

TWEEDUBBEL ISOLATIEGLAS

Extra HR⁺⁺ achterzetruiten voor goede raamisolatie



Abstract: Een overzicht van de isolatie-verbeteringsopties van vaste ruiten door de plaatsing van HR⁺⁺ achterzetruiten (binnen) of voorzetruiten (buiten) als alternatief op Tripleglas. Goede mogelijkheid voor Doe-Het-Zelf. Bij een bestaande HR⁺ ruit en een extra HR⁺⁺ ruit binnen wordt een hoge isolatiewaarde bereikt, vergelijkbaar met Tripleglas of Vacuümglas, maar tegen ongeveer de helft van de kosten, terwijl het oudere maar nog goede isolatieglas niet wordt weggegooid. Een voordelige optie voor bijvoorbeeld slaapkamers wanneer men niet te oud isolatieglas niet wil vervangen en wel beter de ruiten wil isoleren. Bij monumentale Glas-in-Lood (GiL) ramen kan er aan de binnenzijde een raam met HR⁺⁺ glas maar ook Tripleglas bij geplaatst worden.

Inhoudsopgave

1. Verbeteren van isolatiewaarde van bestaande ramen en ruiten	3
2. Condensatie.....	5
3. Buiten voorzetruiten of binnen achterzetruiten.....	7
3.1. Verschillende opties.	10
3.2. Monumenten en Glas-in-Lood	11
4. Verschil tussen HR ⁺⁺ binnen-achterzet of buiten-voorzetruit bij GiL.....	12
5. Prefab draaibare HR ⁺⁺ voor- en achterzetruiten.....	13

Zie ook andere documenten op www.nienhuys.info over glas en isolatie:

“101-soorten-glas” en glasoplossingen en kozijnen of deuren.

Vergelijking van isolatiewaarden van ruiten en terugverdientijden.

Glastest dunne ruiten in stoeltjesprofielen Raadhuis.

Serre daklicht verbetering.

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. Bijna alle producenten gebruiken alleen de term voorzetraam omdat het raam voor een ander raam wordt geplaatst.

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

Sommige glasbedrijven hebben het over HR+++ glas wanneer Triple glas wordt bedoeld. Dat is echter geen waarde die in een bouwnorm vast ligt en kan van alles betekenen. Het is belangrijk dat de juiste Ug-waarde $W/m^2.K$ wordt aangegeven voor de ruit.

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 of waardoor de warmte verdwijnt.

Glasbedrijven geven de U_{glas} -waarde aan van de ruiten. Dat is de warmte doorgangswaarde in $W/m^2.K$. Hoe lager die waarde is, hoe beter de ruit isoleert. Echter bij lage waarden ($U_g 0,5$ of $U_g 0,6$) is het minder duidelijk hoeveel beter die isolatie is. De warmteweerstand R_g in $m^2.K/W$ geeft duidelijke informatie en de R_{glas} of $R_{constructie}$ -waarden kunnen bij elkaar opgeteld worden voor samengestelde ramen. $U_g 0,5 = R_g 2,0$ en $U_g 0,6 = R_g 1,7$. Dit is een flink verschil, terwijl het kostenverschil meestal weinig is. Om de verschillen tussen de isolatiewaarden van ruiten met elkaar te vergelijken wordt in dit documentje verder de R_g -waarde gebruikt, of R_c voor de constructie.

1. Verbeteren van isolatiewaarde van bestaande ramen en ruiten

De thermische isolatie van bestaande ramen en ruiten van enkel glas ($R_g = 0,17$)¹, dubbel glas of ruit met voorzetruit ($R_g \approx 0,4$), oud dubbel glas van vóór 1985 ($R_g \approx 0,5$) of een nieuwere vorm van HR ($R_g \approx 0,6$), of HR⁺ glas tot ongeveer jaren 1995 ($R_g \approx 0,7$), of HR⁺⁺ glas ($R_g = 0,85$) kan verbeterd worden door verschillende opties.

- Een extra ruit of kozijnfolie² met luchtspouw (≈ 2 cm) geeft een verbetering van $+R_c \approx 0,2$. Plaatsen van voor- en achterzetruiten van enkel glas en lucht spouw ≈ 18 mm ($+R_c \approx 0,2$).
- Een extra ruit én kozijnfolie (2 X luchtspouw) geeft een verbetering van $+R_c \approx 0,4$.
- Vervangen van oude ruiten ($R_g \approx 0,5$ of $R_g \approx 0,6$) door ≈ 50 mm dik Tripleglas ($R_g = 2,0$). Voor de hoogste isolatiewaarde van Tripleglas zijn de twee luchtspouwen elk minimaal 18 mm nodig en met Argon gevuld. Bij dunnere 16 mm spouwen zal de isolatiewaarde van Tripleglas niet beter worden dan ongeveer $R_g 1,7$.
- Vervangen van oude ruiten door 8,6 mm (dun) gehard Vacuümglas ($R_g \approx 1,7$ tot $2,0$). Er zijn verschillende kwaliteiten Vacuümglas in de markt met verschillende garantiewaarden.
- Vervangen van HR ruiten ($R_c = 0,5$ tot $0,7$) door HR⁺⁺ ($R_c = 0,9$) levert slechts een beperkte isolatieverbetering van respectievelijk $\approx 40\%$ en 20% op tegen vrij hoge kosten³.
- **Het plaatsen van een extra HR⁺⁺ ruit** (goede kwaliteit $R_g \approx 1$) 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. Dit documentje gaat over deze optie.

Ramen en deuren⁴ gelijk aan HR⁺⁺ = $R_g \geq 0,833 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, dat is $1/6^{\text{de}}$ van de gevelisolatie RC 4,7 en geldt 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⁺⁺ is een minimumnorm⁵. 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.

¹ Dit is de officiële gemiddelde waarde voor Nederland, bestaande uit de binnen en buiten overgangswaarden en bij gemiddelde wind. Praktisch kan ook gerekend worden met een isolatiewaarde van $R_g = 0,2$.

² Kozijnfolie of raamfolie (geen glasfolie) wordt op het kozijn geplakt zodat er een luchtlaag ontstaat. Wanneer de luchtlaag dun is (18 mm tot 20 mm) zal er minimale luchtcirculatie in die luchtlaag optreden door de temperatuurverschillen tussen de glas en folie oppervlaktes, waardoor de isolatie optimaal is.

³ Deze optie wordt meestal door glazeniers aanbevolen omdat het HR⁺⁺ de minimumnieuwbouwwaarde is en daarom snel en voordelig beschikbaar, maar het is niet de beste isolatieoptie voor warme woonkamers. Voor warme woonkamers is Tripleglas aanbevolen, maar dat heeft vaak consequenties voor de kozijnen, waardoor de kosten oplopen. Voor de minder verwarmde slaapkamers is HR⁺⁺ wel een goede en economische oplossing.

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

⁵ 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 minimumkwaliteit van HR⁺⁺ = $U_g 1,2$ of $R_g = 0,833$. Sommige glasbedrijven hebben ook HR⁺⁺⁺ wat dan wat beter isoleert dan HR⁺⁺. Echter deze ++++ waarden liggen niet vast en garanderen dan ook geen bepaalde U_g -waarde. Bij het bestellen van ruiten is de opgave van de U_g -waarde dus belangrijk. De klant moet deze waarde zelf omrekenen naar de R_g -waarde met $1/U_g = R_g$.

De kosten van aanpassing zijn afhankelijk van:

- De kosten van de achterzetruit (aan de binnenkant) of voorzetruit (aan de buitenkant)⁶.
- Noodzakelijke aanpassingen van het kozijn of raam en hang-en-sluitwerk⁷.
- De kosten van de afwerking zoals schilderen. Met Doe-het-Zelf is minstens 50% goedkoper.⁸
- 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.⁹
- 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/m². 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 achterzetruiten te kiezen, maar dat wordt niet gezien als een waardevermeerdering van de woning, bovendien is de toegevoegde isolatie van een enkele luchtspouw slechts ongeveer $R_c \approx 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.¹⁰

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

Alleen wanneer de woningeigenaar specificeert dat er Tripleglas in moet en de Ug-waarde van dat Tripleglas aangeeft, zal een timmerbedrijf een dergelijk raam of terrasdeur maken of de sponning aanpassen. Zonder duidelijke specificaties van de woningeigenaar krijgt deze meestal een raam/deur met het dunnere en minder isolerende HR⁺ ruit of een minder isolerende Tripleglas ruit.

Het uitzetten van een sponning is niet aanbevolen en is moeilijk. Het kozijn wordt daarmee verzwakt. Het is verstandiger om een sponning dieper te maken door een lat óp het kozijn waterbestendig te verlijmen en schroeven nadat de verf er is afgehaald (zelfde houtsoort).

⁶ Zie voor een uitgebreide vergelijking van opties het document: Vergelijken van isolatiewaarden van ruiten op www.nienhuys.info Raam- of kozijnfolie is in een wintermaand is terugverdiend.

⁷ Hierbij moet worden opgemerkt dat de meeste glasbedrijven geen vast timmerbedrijf hebben en vaak tegen de klant zeggen dat die eerst zelf maar een timmerbedrijf moet aanstellen om het kozijn aan te passen. De woningeigenaar moet dan de gewenste dikte (isolatiewaarde) van de nieuw te bestellen ruit kennen om een timmerbedrijf aan te sturen. In offertes van glasbedrijven staat dan ook vaak: prijs exclusief houtwerk aanpassen, schilderen, steigerwerk, hijskranen, parkeerkosten, etc.

⁸ Opgelet: het schilderwerk aan de binnenzijde van het houten raam/kozijn is belangrijker dan dat aan de buitenkant en moet dampdicht zijn. Bij een goed isolerende ruit zal het houtwerk het minst isolerend zijn, waardoor daar op het hout condensatie zal optreden. Dit vocht kan/zal bij latexverf of een andere dampopen verf in het hout trekken. Wanneer de buitenzijde van het raam/kozijn dampdicht is geschilderd zal het hout (raamwerk, kozijn) vochtig blijven en gaan rotten.

Ook is het belangrijk dat het schilderwerk 2 mm wordt doorgezet op het glaswerk om het intrekken van vocht in de voeg te voorkomen. Vocht in de voeg tussen het glas en het kozijn veroorzaakt zwarte schimmel.

⁹ 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.

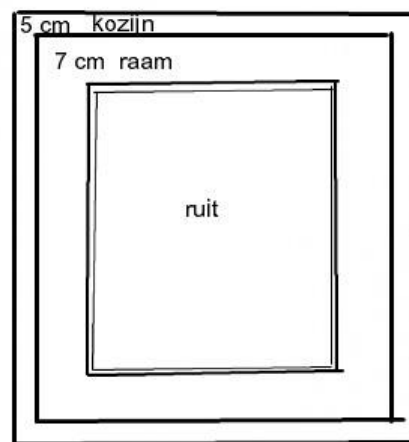
¹⁰ Zie: 'Voorbeeld van Berekening van de **Terugverdientijd van een Isolatiemaatregel** 'op www.nienhuys.info

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⁺⁺ en Tripleglas. Die ruiten zijn dan niet te openen of beweegbaar. Boven op het nieuwe glas kan een ventilatierooster geplaatst worden¹¹.

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

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.

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. De niet na-geïsoleerde buitengevel verliest ook veel warmte. De latei boven het raam is ook zichtbaar (donker).



2. Condensatie.

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

Warme lucht houdt meer vocht vast dan koude lucht. Het warm stoken van kamers waar vocht geproduceerd zal daarom leiden tot meer condensatie op de koudste oppervlaktes. Bij muren trekt het vocht dan in de muur en is het niet zichtbaar, maar kan wel schimmel veroorzaken. De muren voelen dan koel/klam aan, omdat door verdamping van het vocht de isolatiewaarden van die muren verlaagt. Verdamping van vocht onttrekt warmte aan het oppervlak.

¹¹ Zie document: Ventileren van oudere Woningen” op www.nienhuys.info



Figuren 3. Links: Isolatieglas met schimmelvorming op het niet-geschilderde raamhout. Rechts: Tussen glasplaten zonder Low-E coating bestaat een lage isolatiewaarde ($R_c = 0,4$) waardoor condens slecht geschilderd hout aantast. Verf gaat eerst barsten, dan dringt er meer vocht in het hout dat dan gaat rotten.



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 schimmelaafzetting in de hoek.



Figuren 5. Links: Dit dakramen heeft een aluminium afstandhouder in het glas. De eerste 8 cm vanaf de zijkant van het glas is daarom het minst isolerende oppervlakte. Hierdoor ontstaat condens langs die randen.

Bij zolders waar de was gedroogd wordt, treedt op het hout condensatie op. De bovenklep (handvat = wit) van het dakraam moet dan naar beneden gedraaid worden om voor constante ventilatie te zorgen. Het houtwerk moet ook goed onderhouden worden.



Figuren 6. Onderrand dakraam met zichtbare aantasting van het verfwerk.



Rechts. Condensatie op een enkel glas slaapkamerraam. 's Nachts ademt men waterdamp en CO₂ 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 centrale of decentrale ventilatie met WTW (of ook inclusief CO₂ regeling) wordt condensatie niet voorkomen als er matig of slecht isolerende ruiten zijn.

Bij de toepassing van goede glasisolatie zoals Tripleglas, Vacuümglas en tweedubbel glas (bestaand HR⁺ buiten en een nieuwe HR⁺⁺ ruit binnen) zal er in de herfst aan de buitenkant van de ramen condens optreden. Bij hoge luchtvochtigheid slaat condens neer op een glad/koud oppervlak zoals ook het geval is bij auto's. Feitelijk betekent het dat de ramen dan goed geïsoleerd zijn. 😊

Figuur 7. Buitenzijdig condens op een goede Tripleglas ruit (R_g = 2,0 met spouwen tussen de ruiten van 18 mm) in de herfst (kale bomen). Op de buitenkant van het kozijn treedt geen condens op omdat het kozijn een iets mindere isolatiewaarde heeft dan het glas. Deze condens verdwijnt na enige tijd.

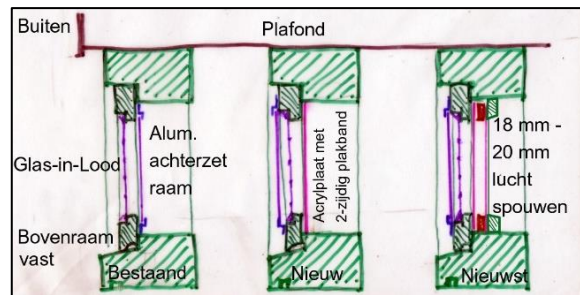


3. Buiten voorzetruiten of binnen achterzetruiten

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

De kleine (< 50 cm x 50 cm = ¼ m²) HR⁺⁺ ruit kan zelf worden opgemeten (minimaal 3 mm rondom kleiner dan de sponningmaat). Dit kan bij de glashandel¹² besteld worden en zelf geplaatst met glasband en glaslatten. Met een glaslat en siliconenkit kan de ruit vastgezet worden. Wanneer het GiL direct in het kozijn zit dan kan de extra HR⁺⁺ ruit binnen op een steunlat gezet die tegen het kozijn aan zit zodat het hele GiL in het zicht blijft.

¹² Er zijn verschillende glashandels die ruiten aan particulieren verkopen. De ruiten moeten dan bij de glashandel worden afgehaald. Gebruik rubberhandschoenen voor beter grip en voorkomen van snijwonden.



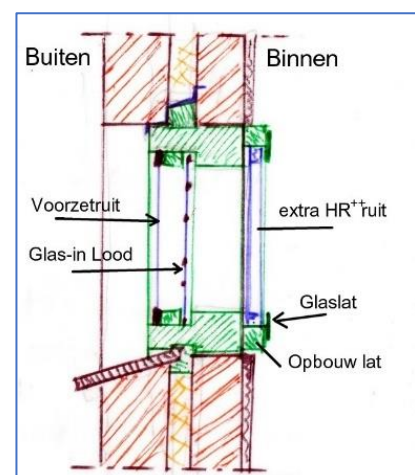
Figuren 9. GiL bovenraam met aan de binnenzijde een aluminium frame met binnen achterzetruit ($R_c = 0,4$). Door die binnen achterzetruit naar de buitenkant over te plaatsen, wordt het GiL goed beschermd. Aan de binnenkant kan dan een HR⁺⁺ of Tripleglas geplaatst worden met luchtsponwen van 18 mm. Bij slechts een extra HR⁺⁺ ruit wordt de nieuwe $R_c = 0,4 + 0,2 + 0,9 = 1,5$ wat $\approx 3x$ zoveel isolatiewaarde oplevert. Bij een extra Tripleglas ruit wordt de nieuwe $R_c = 0,4 + 0,2 + 2,0 = 2,6$ wat $\approx 6x$ zoveel isolatiewaarde oplevert. Bij een Tripleglas ruit moet de sponning wel diep genoeg zijn, anders komt er timmerwerk bij kijken.

Figuur 10. Bovenlicht met oorspronkelijk alleen een Glas-in-Lood raam ($R_c 0,15$).

De woningeigenaar heeft hier zelf aan de binnenzijde Tripleglas geplaatst (besteld bij een glasfabriek). Dat kon makkelijk vanwege de diepte van het kozijn. Echter, bij enkele GiL ruitjes (zonder dakoverstek) ontstond condens op de buitenkant van dat GiL dat niet wegging. Het GiL lekt namelijk lucht. De oplossing is om aan twee zijanten van het GiL een driehoekig ruitje te verwijderen, waardoor er ruime ventilatie met buitenlucht ontstaat. De isolatiewaarde vermindert dan wel iets.



Figuur 11. Het GiL zit hier direct in de sponning van het kozijn, met aan de buitenzijde een voorzetruit. Wanneer men binnen in het kozijn een extra ruit plaatst (HR⁺⁺ of Tripleglas) zullen de glaslaten de randen van het GiL afdekken. Door binnen óp het kozijn een steunlat te maken kan er een binnen achterzetruit toegevoegd en 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 m² waarbij achter (binnen) een isolerende heldere ruit of raam geplaatst wordt is de beste oplossing om daar een openzetbaar HR⁺⁺ ruit met raamwerk te plaatsen. Hierdoor kan met periodiek het raam openen en tussen de ramen schoonmaken. Dit is een veel voorkomende optie bij monumenten.



Figuren 12. Links. Foto van de binnenkant. Kunststof kozijn met geïntegreerd een extra raamwerk aan de binnenzijde met HR⁺ ruit. Dit raam kan opengezet worden om de ruiten schoon te maken.

Midden. Gebouw met dikke muren.

Foto van de buitenkant. Aan de binnenzijde is een extra kunststof kozijn met raamwerk geplaatst.

Rechts. Zelfde optie als de middelste foto maar met een kunststof buitenraam. Foto van de binnenzijde. De grote afstand tussen de ruiten vergroot de geluidsisolatie.

Figuur 13. Bij dit kozijn en een brede vensterbank zijn er vier opties mogelijk, waarvan er twee hierboven zijn getoond. Bij een raamwerk in het kozijn kan gekozen worden voor een smal raamwerk, omdat dit geen winddruk hoeft te weerstaan. In dat geval zal er weinig lichtverlies zijn. Bij een raamwerk op de binnenkant van het kozijn is er nog minder lichtinval verlies, omdat het raamwerk dan gedeeltelijk achter het kozijn zit.



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⁺⁺ glas (toegevoegde isolatiewaarde $R_c 1,0$). Deze worden met scharnietjes en knevels op het kozijn vastgezet. Bij scharnieren is aan de zijkant minimaal 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 als men de ruiten wil schoonmaken. Vanwege de rubberband die in het aluminium profiel zit sluiten ze goed aan op het kozijn.

Figuur 14. Enkel glas Belned achterzetramen (binnenzijde) leveren geen condensatie op de HR⁺ buitenruit, omdat het temperatuurverschil tussen het binnen oppervlak van de achterzetruit en de HR⁺ ruit gering is. www.belned.nl

Grona <https://www.grona.nl/> heeft aluminium isolatieglas van HR⁺⁺ in een dun/slank aluminium kozijn dat op het bestaande kozijn kan worden geschroefd.



Vast tweedubbel glas. Bij de toepassing van tweemaal (bijvoorbeeld bestaand HR⁺ en een nieuw HR⁺⁺) vast isolatieglas, zal er in verloop van tijd altijd vocht tussen de ruiten komen te zitten door de damptransmissie via het houten kozijn. Dat vocht kan dan na een paar jaar schimmel veroorzaken.

Om vocht tussen twee vaste isolatieruiten zo goed mogelijk te voorkomen is ventilatie met buitenlucht nodig. Die buitenlucht zal bij een warmere binnenruit niet tussen de ruiten condenseren en geen vocht inbrengen waarop schimmel kan groeien. Wanneer er periodiek zon op het raam staat zal vocht tussen de ruiten verdwijnen. Om het risico van schimmel te vermijden blijft een openzetbare HR⁺⁺ ruit de beste optie.

Figuur 15. Mogelijke oplossing voor ventilatie met de buitenlucht door het boren van twee gaten tegenover elkaar (Ø8 mm) en door het kozijn tot in de spouwmuur. Bij dit raam komt er naast een extra HR⁺⁺ ruit in de spouwing ook nog een GiL raam aan de binnenzijde.



De optie van twee vaste ramen met een luchtsponw ertussen is dus wel mogelijk, maar vanwege mogelijke vochtproblemen **niet aanbevolen**. Een openzetbaar binnenraam met HR⁺⁺ glas is de beste oplossing. Bij een binnenraam kan een licht raamwerk toegepast worden omdat daar geen winddruk op staat.

Het is wel aanbevolen om het extra raam te voorzien van een rubber afdichtingsprofiel dat een luchtdichte afsluiting naar de woonruimte verzorgt. Wanneer dat niet het geval is kan vrij snel condensatie tussen de ruiten optreden vanwege de afgekoelde kamerlucht die erin gezogen wordt.

3.1. Verschillende opties.

Om te beoordelen of men grotere ruiten beter wil isoleren met een binnen geplaatste HR⁺⁺ ruit of om die te vervangen door een Tripleglas ruit, eventueel samen met een passief kozijn, zijn de volgende overwegingen van toepassing:

- Wat is de huidige isolatiewaarde van de bestaande ruit? Wanneer dit een oudere isolatieruit is van vóór 1990¹³ dan is de isolatiewaarde relatief laag ($R_g = 0,6$) en kan de hele ruit beter vervangen worden met een goede kwaliteit HR⁺⁺ ($R_g = 1,0$) voor de slaapkamers of Tripleglas of Vacuümglas voor de woonkamers ($R_g = 2,0$).
- 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. Langs een drukke weg is een ventilatioerooster een **geluidslek**. Er moet dan naar andere ventilatieopties gekeken worden.¹⁴
- Kan er in het kozijn Tripleglas geplaatst worden of Vacuümglas? Voor Tripleglas is een sponning van minstens 50 mm noodzakelijk. De eenvoudigste optie bij een dun kozijn is om het op te dikken (nooit uitvriezen). Bij een te smal/dun kozijn/raam kan een Vacuümglas overwogen worden, zeker als er voor de toepassing van Tripleglas veel extra timmerwerk (en schilderwerk) noodzakelijk is. Hier is het relevant om het totale kostenplaatje te beoordelen.

¹³ Isolatieuruiten zijn meestal wel voor 30 jaar goed gasdicht, maar kunnen lek raken.

¹⁴ Zie document 'Ventileren van oudere Woningen' op www.nienhuys.info

- Het plaatsen van de extra binnenraam in of op het kozijn kan de doorzichtopening van het glas iets kleiner maken, maar het extra binnenraam kan smalle raamwerk afmetingen hebben.
- Een HR⁺⁺ ruit dat ongeveer 1m² of groter is moet met twee personen geplaatst worden vanwege het gewicht en veiligheid (> 25 kg). Een Tripleglas ruit is nog veel zwaarder.
- Op een kunststof of metalen kozijn is het mogelijk om zowel een houten als een Grona aluminium isolatieraam te schroeven dat een extra dun raamprofiel heeft. Een rubber afdichtingsprofiel is belangrijk om toe te passen.
- Bij monumenten kunnen vaak beperkende voorwaarden gesteld worden. Soms is een binnen raamwerk met isolatieglas toegestaan. Bij de stoeltjesprofiel ramen (architecten: Dudok, Rietveld, Duiker, Merkelbach en Karsten) kan zowel in het stoeltjesprofiel het Grona isolatieglas geplaatst (gelijmd) worden en met een brede spouw aan extra HR⁺⁺ raamwerk aan de binnenzijde. In stoeltjesprofiel ramen kan ook dun Vacuümglas worden toegepast, maar het ijzer blijft dan een extreme warmtelek. Bij een binnen geplaatst isolatieraam heeft dat metalen warmtelek van de stoeltjesprofielen veel minder invloed.¹⁵
- Is de investering een meerwaarde van de woning? Een meerwaarde van de woning door goede isolatie wordt meestal bij verkoop in haar geheel terugverdiend. Gedurende de bewoning zijn er minder energiekosten. Het comfort neem toe en de geluidsbelasting van buiten wordt minder. Voor de slaapkamers is het tweedubbel glas een goede optie, maar voor de grotere ramen van de warme woonkamers zijn Tripleglas of Vacuümglas mooiere opties.

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 binnen (hout, kunststof of aluminium) met HR⁺⁺ glas is dan een optie.

Figuur 16. Bij dit monument zijn de buitenste ruiten oud/antiek glas ($R_g \approx 0,2$) te vergelijken met enkel monumentenglas. Het aanpassen van deze buitenramen voor isolatieglas was vanwege de monumentenstatus geen optie. Hier is binnen een compleet kozijn geplaatst met openzetbare ramen van HR⁺⁺ isolatieglas. Hierdoor konden de oude ruiten ook van binnenuit goed onderhouden worden.

*De nieuwe isolatiewaarde van deze constructie is nu $R_g 0,2 + \text{spouw } R_c 0,2$ plus HR⁺⁺ $R_g \approx 1,0$, samen = $R_c 1,4$. Dat is **7x** de vroegere isolatiewaarde.*



Het aan de binnenzijde plaatsen van een openzetbaar (dun) houten of aluminium raamwerk met HR⁺⁺ glas geeft het voordeel dat de ruiten aan beide zijden schoongemaakt kunnen worden. Dit geldt vooral ook voor oude stoeltjesprofiel ramen. Bij stoeltjesprofiel ramen kan wel vaak dun isolatieglas, monumenten-isolatieglas (HR⁺ met monumentenglas¹⁶ aan de buitenzijde) of Vacuümglas geplaatst worden. In dat geval zal de gemiddelde isolatiewaarde van die ramen sterk verlaagd worden door het slecht isolerende raamwerk.¹⁷ Een compleet achterzetraam is dan zowel goedkoper als geeft het een veel betere gemiddelde isolatiewaarde.

¹⁵ Voor meer informatie zie document *Raadhuis ramen test*.

¹⁶ Monumenten-isolatieglas heeft vaak een lagere isolatiewaarde dan HR⁺⁺ vanwege de dunne spouw.

¹⁷ Voor meer informatie en berekeningen zien document "Raadhuistest" op www.nienhuys.info

Bij monumentale of decoratieve GiL ruiten 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⁺⁺ ruit moet worden, want anders wordt er door de glazenier geen Low-E coating toegepast en heeft de nieuwe 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⁺⁺ te plaatsen wordt de isolatiewaarde verhoogd van $R_c 0,2$ tot $R_c 1,4$ dus 7X beter isolerend.

Figuur 17. 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 zelden condens optreden wanneer het binnenste raamwerk op het kozijn goed afsluit (met rubberen tochtband geklemd).



Een **stoeltjesprofiel kozijn** met Vacuümglas is geen grote isolatie-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. Hoe kleiner de ruiten hoe slechter.¹⁸

4. Verschil tussen HR⁺⁺ binnen-achterzet of buiten-voorzetruit bij GiL

Het plaatsen van een HR⁺⁺ isolatieraam aan de buitenkant maakt dat overdag het GiL van buitenaf gezien minder goed zichtbaar wordt¹⁹.



Figuren 18. Links: GiL overdag van binnenuit. Wanneer er aan de binnenkant een ruit zit zal dit beeld ongeveer hetzelfde zijn. Midden: Overdag van buiten. In dit geval is er nauwelijks iets van het GiL te zien. Voor monumenten kan dat niet acceptabel zijn. Rechts: 's nachts van buitenaf gezien met binnenverlichting. Dit is een vaste HR⁺ isolatieruit met binnen het GiL-raam in een eigen frame.

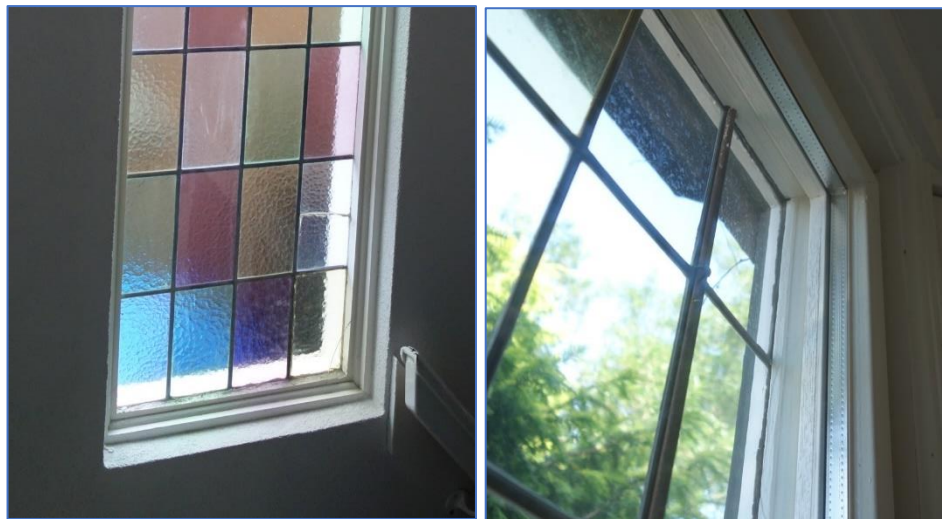
¹⁸ Zie document "Raadhuistest" op www.nienhuys.info.

¹⁹ 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 kunnen²⁰ met een Low-E coating²¹ op binnenkant van de binnenruit worden voorzien voor een betere isolatiewaarde, maar de totale isolatiewaarde blijft laag ($R_c \approx 0,6$) vanwege de dunne spouw.

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

Rechts: Toepassing van HR⁺⁺ ruit binnen bij grote GiL bovenramen, nieuwe isolatiewaarde $R_c = 0,2 + 0,2 + 0,9 = 1,3$. De GiL ruit heeft een verticale versterkingsstaaf.



Wanneer de HR⁺⁺ 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⁺⁺ ruit.

5. Prefab draaibare HR⁺⁺ voor- en achterzetruiten

Belned heeft HR⁺⁺ achterzetramen met scharnieren of schroefjes in een dun aluminium profiel.

<https://www.belned.nl/producten/voorzetramen/>

Voor isolatieglas in kant-en-klare voorzetramen (hout) kan men contact op nemen met de klantenservice voor gedetailleerde specificaties. Te bereiken via telefoon op +31 (0)162 57 65 76 of per e-mail op verkoop@belned.nl voor Nederland.

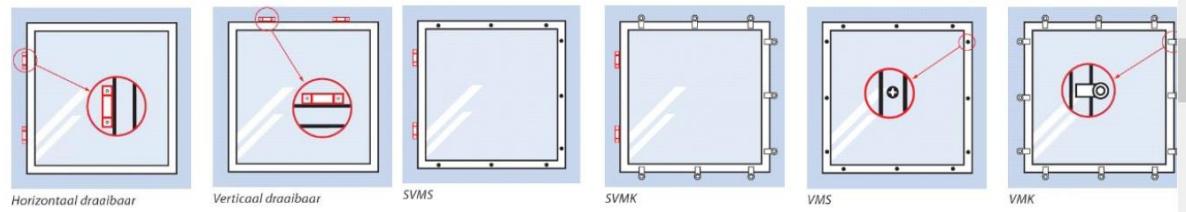
De profielen komen in hout of aluminium. De website geeft informatie over verschillende modellen inclusief horizontale schuiframen. De website geeft de inmeet constructies aan. Opletten met de scharnieren. Op de website zijn de prijsindicaties te vinden na het inloggen.

Daarnaast zijn er scharnierende voorzetramen voor eenvoudige reiniging en toegang, evenals schuivende systemen als de Duraview 5000A (horizontaal schuivend) en Duraview 6000 (verticaal schuivend). Ook het Lift-Out Goéland voorzetraam behoort tot de mogelijkheden. Dit voorzetraam voorzetraam combineert de voordelen van vaste en niet-vaste voorzetramen. Het systeem bestaat uit een kaderprofiel, dat eenvoudig gemonteerd wordt voor uw originele raam. In dit profiel wordt een voorzetraam gelift. De profielen van het voorzetraam zijn voorzien van een mohair afdichtingsborstel die voor een perfecte sluiting zorgt. Alle voorzetramen zijn overigens leverbaar in vrijwel iedere RAL-kleur en geschikt voor uiteenlopende vormen, waaronder niet-haakse of afwijkende raamconstructies.

²⁰ 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 $R_g = 0,5$.

²¹ Wanneer de klant dit niet specifiek aangeeft bij het glasbedrijf wordt er geen Low-E coating toegepast.

Plaatsingsmogelijkheden



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 glasframes ook voorzien worden van voorgeboorde gaten zodat ze op een kozijn geschroefd kunnen worden.

- Het eerste voordeel van de scharnierconstructie is dat men de ruiten goed en vrij snel kan schoonmaken en weer sluiten. Bij de afschroefconstructie is het meer werk. Wanneer de ruiten groter zijn dan ¼ m² zal het verwijderen en terugplaatsen met twee personen moeten gebeuren vanwege het gewicht.
- Het tweede voordeel is dat de ruiten kant-en-klaar worden aangeleverd.

Grona <https://www.grona.nl/conforglance> heeft verschillende prefab modellen die zowel binnen als buiten kunnen worden toegepast. Een productielijn van Grona heeft aluminium isolatieglas ruiten. Grona HR⁺⁺ ruiten kunnen zowel in de sponning als op het kozijn geplaatst, op maat en met omkadering. Ze worden niet als schuiframen uitgevoerd. <https://www.grona.nl/achterzetbeglazing>

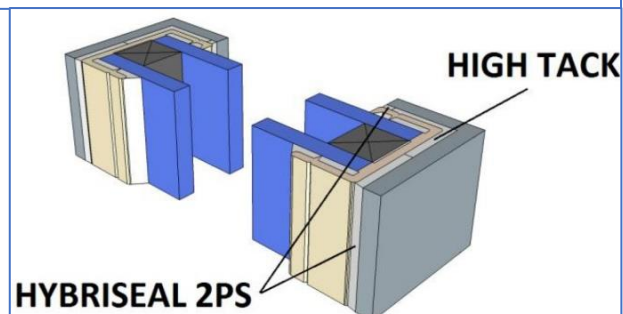
Conforglance is een eenvoudig systeem voor de plaatsing van dubbel glas in bestaande stalen ramen. Het isolatieglas wordt fabrieksmatig omkaderd met een kunststof profiel. Er zijn verschillende uitvoeringen mogelijk. Voor terrasdeuren zijn er hardglas oplossingen. Dit is interessant wanneer oude terrasdeuren tochten en men ze niet wil vervangen, maar deze achterzet terrasdeuren zijn geen HR⁺⁺.

Figuur 20. 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.



Figuur 21. 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.
