruit beter vervangen worden.
- Is er een ventilatierooster nodig op het 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 met Triple las en een ventilatie rooster.
- Een glasbedrijf zal geen dubbele ruit bij willen plaatsen, zeker niet aan een van de zonzijden van het gebouw omdat dan de kans op thermische breuk kan ontstaan. Een glasbedrijf 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 (> 25 kg).
- Er moet een 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 een te smal kozijn kan een Vacuümglas overwogen worden (veel duurder).
- Bij monumenten kunnen andere voorwaarden aanwezig zijn.
- Is het een meerwaarde van de woning? Voor slaapkamers is het een goede optie.

Figuur 6. De beste optie is B of C wanneer de ruimte > 55 mm is voor de optimale isolatie.



<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 in de winter steeds van binnen warme vochtige lucht wordt ingezogen, het vocht condenseert 's nachts en de volgende dag herhaalt het proces zich. Wanneer er koude buitenlucht wordt ingezogen dan condenseert het niet. Het is technisch bijna onmogelijk om de achterzetruit volledig luchtdicht te plaatsen.

Bij de bovenstaande 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. De optie E is de plaatsing van een vast binnenzijdige HR<sup>++</sup> ruit.

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

- Bij kozijn openingen of glaslengtes van 1 meter of langer moet de ruit > 5mm mm kleiner dan de dag van het kozijn zijn. Hou rekening met de glasband van 3 tot 5 mm. Niet alle oude houten kozijnen zijn precies recht. De glashandel heeft meestal een snij- en montage tolerantie van minstens 1 mm.
- Voor binnenruiten (> 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).
- 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>12</sup>
- De spacer of afstandshouder kan Warme Edge of TGI-zwart zijn. Dit moet bij het bestellen worden aangegeven, ander krijgt men de standaard aluminium spacer.
- 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 7. Glazuignap, enkele en dubbele.

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

- Het kozijn/raamwerk moet goed geschilderd zijn voordat de nieuwe binnen HR<sup>++</sup> ruit wordt bijgeplaatst.
- De afstand houdende spouwlatten (15mm x 15mm of 18 x 18 mm) moeten in de gewenste kleur geschilderd worden. Bij een zwarte afstandshouder kunnen ze het beste zwart geschilderd worden. De spacers in het isolatieglas met de randafwerking zijn 13 mm dik.
- De glaslatten voor het vastzetten van de ruit kunnen ook breder gemaakt worden om de breedte van het raamhout te imiteren wanneer de extra ruit achter het raamhout langs loopt.
- De glaslatten moeten van tevoren gemaakt en geschilderd worden om direct na het plaatsen van de ruiten te bevestigen. Vanwege het ventilatie gaatje kan bij wind de druk tussen de ruiten oplopen zodat de ruit uit de sponning gedrukt kan worden.
- 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 'Glasex'). Tweemaal goed controleren tegen een donkere achtergrond.
- De nieuwe isolatieruit mag niet op een enkele glasplaat rusten, maar beide glasplaten moeten even goed dragen. De onderkant moet dus vlak dragen op een glasband. Als dat niet zo is dan kan de isolatieruit lek raken. In de markt zijn plastic stelstrookjes beschikbaar.

---

<sup>12</sup> De glashandel gaat er standaard vanuit dat het buitenruiten zijn. Voor binnen geplaatste ruiten moet daarom de glasdikte gespecificeerd worden (scheelt gewicht).



- l. 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.
- m. De HR<sup>++</sup> ruit moet **zonder kit** op het glasband gesteld worden (3 mm of 5 mm). Dit is bij de glashandel te krijgen.

Plaatsen van de extra HR<sup>++</sup> ruit.

- n. De vier geschilderde spouwlaten worden in het kozijn tegen de bestaande ruit gedrukt.
- o. Zorg dat de glaslaten op maat zijn gemaakt en klaarliggen.
- p. Maak een doorsnede tekening 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.
- q. 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.

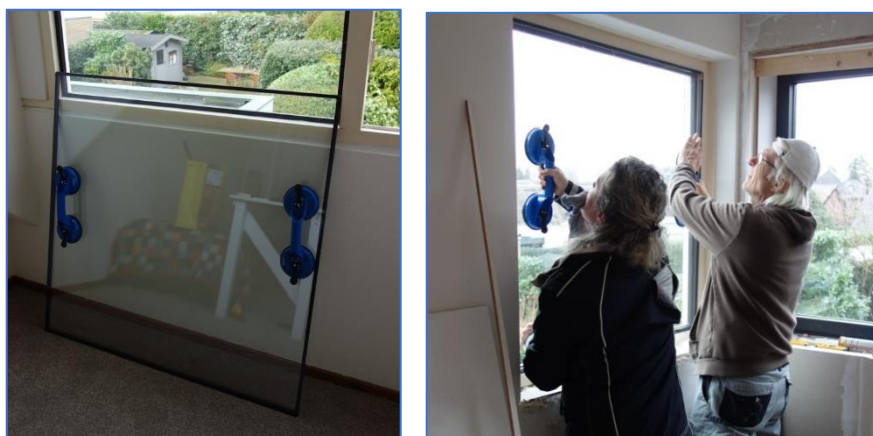
*Figuren 8.*  
*Links het  $\varnothing 8$  mm*  
*schuin naar buiten*  
*aflopende gat.*

*Rechts: Het gat door*  
*de glaslat naar het*  
*eerste gat. Dit kan  $\varnothing$*   
*6 mm zijn en komt uit*  
*in het aflopende gat.*



- r. Het boorgat moet binnenzijdig geschilderd worden. Dit kan met een spuitbus dor van binnen en/of van buiten in het gat te spuiten, of met een dun lapje stof om een ijzerdraadje.
- s. In het boorgat moet een stukje muskietengaas geplaatst worden om te voorkomen dat insecten er van buiten inkruipen.
- t. Controleer of de ruiten goed schoon zijn en bevestig de glazuignappen.
- u. Op het onderste deel van het kozijn wordt het glasband geplakt.
- v. Als de zijkieren tussen de nieuwe ruit en het kozijn groot is, plaats daar dan ook glasband.
- w. Zet de ruit vast met de glaslaten. Tijdelijk met een draadnagel of een strookje duct-tape.
- x. Plak met acrylkit een kunststof dopje op het boorgatje om dit luchtdicht te maken.

*Figuren 9.*  
*Als de ruiten goed schoon*  
*zijn, bevestig de zuignappen*  
*en zet de ruit tegen de*  
*spouwlaten.*



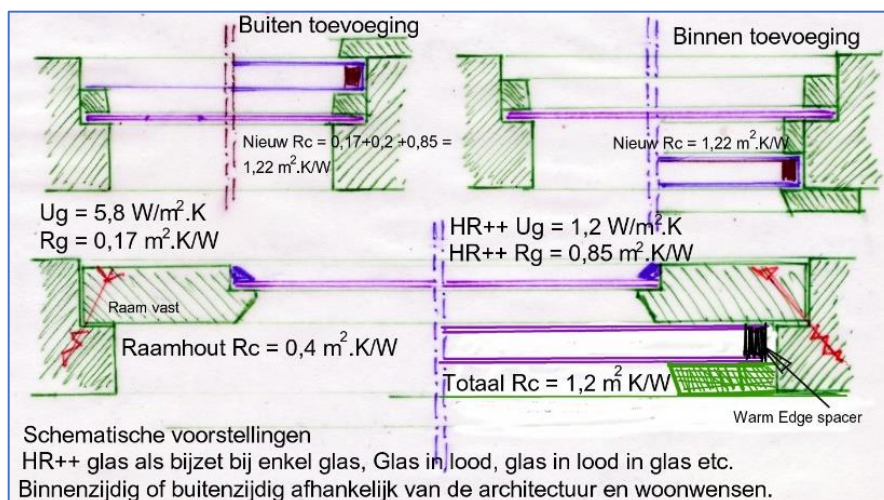
**Opgelet.** De ruimte tussen de ruiten staat nu onder invloed van de wind en drukverschillen tussen de buitenkanten van het gebouw. Begin daarom eerst met de bovenste glaslat en zet die eventueel vast met dunne spijkertjes.

*Figuur 10. 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.*



Bij het buiten plaatsen van een extra HR<sup>++</sup> ruit is de mogelijkheid van condens tussen de ruiten minder omdat de HR<sup>++</sup> ruit veel beter isoleert en daardoor de binnentemperatuur van die HR<sup>++</sup> ruit veel hoger is. Bij het binnen plaatsen van HR<sup>++</sup> glas wanneer er buiten enkel glas zit is slechts een optie wanneer het een **monument** betreft waar de oude (antieke) buitenruiten of het GiL of het oude stoeltjesprofiel kozijn, niet vervangen mag worden, tenzij alleen met vacuümglas in combinatie met monumentenglas wat heel veel duurder is.

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>13</sup>

### 3. 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>14</sup>.



*Figuren 11. Links: GiL overdag van binnenuit. Midden: Overdag van buiten. Rechts: 's nachts van buitenaf gezien met verlichting binnen. Dit is een vaste isolatieruit met binnen het GiL-raam in een eigen frame.*

<sup>13</sup> Zie document "Raadhuistest" op [www.nienhuys.info](http://www.nienhuys.info).

<sup>14</sup> Bij monumentaal GiL kan dit bezwaarlijk zijn, maar het beschermt wel goed het GiL.

GiL ruiten die in dubbelglas zijn gezet hebben meestal geen Argongas vulling (deze tast het lood aan) en kunnen<sup>15</sup> met een Low-e coating<sup>16</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 12. Links: Matglas en GiL met goede opties om aan de binnenzijde een extra ruit te plaatsen en af te dichten met kit en een glaslat binnen de dag van de muurzijkanten.*

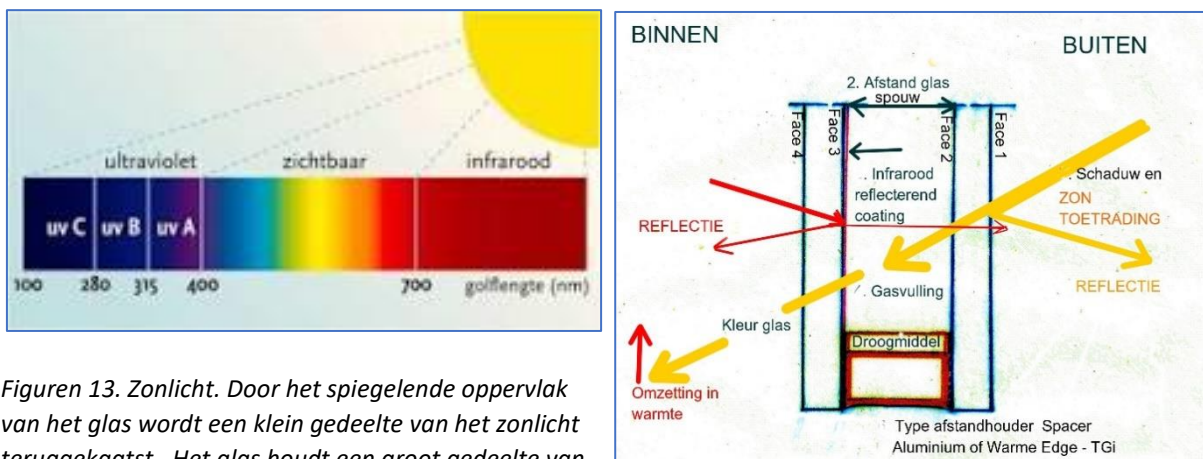
*Rechts: Toepassing van HR<sup>++</sup> ruit bij GiL bovenramen, isolatiewaarde  $R_c = 0,17 + 0,2 + 0,83 = 1,2$*



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.

#### 4. 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 13. 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 gedeelte van het infrarood licht tegen.*

<sup>15</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>16</sup> Wanneer de klant dit niet specifiek aangeeft bij het glasbedrijf wordt er geen Low-E coating toegepast.

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

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

*Figuur 14. Thermische breuk vanuit de spacer door hoge spanningen in het glas door grote temperatuurverschillen en vaak in combinatie met bestaande beschadiging.*

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



Bij tweedubbel glas zal in de volle zon de temperatuur in de spouw tussen de ruiten sterk oplopen als beide isolatieglas ruiten en Low-E coating hebben. Om dat risico te verminderen kan:

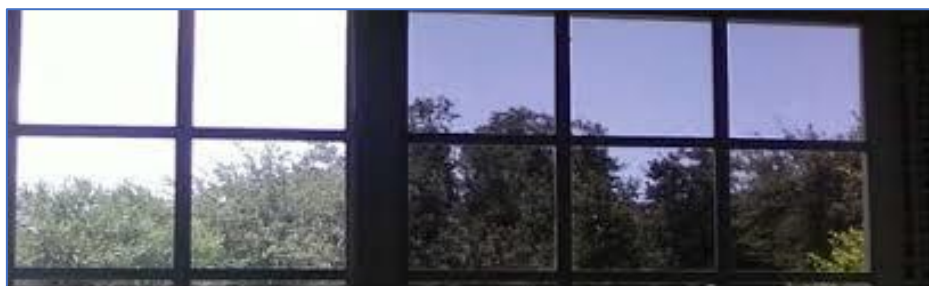
- A. Aan de buitenzijde van de buitenste ruit een goede zonwerende coating aanbrengen. Dat vermindert sterk de zinstraling (ook in de winter).
- B. Tenminste 30 cm tussen de ruiten, bijvoorbeeld bij daklichten/straten.
- C. De toepassing van een 'Warm Edge' of Tgi-spacer als afstandshouder.
- D. Voorkomen dat er randbeschadigingen aan het glas zitten. Achteraf is nooit te controleren of die er aanwezig waren. Te strak ingemeten, zonder beweegruimte is foute montage.
- E. De toepassing van gehard glas. Dat is vele malen sterker dan floatglas.
- F. De glashandel die de ruiten levert en plaatst zal een garantie moeten geven.

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

Het plaatsen van tweedubbel isolatieglas (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.

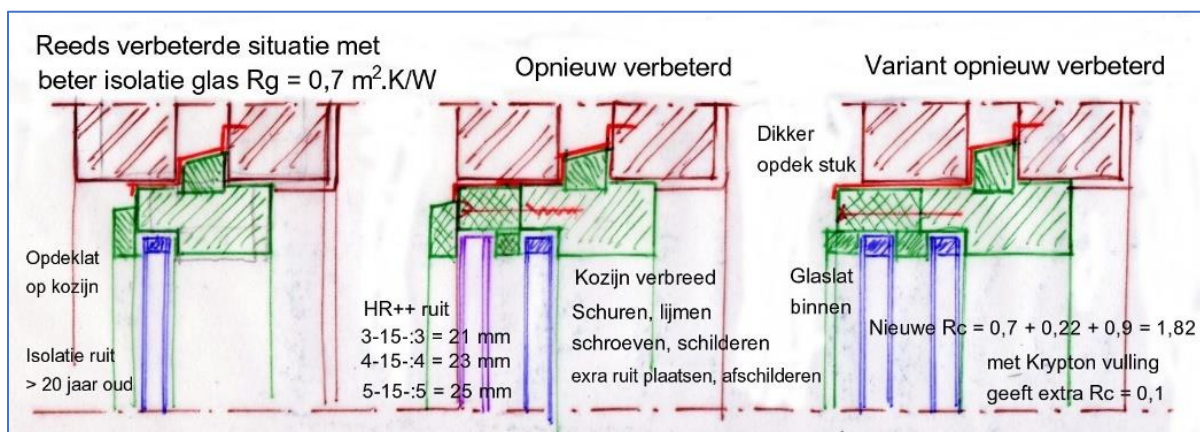
Omdat Tripleglas niet in een standaard raam past, moet dat raam worden aangepast of verwijderd en het glas in het kozijn geplaatst. Het kozijn kan dikker worden gemaakt. Alle timmer- en schilderwerkzaamheden kosten geld. Een alternatieve oplossing is de toepassing van dun Vacuümglas.

*Figuur 15. 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 of het uitfrezen<sup>17</sup> van een sponning, worden meestal niet door de glaszetter of glazeniersbedrijf gedaan en moeten door een timmerbedrijf worden uitgevoerd (of DHZ). Alternatief is het dunne Vacuümglas.



*Figuren 16. 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.*

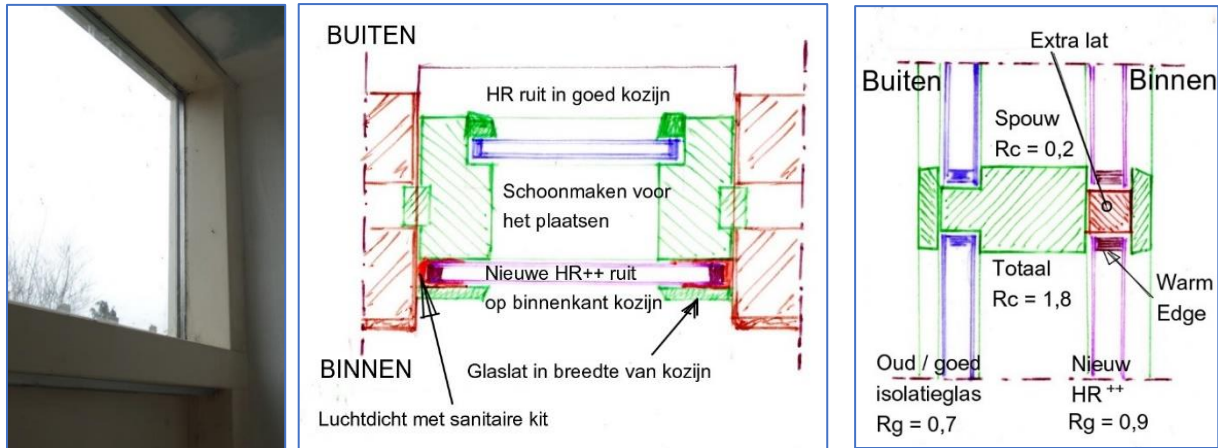


#### 4.1. Binnen óp het kozijn.

In veel situaties is het binnenzijdig aanbrengen van een extra HR<sup>++</sup> ruit veel voordeliger. Bij kleine afmetingen van de ruiten kan dit zelf worden uitgevoerd zodat de kosten laag blijven. Bij het plaatsen van binnenzijdige extra ruit moet goed gekeken worden naar de afwerking en het nieuwe aanzicht van het raam. Bij het permanent dichtzetten van een raam is het belangrijk dat de ventilatie van de woning goed blijft en er in de zomer de optie bestaat om te spuien.

<sup>17</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.

Bij het permanent dichtzetten van de ramen/ruiten kan ook overwogen worden of het raamwerk permanent te verwijderen en er een Tripleglas in de brede raamsponning te zetten (moet er een ventilatie strook op de ruit?). Bij de plaatsing binnen op het kozijn zal er dan geen verlies zijn van de doorzichtsbreedte of hoogte, hetgeen bij kleine ramen van belang is. Dit zijn goede opties voor bovenramen.



*Figuur 17. Midden:* Een eenvoudige oplossing die weinig extra werk geeft. Door de dunne glaslat even breed te maken als het kozijn geeft dit een goed aanzicht, terwijl met de ruit het kozijn wat extra geïsoleerd wordt.

*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.

In veel situaties kan de extra HR<sup>++</sup> ruit het beste op de binnenzijde van het kozijn geplaatst worden. Hiermee wordt tegelijkertijd het kozijnhout ook beter geïsoleerd.

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

*Figuur 18. 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 te plaatsen of de ruit te vervangen door vacuümglas in het raamwerk.*

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

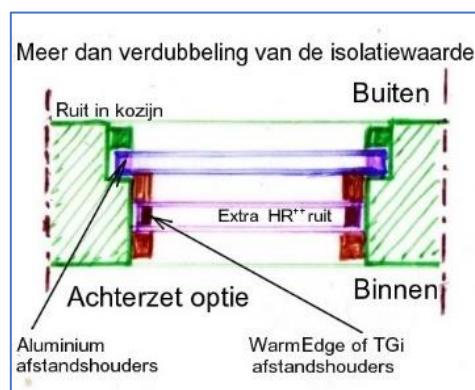


Het bovenstaande voorbeeld geeft aan dat de aanpassing van het glas bekeken moet worden in combinatie met de andere bouwkundige details en de ventilatiemogelijkheden<sup>18</sup>. De meeste glasbedrijven zullen zich alleen bezighouden met het vervangen of plaatsen van het glas en geen timmerwerkzaamheden uitvoeren. Soms werkt een glasbedrijf samen met een timmerbedrijf.

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

Bij grote 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 ruiten.

*Figuur 19. 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 20. Bij dit kozijn kan de extra HR<sup>++</sup> ruit direct in de kozijnspanning geplaatst worden en de glaslat even dik gemaakt als de diepte van de resterende spanning. In deze situatie is er geen verlies van doorzicht.*



Bij een oude HR-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 een andere oplossing voor de ventilatie aanwezig zijn.
- Het raamwerk volledig verwijderen en in de brede spanning een Tripleglas ruit zetten, eventueel met een ventilatierooster erop.
- Voor een slaapruiimte die blijvend minder verwarmd wordt dan de woonkamers, het geheel 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 ruit is de energie winst matig, maar het warmteverlies door het raamhout wordt dan voorkomen.

<sup>18</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.

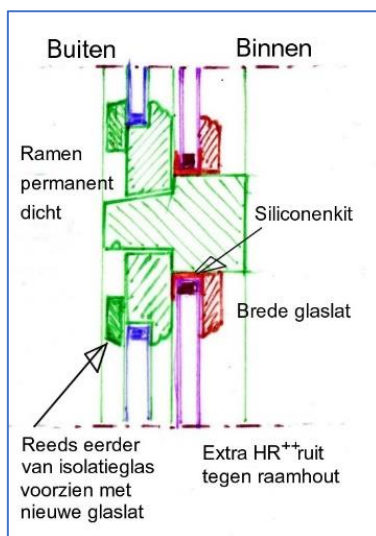
- Het raamwerk is oud en wordt vervangen door een nieuw raamwerk waar Tripleglas in kan. In dat geval kan er goed geventileerd worden en kan er een goed sluitend raam verkregen worden met deugdelijk hang en sluitwerk.

*Figuur 21. Afhankelijk van de plaats van het raamwerk en de onderhoudsstaat kan besloten worden om het raamwerk te vervangen voor een beter isolerende/ventilerende oplossing.*



*Figuren 22. 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.*



## 5. 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.

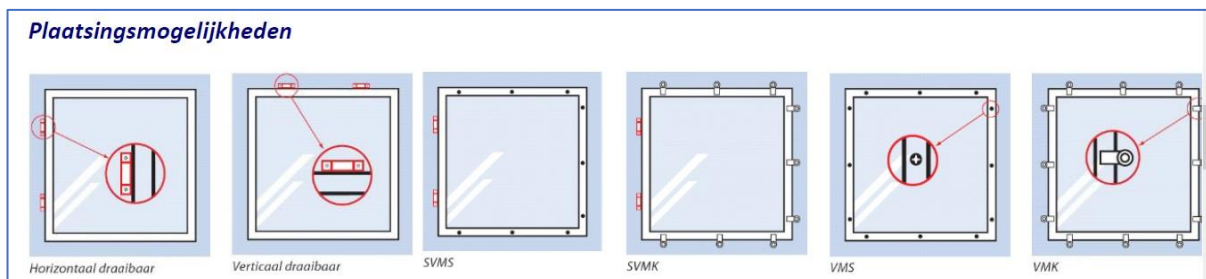
*Figuur 23. Principe detail van de raamconstructie. Het aluminium profiel heeft een rubber tochtstrip die luchtdicht aansluit op het kozijn. De knevel is rechts in grijs getekend.*



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 voorgeboorde gaten zodat ze op een kozijn geschroefd kunnen worden.

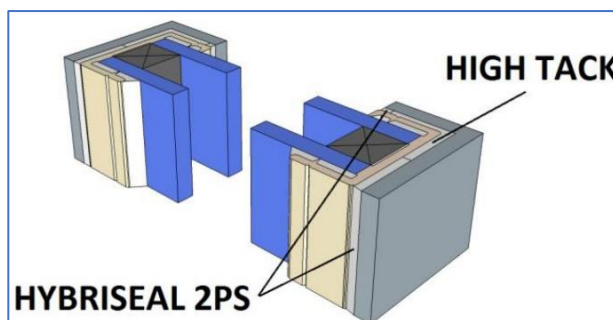
Het eerste voordeel van deze constructie is dat men de ruiten goed kan schoonmaken. Het tweede voordeel is dat de ruiten kant-en-klaar worden geleverd.





*Figuur 24. 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.

\*\*\*\*\*