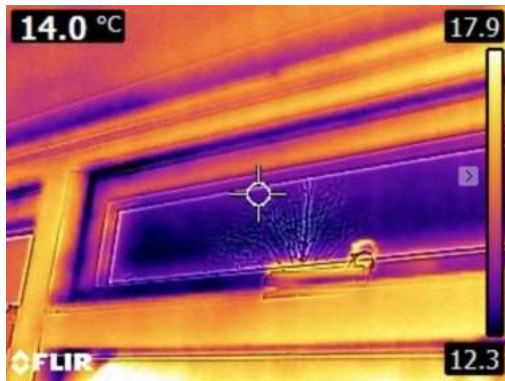


Bijlage Startdocument

“Kozijnen, Glas & Deuren?”



Een kapmes en regenjas voor de reis door het oerwoud van
mogelijkheden en afhankelijkheden

Geschreven door

Felix van Gemen, Lars Boelen (namens DoeTank)

23 november 2022

ConceptVersie 0.1 voor bewoners

Vooraf

Deze notitie is het naslagwerk op het Startdocument “Hoe ga ik met glas, kozijnen en deuren aan de slag?”. Het vormt een verdieping op begrippen die onder anderen op de bijeenkomst op 22 november bij Veldhoven Duurzaam hebben plaatsgevonden.

Heeft u vragen, opmerkingen of suggesties over dit document? U kunt ons altijd bereiken via vrAGEN@regionaalenergieloket.nl.

Gebruik van dit document

Hoewel er veel zorg is besteed aan de inhoud van dit position paper kunnen het programma DoeTank Publieke Ontzorging en de betrokken organisaties niet instaan voor de volledigheid, juistheid of voortdurende actualiteit van de gegevens in dit rapport. Het programma DoeTank Publieke Ontzorging aanvaardt dan ook geen aansprakelijkheid voor enigerlei directe of indirecte schade, van welke aard ook, die voortvloeit uit of in enig opzicht verband houdt met dit document

Inhoudsopgave

1. Introductie	6
2. Rekenen aan het energieverlies van glas, kozijnen en deuren	8
3. Ventilatievraagstuk	12
Natuurlijke ventilatie	12
Gemotoriseerde ventilatie	12
Ventileren met warmteterugwinning	13
4. Begin with the end in mind	16
Eindpunt en stappen	16
Ventilatiewissel	17
5. Onderzoek aan jouw glas en kozijnen	19
Belangrijke onderdelen die we in kozijnen tegenkomen	19
Glasonderzoek	20
6. Optimaliseren van het bestaande situatie glas, kozijnen en deuren	22
Zonwering / gordijnen	22
Onderhoud kozijnen	22
Enkele tips voor onderhoud:	22
7. Het glas vervangen	24
Zoninstraling in de winter	25
Afstandhouder	25
Inbraakveilig	26
Val beveiliging	26
Coatings	26
Glas vervangen in de praktijk	26
8. Glas én kozijnen vervangen	28
Beslisboom	28
Hele kozijn of alleen draaiende delen en panelen	28
Opnieuw indelen van een samengesteld kozijn	28
Materiaalkeuze	28
Hang- en sluitwerk	31
Renovatie: het belang van een goed detail	32
Bijlage 1: Naamgevingsconventie ventilatiesystemen	33
Bijlage 2: Glasopname	34
Bijlage 3: Beslisboom	35
Bijlage 5: presentatie glas Veldhoven Duurzaam	36
Bijlage 6: Warmteverliesberekening	37

1. Introductie

Als je het over "glas en kozijnen" hebt komen er heel veel vaktermen, begrippen, rekenregels voor energieprestaties en dergelijke aan bod. In dit stuk hebben we geprobeerd al deze zaken op een dusdanige manier op te schrijven en te verdiepen dat je straks, als je er mee aan de slag wilt of moet een goede gesprekspartner bent van de kozijn en glas leverancier. Het gaat je ook helpen een beter begrip te krijgen van "de samenhang der dingen". Aan de hand van 9 hoofdstukken gaan we de belangrijkste onderwerpen langs.

In hoofdstuk 2 beginnen we met het rekenen aan energieverlies van glas en kozijnen. Dat geeft een beeld van het aandeel en het belang voor wat betreft energiezuinigheid.

Hoofdstuk 3 gaat over een op het oog vreemde eend in de bijt: het ventilatievraagstuk wordt maar zelden actief meegenomen als we over glas en kozijnen nadenken. Maar de samenhang spreekt voor zich: "ga ik wel of niet ventileren met roosters?" Het antwoord op die vraag heeft veel invloed op keuzes die je t.a.v. bestaande en nieuwe kozijnen maakt.

Hoofdstuk 4 gaat over het belang van een eindpunt in gedachten nemen. Als je weet waar je naartoe wilt met je woning, is het makkelijker om keuzes te maken over onder meer glas en kozijnen. In dit hoofdstuk komt de samenhang met het ventilatievraagstuk aan de hand van praktische voorbeelden aan bod.

Hoofdstuk 5 gaat over het onderzoeken van je glas, kozijnen en deuren. Opmeten is een ding... maar er is nog veel meer vast te stellen. Dat is eigenlijk een verdiepingsrapport op zich. Dit hoofdstuk beperkt zich tot onderzoek aan glas.

Hoofdstuk 6 gaat in op het optimaliseren van de bestaande situatie van glas, kozijnen en deuren. Dit is een van die drie categorieën van oplossingen (zie startdocument en presentatie). Hier worden enkele praktische tips gegeven.

Categorie 1:	Categorie 2:	Categorie 3:
Optimaliseren van de bestaande situatie	Verbeteren: glas vervangen en onderhoud kozijn indien nodig	Verbeteren: glas en kozijn geheel vervangen
"Met weinig inspanning en kosten energie besparen"	"Veel energie besparen door investeren in nieuw glas"	"Energie besparen en groot onderhoud door complete vervanging"

Hoofdstuk 7 gaat over de tweede categorie: het vervangen van glas, inclusief twee kleine praktijkvoorbeelden.

Hoofdstuk 8 gaat over de derde categorie: kozijnen en glas vervangen. Ook hier kun je een boek over schrijven, en die worden er ook over geschreven. Maar nog niet voor bewoners die hun woning gaan renoveren. In dit hoofdstuk gaan we in vogelvlucht door de belangrijkste aspecten voor het maken van keuzes over het kozijn.

Met alle verzamelde kennis en inzichten ben je hopelijk in staat een goede offerte aan te vragen bij je leverancier. Maak duidelijk wat je van de verbeteractie verwacht, wat de technische eisen zijn qua isolatiewaarde, ventilatiewijze, hang- en sluitwerk en extra's... We hopen dat dit document helpt om een complete uitvraag te doen.

2. Rekenen aan het energieverlies van glas, kozijnen en deuren

Voorbeeldberekening energieverlies voor een gat van 1,5 meter hoog en 2,5 meter breed.

De formule voor het energieverlies van een gebouwonderdeel is:

$$U\text{-waarde} \times \text{Oppervlak} \times \text{Temperatuurverschil}$$

Als je dus wilt weten hoeveel energie er op een koude winterdag verloren gaat door een bepaald kozijn, dan vermenigvuldig je het oppervlakte van het kozijn in m^2 (bijvoorbeeld $1,1 \text{ m}^2$) met het temperatuurverschil tussen binnen en buiten (zeg buiten -10°C , binnen 21°C dus 31 graden verschil) met de U-waarde (uitgedrukt in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) van het kozijn (bijvoorbeeld $1,6$ voor een houten kozijn van 68 mm dik). De isolatiewaarde van het kozijn heet U_{frame} of U_f

Dan wordt dit energieverlies voor het kozijn:

$$1,6 \times 1,1 \times 31 = 55 \text{ Watt}$$

Dan moeten we nog weten hoeveel energie er door het glas verloren gaat. Dit bereken je op dezelfde wijze als bij het kozijn, maar i.p.v. U_f gebruik je nu de U-waarde van het glas ofwel U_g . Stel, de U-waarde van het glas is $2,9$ en het oppervlakte van het glas is $2,75 \text{ m}^2$ dan is het energieverlies:

$$2,9 \times 2,75 \times 31 = 247 \text{ Watt}$$

Oppervlakte kozijn m^2	1,1	UFrame in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$				Uglas in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$						Psi-Rand in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$	
		Metaal	Hout	Kunststof	Passief	Enkel	Dubbel	HR+	HR++	HR++ 1.0	HR+++	Alu	Warm-edge
Oppervlakte glas m^2	2,75												
U-waarde		4,5	1,6	1	0,6	5,8	2,9	1,4	1,2	1	0,6	0,081	0,04
Warmteverlies		153	55	34	20	494	247	119	102	85	51	7	3

Voorbeelden	Totaal Watt	Kozijnverlies	Glasverlies	Randverlies
Hout + enkelglas	549	55	494	
Hout + dubbelglas	309	55	247	7
Hout + HR++	164	55		7
Hout + HR++ 1.0	143	55		3
Hout + Triple	109	55		3
Aluminium + dubbelglas	408	153	247	7
Aluminium + HR++ 1.0	242	153		3
Kunststof + dubbel	288		247	7
Kunststof + hr ++ 1.0	126			7
Passiefkozijn + triple	75			3

Ter referentie, als dit raam een gewoon stuk muur zou zijn met een Rc-waarde van 2 (U-waarde $0,5$, dat is gebruikelijk voor een redelijk geïsoleerde spouw) dan zou het warmteverlies bij -10°C maar $3,75 \text{ m}^2 \times 0,5 \times 31 = 58 \text{ Watt}$ zijn!

Uit dit overzicht blijkt ook dat veruit de grootste winst zit in het verbeteren van het glas: het type kozijn en rand van het glas spelen een mindere rol.

Zie de bijlage "**warmteverliesberekening**" voor een voorbeeld waarin het glas en de kozijnen in het perspectief van de de hele woning geplaatst worden.

Koudeval

Naast dit directe energieverlies treedt er bij glas een fenomeen op dat tot discomfort kan leiden. Als het glas aan de binnenzijde 4 graden kouder is dan de lucht in de verblijfsruimte (bijvoorbeeld: glas oppervlakte = 16 graden, lucht = 21 graden) dan heeft de lucht die tegen het glas aan staat de neiging om af te koelen (en dus te krimpen waardoor een hoger soortelijk gewicht ontstaat) waardoor deze langs het glas naar beneden gaat stromen. Dit is voelbaar als koudeval maar kan ook bijvoorbeeld over de vloer een "trek" veroorzaken de tot ongemak leidt.

Kieren en ventilatie

Daarnaast gaat er ook nog warmte verloren langs kieren en door eventuele ventilatie oplossingen. Maar daar kan je niet zo makkelijk exact aan rekenen als je de omvang van kieren en ventilatie wijze niet kent. Wel kan je er kwalitatief wat over zeggen: "tocht is nooit fijn".

Zonlicht

Bij glas heb je naast het warmteverlies door de isolatiewaarde ook te maken met de zon die al dan niet op het glas schijnt. In dit verband zijn er drie waardes die je veel tegenkomt:

ZTA

Het Zon Toetredings Aandeel / factor is hoeveel zonne energie (licht + warmte) dat onder een hoek van 45 graden op het glas valt belandt in de woning (waardes tussen 0 en 1, 0,6-0,7 zie je vaak bij dubbelglas, enkelglas is hoger omdat er maar 1 glasplaat is).

G-waarde

Dit is het internationale broertje van de ZTA, gemeten onder 90 graden (loodrecht op het glas, dus zonder reflecties).

LTA

Deze waarde gaat om hoeveel procent zichtbaar licht door het glas heen komt. Waardes rond de 0,7 zijn gewoon voor dubbelglas. Enkel glas is hier wederom winnaar doordat er maar 1 glasplaat is.

Vuistregel gasbesparing

Met al deze opgedane technische kennis over glas en kozijnen zou je denken dat het een fluitje van een cent zou zijn om uit te rekenen hoeveel energie het aanpakken van een kozijn oplevert, het liefst uitgedrukt in kuubs gasbesparing per vierkante meter glas- en kozijnvervanging.

Vanwege de samenhang van glas, ventilatiewijze, kieren, ketelinstellingen en afgiftevermogen moet het eigenlijk per woning berekend worden. We doen toch een poging:

Uitgangssituatie: de rijwoning uit 1975, (zie bijlage warmteverliesberekening), matig geïsoleerd Rc 2, 30 m² aan dubbelglas, kozijnen en deuren, veel kieren.
Gemiddeld gasverbruik 1500 m³, daarvan is 150 m³ voor douchen en 75 m³ voor koken.
Dus: 1225 m³ toe te wijzen aan verwarmen. Ketelrendement 85%, aanvoertemperatuur 80 graden. 30% van de warmte ging verloren door glas en kozijnen in de uitgangssituatie. Dat was ongeveer 367 m³ gas.

Verbeterde woning: rijwoning, behoorlijk geïsoleerd Rc 3.5, HR++ 1,0 glas, kieren dicht, WTW. Dit maatregelenpakket verlaagd het gasverbruik fors.

Gasverbruik voor verwarmen: 600 m³. Ketelrendement 95%, aanvoertemperatuur 45 graden. 17% van de energie van de eindsituatie ging nog maar verloren door glas en kozijnen, dat is ± 102 m³ aan aardgas.

Dus de besparing van "glas en kozijnen" is $367 - 102 = 265 \text{ m}^3$ besparing toe te wijzen aan het glas. Omdat deze woning 30m² aan glas en kozijnen had is de besparing **8 m³** per

vierkante meter verbeterd glas en kozijnen. Als je op advies websites gaat zoeken kom je tot wel **24 m³** besparing per m² glas tegen maar daar betrekken ze vaak verbeteringen bij die niet direct een gevolg zijn van de betere isolatiewaarde van glas.

Besparing dubbel glas

Dubbel glas bespaart veel op je energiekosten. Met HR++ glas bespaart een gemiddelde eengezinswoning 600 m³ gas per jaar. Dat is bijna een besparing van € 400 door dubbel glas. Bovendien heb je door dit isolatieglas minder last van tocht. Onafhankelijke info en tips over de energiebesparing met dubbel glas.



Hoe bespaar je met HR++ glas?

De HR++ glas besparing is aanzienlijk. De besparing van HR++ glas ten opzichte van dubbel glas is 75 procent meer warmte en ruim 150 euro minder aan gasverbruik. Met HR++ glas bespaart een gemiddelde eengezinswoning zo'n 600 m³ gas per jaar. Je bent dus minder geld kwijt aan je energierekening. Je hoeft namelijk minder hard te stoken om je huis warm te krijgen en dat kan je een besparing opleveren van enkele honderden euro's per jaar. Bovendien brengt het ook een extra voordeel met zich mee: je hebt veel minder last van tocht.

Tot zover de natuurkunde van het gat in de muur. Deze begrippen zullen een rol spelen als we aan de slag gaan met plannen maken. Nu is het tijd voor wat meer context in de woning.

3. Ventilatievraagstuk

Er moet goed worden gekeken naar het ventilatievraagstuk bij het maken van plannen voor de ramen en kozijnen. (Delen van) ramen en kozijnen kunnen namelijk een belangrijke rol spelen in de luchtkwaliteit in woningen. Het aanpakken en verbeteren van de ventilatie kan je langs een aantal dimensies beoordelen:

- Mate van invasiviteit (hoeveel moet er in/aan de woning geklust worden);
- De kosten van de verbetering;
- Het comfort en de gezondheid dat de nieuwe situatie oplevert.

We zullen zien dat er heel wat te kiezen is!

Er zijn veel vaktermen en namen voor soorten ventilatie systemen, in de bijlage <> hebben we hier een overzicht van gemaakt

Natuurlijke ventilatie

Tot eind jaren '60 hadden **klepraampjes** een belangrijke rol in het toelaten van verse lucht tot de woning. Vanaf begin jaren '70 zien we deze rol overgenomen worden door bedienbare **ventilatie-roosters**. Het nadeel van deze twee oplossingen is dat je afhankelijk bent van winddruk en het eigenlijk een continu handmatig bijregelen vraagt.

Gemotoriseerde ventilatie

Vanaf de jaren '80 worden er daarom zogenaamde **MV-boxen** (mechanische ventilatie) geplaatst die lucht afzuigen in ruimtes waar veel lucht ontstaat die je graag afvoert. Denk aan luchtjes, vocht van het douchen en kooklucht in de keuken. Om dit mogelijk te maken worden vanaf die tijd kanalen aangelegd van de "natte ruimtes" naar (meestal) de zolder waar een motor-unit staat die lucht wegzuigt.

Dit wegzuigen veroorzaakt een onderdruk in de woning waardoor verse lucht via de roosters naar binnen gaat stromen. Veel van deze MV-boxen worden bediend met de zogenaamde drie-standen-schakelaar. De drie standen staan voor:

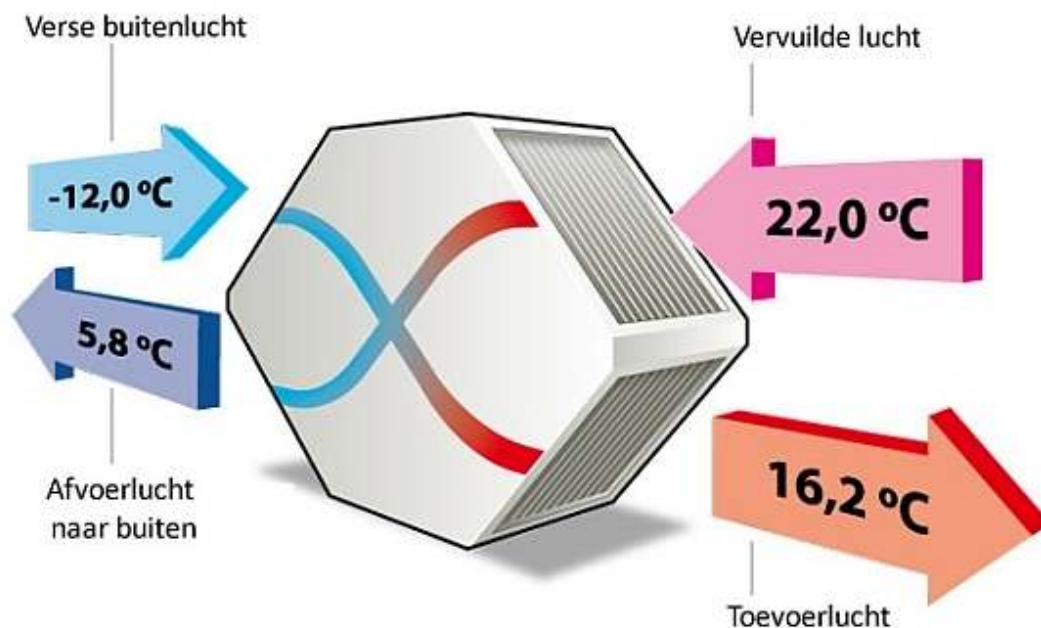
1. We zijn niet thuis
2. We zijn thuis
3. We koken of douchen

De praktijk wijst uit dat stand 1 vaak als "standaard" wordt gezien omdat stand 2 te veel lawaai maakt. Stand 3 wordt dan geaccepteerd omdat wel duidelijk is dat met dat gebulder ook daadwerkelijk kooklucht en douche vocht wordt afgevoerd.

Met gemotoriseerd ventileren heb je alvast grip op de luchtkwaliteit omdat je zeker weet dat je voldoende lucht kunt verversen.

Ventileren met warmteterugwinning

Door dit gemotoriseerde afvoeren van gebruikte lucht ontstond er een mogelijkheid om een grote stap te zetten in het verlagen van het energieverbruik van de woning. Dit kan door op het punt waar de verzamelde (en flink opgewarmde lucht) verse lucht van buiten aan te voeren en die via een warmtewisselaar voor te verwarmen.



Dit terugwinnen van warmte is extreem efficiënt: een ventilator van maximaal enkele 10-tallen watts duwt de lucht door de warmtewisselaar waar 90-95% van de warmte wordt overgedragen aan binnenkomende lucht. Deze voorverwarmde lucht wordt via extra kanalen naar gebruiksruimtes geleid, zoals woonkamer en slaapkamers. Dit type ventilatie wordt vanwege die warmtewisselaar ook wel WTW (warmteterugwinning) genoemd.

Vanaf de jaren '90 wordt deze techniek geïntroduceerd. De eerlijkheid gebiedt te zeggen dat er in die begintijd helaas is geëxperimenteerd op/met bewoners die projectwoningen kregen waar ramen niet eens meer open konden, te dunne aan- en afvoerkanalen gebruikt werden waardoor de systemen luidruchtig waren, en bewoners ook geen instructie kregen over het vervangen van filters. Met als gevolg: luchtwegklachten, ontevreden bewoners en de WTW met een slechte naam. Zelfs vandaag horen we dit verhaal nog.

Hier is veel van geleerd en moderne systemen worden aangelegd met voldoende ruime kanalen, stille ventielen, en techniek die bewoners informeert over de noodzaak filters te vervangen. Bij grote renovaties is het inmiddels een standaard onderdeel aan het worden van energie bespaar plannen.

Het belang van warmte terugwinnen bij ventileren is drieledig:

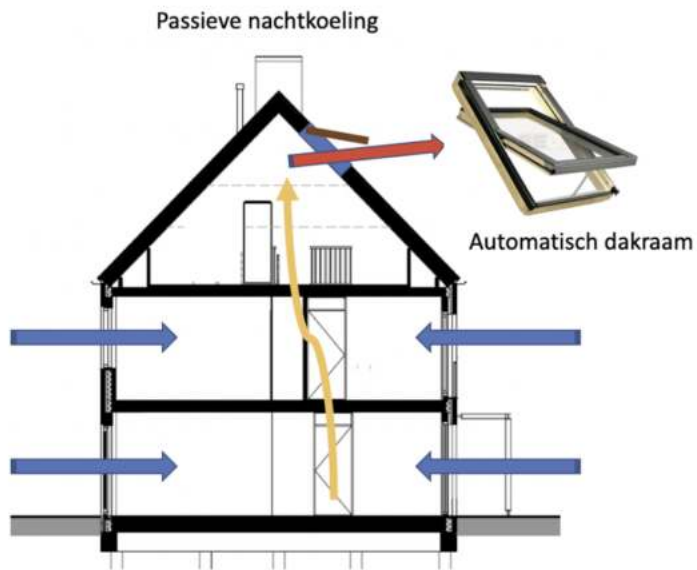
- De warmte die afgevoerd wordt uit natte ruimtes gaat niet meer verloren;
- Omdat alle lucht centraal op één plek behandeld wordt kan je daar met een paar sensoren de luchtkwaliteit beoordelen op temperatuur, vocht, CO2 en soms zelfs op fijnstof en andere stoffen in de lucht. Met motorsturing en kleppen kan daar vervolgens actief op gestuurd worden;
- Doordat de lucht centraal ingeblazen wordt zijn er geen roosters meer nodig. Hierdoor hoeven radiatoren onder ramen niet meer heet gestookt te worden om de binnenkomende koude lucht snel op te warmen.

De grote vraag die ALTIJD gesteld wordt is "wat is de terugverdientijd van een WTW-systeem?"¹. Die vraag is niet makkelijk eenduidig te beantwoorden. Om te beginnen kennen we de uitgangssituatie qua ventileren niet. Het is goed mogelijk dat er nu niet voldoende geventileerd wordt en dan leidt een WTW in eerst instantie "alleen maar" tot een gezond binnenklimaat. Maar het volgende stukje in de puzzel is hoe hard de verwarming in de oude situatie moest werken om de koude lucht van de roosters op te warmen. Dat komt te vervallen. Als je overgaat op een warmtepomp kan het zomaar een factor 2 in energieverbruik schelen wanneer de warmtepomp met de aanvoertemperatuur maar naar 35 graden hoeft te gaan i.p.v. 50 graden. En dan loopt het voordeel hard op.

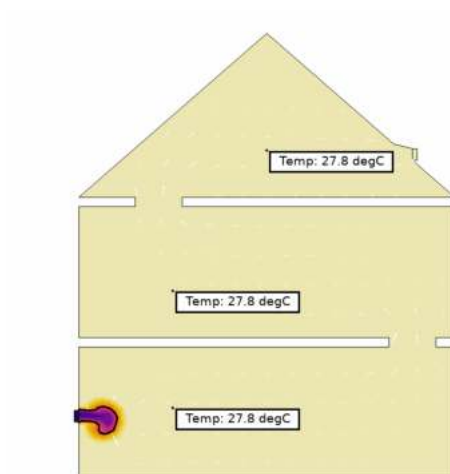
Het is ook goed om te weten dat we het bij het verversen van de lucht in woningen over vier gerelateerde maar totaal verschillende begrippen hebben:

- **Infiltratie:** ongecontroleerde luchttoetreding door kieren, vaak op plekken waar je daar niets aan hebt (kieren op zolder, onder de voordeur). Deze luchtstroom wil je altijd proberen te beperken.
- **Ventileren:** continu gecontroleerd een klein beetje lucht verversen (idealiter elke 2 uur het hele volume van de woning verversen)
- **Spuien:** in korte tijd (5 minuten) alle lucht in een ruimte verversen, bijvoorbeeld na het koken.
- **Zomernachtventilatie:** een extreme vorm van spuien is zomernachtventilatie. Hierbij ben je in staat om op de begane grond een flink raam/luik open te zetten (met een hor tegen de vliegen en zo gemaakt dat het inbraakveilig is). Als je dan de tussendeuren in je woning richting het trapportaal openzet en je zet op zolder een dakraam open dan kan wel 4-5x per uur de koelere buitenlucht de warme lucht in je huis wegdrukken en zo de muren in je huis afkoelen tijdens hittegolven.

¹ "Wat is de terugverdientijd van een ventilatiesysteem met warmteterugwinning?"



Veilig open raam met hor



← Frank van Gool maakte een prachtige visualisatie van hoe zomernachtventilatie werkt (GIF met toestemming gebruikt)

4. Begin with the end in mind

Inmiddels ben je door een heel stuk jargon, natuurkunde en context heen gepraat. We gaan nu proberen het vraagstuk praktisch handvatten te geven zodat er knopen doorgehakt kunnen gaan worden.

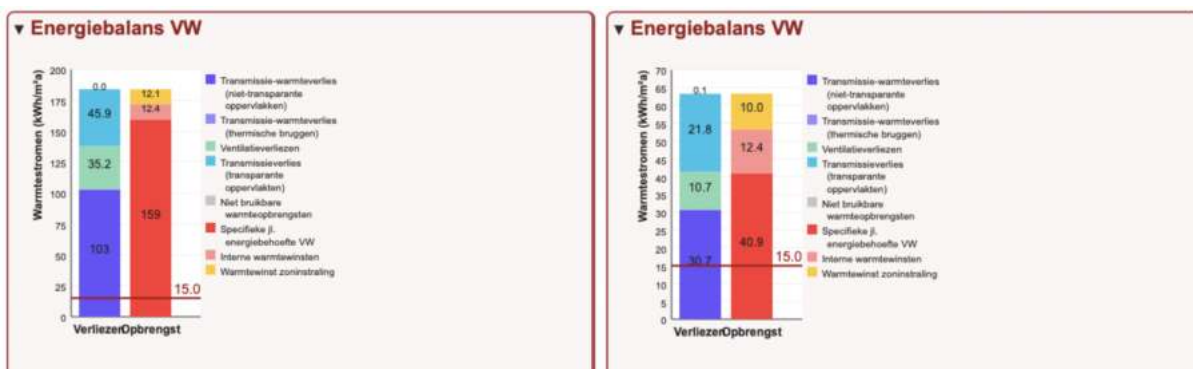
Eindpunt en stappen

Bij het helpen van woningeigenaren blijkt keer op keer dat nadenken over een eindsituatie helpt bij het plannen maken. Het wonen in een woning met een laag energieverbruik met een warmte/koelte-opwekker die past bij het energiesysteem van de toekomst blijkt vaak een logisch eindpunt en dat vertaalt zich vaak in de vierslag:

- Inzicht in de huidige situatie
- Optimaliseren van het bestaande
- Zoveel mogelijk energie besparen als praktisch haalbaar
 - Daarbij het ventilatie vraagstuk eindelijk beetpakken
- Toewerken naar een zo laag mogelijke aanvoertemperatuur naar de radiatoren

Dit alles met liefde voor het bestaande, opgedeeld in logische stappen die niet allemaal tegelijk uitgevoerd hoeven te worden.

Een typisch voorbeeld van hoe een woning kan verbeteren qua energieverbruik kun je zien in onderstaande afbeelding. De oorspronkelijke woning (links) heeft dubbel glas, raamventilatie, aluminium schuifpui in de woonkamer, ongeïsoleerde vloer en een slecht geïsoleerd dak met veel kieren. Warmtevraag 159 kWh/m² per jaar. Als deze woning wordt voorzien van een nieuwe schuifpui met HR++ 0,8 glas, kieren dichten door met name het dak goed te isoleren, vloerisolatie en een efficiënt ventilatiesysteem daalt de warmtevraag naar 41 kWh/m² per jaar (rechts).



Dat is een besparing van 50-70% terwijl je een hoop onderhoudsvragen beetpakt en de woning en passant ook klaarmaakt voor duurzaam verwarmen. Het energieverlies door het glas halveert. In de eindsituatie is de woning dan klaar voor de overstap naar duurzame warmte: "de warmtewissel".

Met deze inzichten op zak kan je bij het plannen maken voor kozijnen al rekening houden met die eindsituatie. In die eindsituatie heeft ook gezonde en efficiënte ventilatie een plek gekregen. En omdat de samenhang met kozijnen en glas zo groot is gaan we het ventilatie vraagstuk eerst uitdiepen.

Ventilatiewissel

Het helpt heel erg als je al ventileert met warmteterugwinning of dat al vroeg in je uitvoeringsplan wilt opnemen. Dan hoeft je namelijk niet meer na te denken over de rol van je kozijnen in het ventilatie vraagstuk. Als je die keuze nog niet kunt of wilt maken dan ben je voorlopig nog aangewezen op je kozijnen of ramen als onderdeel van je ventilatie oplossing.

Ventilatiewissel uitstellen en toch kozijnen vervangen?

Door al vroeg in het proces van het aanpassen van je woning aan de toekomst te kiezen voor ventilatie met warmteterugwinning kan ventileren via de ramen komen te vervallen. Als je de ventilatiewissel nog even uit wilt stellen en je moet toch kozijnen vervangen kan je kiezen voor ramen met moderne drukgestuurde roosters. Deze hoeft je vervolgens na de ventilatiewissel niet meer te gebruiken. Of je kiest voor ramen met een **parallelle ventilatiestand** (ramen met **ventilatiebeslag**) in ruimtes waar ramen vervangen worden. Dit zijn ramen die normaal open en dicht kunnen, maar daarnaast kunnen ze ook veilig een paar mm worden opengezet.

We zullen nu een aantal richtingen laten zien waarin je kunt denken. Hierbij laten we ook bewoners aan het woord over de keuzes die zij uiteindelijk maakten.

Ventilatiestrategie veranderen op basis van de inzichten die een CO₂-meter brengt

Zowel in woningen met klepraampjes als in oudere woningen met mechanische drie-standen ventilatie kan je met het bedienen van de klepraampjes en de roosters vrij nauwkeurig bepalen hoeveel lucht er ververst wordt. De CO₂-meter laat je daarbij zien of je goed zit met je keuze.

Bewoner aan het woord

"Ik woon in mijn eentje in een ruime eengezinswoning uit 1972 met een open trap in de woonkamer. Voor de badkamer heb ik pas een vochtgestuurde ventilatiebox geplaatst en ik heb daar nooit vochtproblemen. Ik heb er voor gekozen om een goede CO₂-meter te kopen en de met de klepraampjes in de woonkamer te gaan ervaren hoeveel ik moet ventileren om de lucht gezond en comfortabel te houden. Als het een keer stormt op een winternacht doe ik alle ramen dicht en accepteer ik dat de luchtkwaliteit tijdelijk wat minder is."

Efficiënt ventileren met roosters

Het is al een hele verbetering als je de mechanische ventilatie-unit vervangt door een moderne variant met een stille gelijkstroommotor en een CO₂-sensor voor de woonkamer

en een vochtsensor voor de badkamer. Dit kan goed werken als de roosters van het zelfregulerende cq. druk gestuurde type zijn. Bij dit type gaat het rooster niet verder open staan als de winddruk toeneemt. De luchtstroom blijft dus constant bij een gelijke ventilatorstand. Door de sensoren weet de mechanische ventilatie-unit ook op welk toerental hij moet draaien om voldoende verse lucht toe te laten. Er zijn meerdere varianten/fabrikanten die dit type oplossing leveren.

Bewoner aan het woord

"Onze woning uit 1995 heeft ventilatieroosters, maar de MV-box (ventilatieunit) hadden we losgetrokken omdat hij zoveel kabaal maakt. Nadat we door metingen gezien hadden hoe slecht de luchtkwaliteit was, zowel voor CO₂ als vochtigheid, hebben we besloten om de ventilatie-unit te vervangen door een CO₂-gestuurde gelijkstroom variant. We zijn hierdoor wel iets meer energie gaan verbruiken, maar de frisheid in huis maakt dat meer dan goed. We zijn wel na gaan denken over een upgrade van het systeem omdat we gezien hebben hoe zo'n systeem goed is in te passen in onze woning. Als we de zolder aanpakken gaan we die stap zetten."

Ventileren met warmteterugwinning

Tenslotte is er nog een heel scala aan oplossingen om te ventileren met warmteterugwinning. Dat loopt van een decentrale unit in de woonkamer in de vorm van een hybride oplossing met roosters bij de slaapkamers, tot een systeem waarbij bijna elke ruimte toevoer en afvoer krijgt. Je kunt het daarbij zo gek maken als je zelf wilt. Een veel voorkomende variant voor renovatie is waar de ventilatie-unit op zolder wordt geplaatst en de bestaande afvoerkanalen gebruikt worden die vanaf badkamer, toilet en keuken komen. Inblazen gebeurt dan op de overloop en als het even kan met een kanaal naar de woonkamer. Veel mensen kiezen er voor als ze toch bezig zijn om de slaapkamers dan ook maar mee te nemen in het buizensysteem. Hierbij worden kanalen versleept achter de knieschotten op zolder.

Bewoner aan het woord

"Je zou denken dat woningen uit de jaren '90 qua ventilatie prima op orde zijn, maar metingen wezen anders uit. We hebben een druk gezin en gaan flink verbouwen omdat we boven een kantoor willen maken i.v.m. het vele thuiswerken. Die grote verbouwing was voor ons aanleiding om het ventilatievraagstuk ook maar gelijk bij de horens te vatten. We hebben een WTW-systeem aangelegd. We zijn, ondanks de flinke ingreep die het was, wel blij dat we het gedaan hebben."

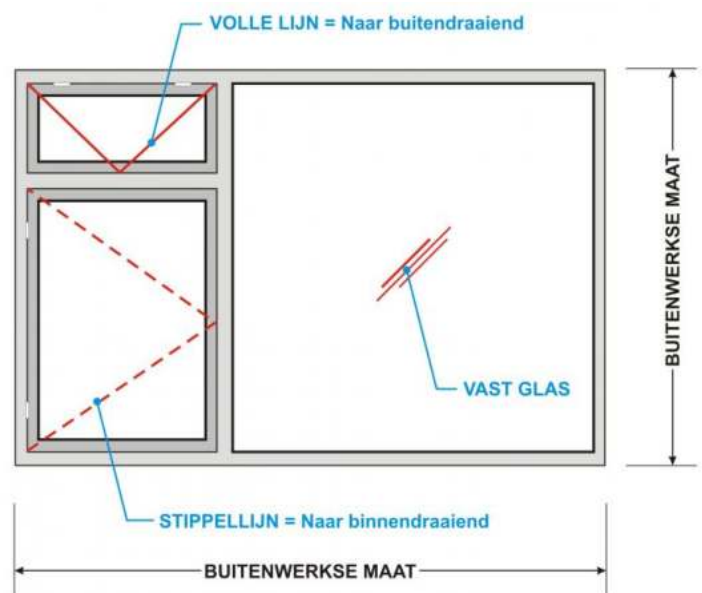
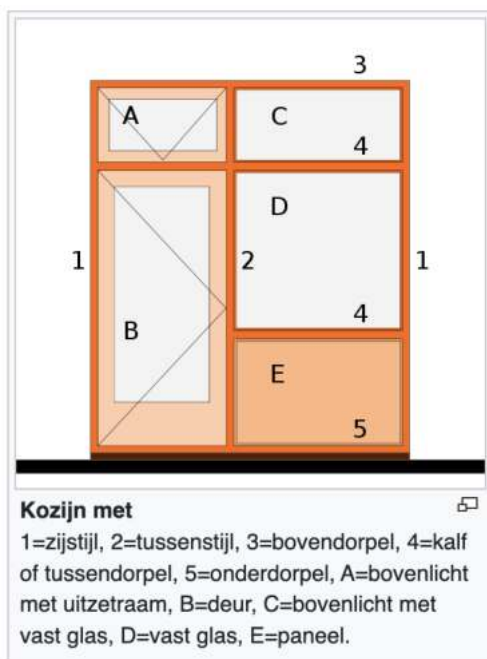
Er is dus nogal wat keuze en het is een leuk onderwerp om je verder in te verdiepen. We verwijzen daarom hieronder naar documenten die hier dieper op ingaan.

5. Onderzoek aan jouw glas en kozijnen

We raden je aan om de **bijlage glasopname** in te vullen zodat je in ieder geval een goed overzicht hebt van wat je nu eigenlijk aan glas en kozijnen hebt. Daarom geven we nu eerst de naamgeving van kozijn-onderdelen zodat we in één taal praten over glas en kozijnen.

Belangrijke onderdelen die we in kozijnen tegenkomen

Om te beginnen twee plaatjes met de vaktermen die gebruikt worden bij kozijn, raam en glas. Je ontkomt er namelijk niet aan in de taal van de vakman te praten.



(Bronnen: Wikipedia & doehetzelfzuiderveld.nl)

- Een samengesteld kozijn zoals in het linker plaatje noemen we een **pui**.
- De draaiende delen met glas heten de **ramen**.
- De tochtstrips rondom draaiende delen heten **kaderdichting**.
- De scharnieren, klinken en hendels noemen we **hang- en sluitwerk**.
- De constructies die vaak boven het glas zitten om te ventileren worden **ventilatie-roosters** genoemd. Als de woning aan een drukke weg staat zitten de ventilatieopeningen vaak verpakt in **suskasten** die het geluid van buiten tegenhouden maar wel toestaan dat er lucht naar binnen komt.

Glasonderzoek

Om vast te stellen wat voor glas cq. isolatiewaarde je hebt geven we hier een paar aanwijzingen om in te schatten wat voor type glas je hebt en wat de bijbehorende isolatiewaarde is.

Enkel glas (U-waarde $\pm 5,8$)

Enkel glas of float-glas is het eenvoudigste glas. Het bestaat uit een enkele glasplaat en heeft nauwelijks een isolerende werking. Het wordt in de winter zo koud dat aan de binnenkant condens ontstaat, en als het vriest zelfs ijsbloemen op de binnenkant.



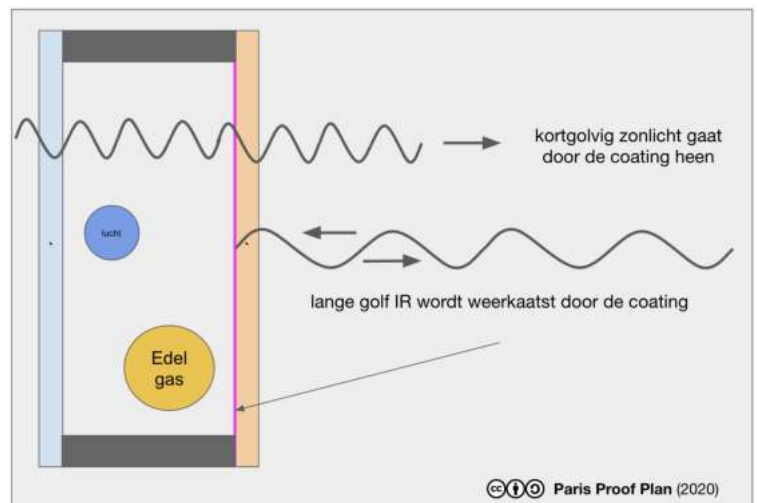
Standaard dubbel glas (U-waarde $\pm 2,9$)

Dit glas werd begin jaren '80 vaak geplaatst als direct gevolg van de oliecrises. Het energieverlies door het glas werd gehalveerd door deze overstap. Ik vermoed zelfs dat het effect nog groter is geweest, aangezien veel enkel glas helemaal niet luchtdicht in het kozijn geplaatst werd met grote luchtlekages langs aluminium condensopvang-profielen. Met dubbelglas kwam dat profiel te vervallen en nam de luchtdichtheid toe.

Steeds beter isolerend glas

Met steeds meer aandacht voor energiebesparing kwamen producenten met steeds beter isolerende producten. Fabrikanten maken slim gebruik van natuurkunde bij het ontwikkelen van steeds zuiniger glas.

De eerste verbeterstap was het toepassen van een coating (opgedampte metaal moleculen) die de eigenschap hebben dat kortgolvig (zon)licht goed wordt doorgelaten terwijl langgolvig infraroodlicht (van opgewarmde elementen in de woonruimte) wordt teruggekaatst. Glas met zo'n coating noemde men HR-glas met een U-waarde van 1,9.



De tweede verbeterstap was om de met lucht gevulde spouw te gaan vullen met edelgas. De moleculen hiervan zijn "zwaarder" dan lucht moleculen waardoor ze zich minder gemakkelijk door de spouw kunnen bewegen en dus minder makkelijk langs die route warmte kunnen transporteren. Krypton-moleculen zijn weer zwaarder dan Argon moleculen zodat glas gevuld met Krypton beter isoleert. Glas gevuld met edelgas noemde men HR+ glas. De U-waarde lag rond de 1,6.

Later ontwikkelde men nog betere coatings waardoor de U-waarde terugliep naar 1,2.

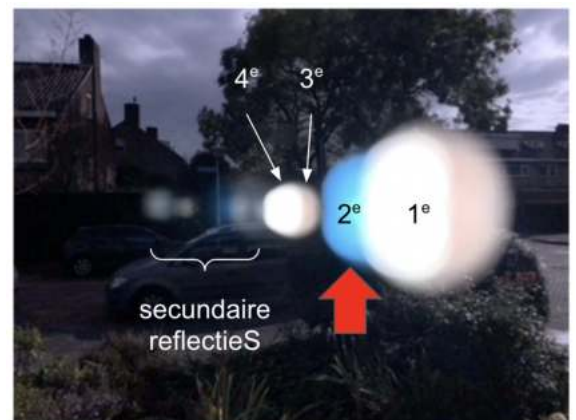
Tot 2015 mocht glas met coating en edelgasvulling automatisch het predicaat HR++ dragen, na die tijd moest (komo-gekeurd) glas aantoonbaar die U-waarde van 1,2 halen. Dit komt omdat HR++ glas met een te kleine spouw alsnog vrij veel warmte kon verliezen. Zie onderstaande tabel van Joost de Vree. 15-16 mm is de ideale spouwdikte.

Overzicht Ug-waarde $W/m^2 \cdot K$ van isolatieglas (in combinatie met spouw breedte)			
Spouw mm	HR-glas met Low-E coating Argon gasgevuld	HR-glas met Low-E coating luchtgevuld	Isolatie glas geen coating luchtgevuld
	U-waarde	U-waarde	U-waarde
16	1.1 = HR++	1.4 = HR+	2.7 = Isolerend
15	1.1 = HR++	1.4 = HR+	2.7 = Isolerend
14	1.2 = HR++	1.5 = HR+	2.8 = Isolerend
12	1.3 = HR+	1.6 = HR+	2.9 = Isolerend
10	1.4 = HR+	1.8 = HR	3.0 = Isolerend
9	1.6 = HR+	2.0 = HR	3.0 = Isolerend
8	1.7 = HR	2.1 = Isolerend	3.1 = Isolerend
6	2.0 = HR	2.5 = Isolerend	3.3 = Isolerend

Afstandhouders?

De afstandhouder is het aluminium of kunststof stip die de glasplaten binnen en buiten op afstand van elkaar houden, en tegelijkertijd aan elkaar verbinden.

In deze afstandhouder staat vaak de fabrikant/datum en/of glassoort. Soms kan je op basis van die code al googelend ontdekken wat de energieprestatie is/was. Om te kijken of er een coating op het glas zit kan je met een zaklamp, vlammetje of flits van je camera zien of een van de reflecties een andere kleur heeft, dan heb je in ieder geval glas met een coating.



De echte liefhebber van natuurkunde kan met de nodige formules en het meten van diverse temperaturen zelf de isolatiewaarde [uitrekenen](#).

6. Optimaliseren van het bestaande situatie glas, kozijnen en deuren

Voordat we beginnen met van alles te vervangen gaan we eerst eens kijken hoe we de bestaande situatie kunnen optimaliseren. Vaak is daar al zoveel winst te behalen dat vervanging ineens geen grote haast meer hoeft te hebben.

Zonwering / gordijnen

Veel van de vraagstukken rondom glas en kozijnen hebben te maken met warmteverlies en zoninstraling. Met raambekleding kan je de ramen een stukje helpen in hun taak.

Door slim gebruik te maken van gordijnen kun je in winter veel warmte binnenhouden door gordijnen goed te sluiten als het donker wordt. Als gordijnen tot de vensterbank komen dan kunnen radiatoren goed uitstralen. Als 's ochtends de zon op de ramen staat dan is het goed om juist de raambekleding aan de kant schuiven.

Omgekeerd kan goede zonwering veel zonnewarmte buiten houden in de zomer. Dat kan met screens, zonneschermen en/of rolluiken. Belangrijk hierbij is dat de zon echt van het glas af blijft. Als de stralingswarmte eenmaal door het glas heen is krijg je hem bijna niet meer buiten. Met reflecterende lamellen is hier nog wel wat winst te halen, maar het is beter echt de zon buiten houden.

Onderhoud kozijnen

Het liefst wil je natuurlijk helemaal niks vervangen. Daarom is onderhoud gericht op instandhouding enorm belangrijk, vooral voor kozijnen. Het tijdig onderhouden van beginnende slijtage of aanpakken van kleine aantastingen van houten kozijnen kan de levensduur van kozijnen serieus verlengen.

Enkele tips voor onderhoud:

- 80% van de geplande tijd inruimen voor schuren, slechte delen verwijderen en vullen met twee componenten houtrotvuller;
- Gebruik professionele verf. Hierdoor kan je onderhoudsinterval sterk verlengd worden;
- Loop hang- en sluitwerk na;
- Ook kunststof en aluminium kozijnen zijn gebaat bij een jaarlijkse bewassing om vuil en insecten resten te verwijderen.

Tochtstrips houten kozijnen

- Schilder tochtstrips niet (plak ze af);
- Vervang strips als ze toch al niet al te best waren.

Deze laatste is trouwens een echte aanrader. Harde, niet meer verende tochtstrips (kaderdichting in vaktermen) zijn een grote bron van tocht.

Als houten kozijnen geen tochtstrips hebben (het hout van het kozijn zit tegen het hout van het draaiende deel) dan is het aan te raden om een timmerman een kleine sponning in het kozijn of draaiende deel te maken en daarin moderne kaderdichting in aan te brengen. Hout-op-hout kozijnen sluiten namelijk zelden goed en de prestatieverbetering die gehaald kan worden door goede naad- en kierdichting is spectaculair.

Tochtstrips bij kunststof en aluminium kozijnen

Bij kunststoffen en aluminium kozijnen zitten de tochtstrips vaak in een profiel in het kozijn gedrukt. Ook deze kunnen vervangen worden als zo oud en verdroogd zijn. Onderhoud hieraan is echter minder vaak nodig omdat deze kozijnen niet geschilderd worden.

Zorg ervoor dat nieuwe rubbers in een verstek geplaatst worden zodat de hoeken van goed verende lippen voorzien zijn. Alleen dan kunnen tochtstrips het draaiende deel echt goed luchtdicht maken.



7. Het glas vervangen

Nu we weten wat we met de kozijnen gaan doen (onderhouden, verbeteren of vervangen) is het volgende keuzemoment daar.

Enkel Glas

Enkel glas met een U-waarde van 5,8 W/K.m² is echt aan vervanging toe, zelfs op slaapkamers. Als vervanging op korte termijn onhandig is raden we aan om dit glas voor de winter te voorzien van bijvoorbeeld Tesa **Thermo Cover**. Hiermee creëer je een laagje stilstaande lucht tussen glas en woonruimte. De isolatiewaarde neemt toe tot ongeveer ouderwets dubbelglas (leidend tot een halvering van het energieverlies door het glas!).



Soms kan er ook een vast **achterzetraam** (binnen) of **voorzetraam** (buiten) geplaatst worden als aanpassing van het glas om wat voor reden dan ook niet mogelijk is. Dit zien we vaak gebeuren bij monumenten.

We horen ook voorbeelden van mensen die achter het enkel glas een plaat ouderwets **dubbelglas** zetten, tot grote tevredenheid van de bewoner.

Om de overstap te maken naar beter isolerend glas is het nodig dat het kozijn of draaiende deel een voldoende diepe glas-spouw heeft om isolerend glas in te kunnen zetten. Als dit niet zo is en het hout nog in goede conditie is, kan vacuümglas een optie zijn. Zie hieronder het kopje 'Vacuümglas'. In de meeste situaties kan een bestaand houten kozijn (met enige aanpassingen) voorzien worden van dubbelglas.

HR++ glas

Wat helaas veel voorkomt is dat er weinig verteld wordt over de mogelijkheid HR++ glas te kiezen met een betere U-waarde dan 1,2. Dit is namelijk de maximale waarde om het glas HR++ te noemen. Er zijn echter fabrikanten die wel zo laag gaan als 0,8 (Pilkington K-glass N). Hier hangt natuurlijk wel een prijskaartje aan. Echter, als het alternatief is om kozijnen te vervangen zodat je triple glas kan plaatsen, kan het wel eens een interessante optie zijn.

Triple glas

Als kozijnen vervangen worden dan wordt vaak gekozen voor triple glas omdat daarmee U-waarden onder de 0,7 eenvoudig gehaald kunnen worden. Koudeval is hiermee uitgesloten. Dit is erg fijn als je bijvoorbeeld vlakbij zo'n ruit wilt zitten. Bijkomend voordeel is een betere geluidswering.

Vacuümglas

Een vrij recente ontwikkeling is vacuümglas, waarbij twee glasplaten op 0,1 mm afstand van elkaar worden gehouden met minuscule puntjes. Deze zijn alleen van dichtbij zichtbaar. De ruimte tussen de glasplaten wordt vervolgens vacuüm getrokken waardoor er geen warmteoverdracht via convectorie meer mogelijk is. Effect is een U-waarde van rond de 0,6-0,7 in een dikte van maar 8-10 mm. Dit is vooral een interessante optie op plekken waar een hoge isolatiewaarde gewenst is, maar dubbel of triple niet past (zoals bij stalen uitzetramen of bij monumenten). De kosten per vierkante meter (600 euro) zijn dan ondergeschikt aan het beoogde doel en sparen het vervangen van een heel kozijn uit.

Zoninstraling in de winter

Soms wordt er toch gekozen voor HR++ glas omdat de extra glasplaat van triple glas ook een deel van het zonlicht en daarmee zonnewarmte tegenhoudt. Als je dus een groot raam op zuid hebt waar je in de zomer een zonnenscherm boven hebt hangen, kan het energetisch gezien interessant zijn om toch voor HR++ te kiezen. Dit laat namelijk meer zonnewarmte binnen.

Afstandhouder

De twee of drie glasplaten zitten aan elkaar vast met de zogenaamde afstandhouder. Traditioneel is deze van aluminium gemaakt. Omdat aluminium goed warmte geleidt kunnen de hoeken van het glas (waar twee afstandhouders bij elkaar komen) binnen toch nog zo koud worden dat daar vocht condenseert. Hierdoor kan in die hoekjes toch nog schimmel groeien. Om dit tegen te gaan is kunststof afstandhouder ontwikkeld (handelsnaam 'warm edge'). Hierdoor wordt de warmteoverdracht in de hoeken zo laag dat het glas warm genoeg blijft om niet te condenseren.



De hoofdfuncties van het glas (warmte binnenhouden, wind en regen buiten houden) worden door alle genoemde oplossingen ingevuld. Daarnaast kan glas door extra toevoegingen ook nog extra functies krijgen, zoals inbraakveilig, val veilig en coatings.

Inbraakveilig

Als een ruit inbraakgevoelig is kan je kiezen om gelamineerd glas te nemen waarbij een extra glasplaat met een kunststof tussenlaag geplaatst wordt. Hierdoor valt het bij breuk niet uit elkaar.

Val beveiliging

Glas dat tot op de grond reikt wordt door leveranciers meestal voorzien van bovengenoemde kunststof tussenlaag. Dit voorkomt dat er bij struikelen door de ruit heen gevallen kan worden.

Coatings

Met coatings op het glas kunnen diverse praktische zaken verbeterd worden, zoals:

- Warmtewerende coating voor zonbelaste ramen waar buitenzonwering niet kan (bijvoorbeeld de voordeur);
- Antireflectiecoating;
- Zelfreinigende coating (dit kan een uitkomst bieden voor moeilijk bereikbare ramen).

Glas vervangen in de praktijk

"Vervang oud glas om veel energie te besparen" met alle informatie die tot nu toe hier gedeeld is wordt het er allemaal niet veel eenvoudiger op. Er is zo verschrikkelijk veel om rekening mee te houden. Hierdoor zie je misschien door de bomen het bos niet meer.

Hoe je in de praktijk voor je eigen huis een goed plan maakt blijft uiteindelijk toch een persoonlijke afweging. We zullen daarom dit hoofdstuk afsluiten met hoe zo'n persoonlijke afweging er in de praktijk dan uit kan zien, door een ervaring van een bewoner te delen.

Bewoner aan het woord

"Ik kocht een jaren '70 woning met hardhouten kozijnen die bijna allemaal nog goed zijn en overal nog enkel glas. De studeerkamer heeft hele ranke stalen kozijnen die nog in prima staat zijn.

Wij hebben uiteindelijk het kozijn in de woonkamer op het zuiden laten vervangen, die was rot en verzakt. Omdat er in de winter veel zon op staat hebben we daar vreemd genoeg HR++ gekozen omdat triple glas meer zon tegenhoudt. De achterzijde op het noorden hebben we voorzien van triple glas. Boven doen we voorlopig even niks omdat de

ramen allemaal erg goed luchtdicht zijn. Het raam op de slaapkamer kijkt uit op het oosten en heeft erg veel last van oververhitting door de zon, dus daar komt een rolluik voor.

In de woonkamer zat een mooi glas in loodraam, deze hebben we in dubbel glas laten plaatsen om het warmer en veiliger te maken.

Omdat we tijdens de renovatie balansventilatie hebben aangelegd konden alle roosters in de bestaande kozijnen komen te vervallen bij het plaatsen van nieuw glas.

Op de studeerkamer hebben we de twee ramen van 1x1 meter voorzien van vacuüm glas, wat in de bestaande stalen kozijnen paste. Prijzig, maar we vinden die stalen kozijnen mooi en zo hoefden we iets wat mooi en nog goed is niet te slopen voor een iets betere isolatiewaarde. Het was een hele puzzel, maar eigenlijk ook wel leuk om hem te leggen. Elk raam heeft zo zijn eigen verhaal."

8. Glas én kozijnen vervangen

Als kozijnen aan het eind van hun technische levensduur gekomen zijn dan komt er een moment waarop er tot vervanging overgegaan moet worden. In de aanloop naar dit punt in dit document is er al veel gezegd over de relatie met ventilatie. We vatten dit vraagstuk hier samen in een beslisboom.

Beslisboom

In de bijlage is een voorbeeld van een stukje van een beslisboom die gebouwd kan worden door bondgenoten die ondersteuning kan bieden bij je zoektocht naar informatie en oplossingen. Dit is "work in progress"

Hele kozijn of alleen draaiende delen en panelen

Vaak zijn de draaiende delen in een lechtere staat dan de kozijnen zelf. Het alleen vervangen van deze draaiende delen kan een grote kostenbesparing opleveren. In deze categorie vallen ook bovenlichten van enkel glas, luikjes en (glazen) panelen in puien.

Opnieuw indelen van een samengesteld kozijn

Als je een samengesteld kozijn of pui vervangt biedt dit over het algemeen de mogelijkheid om keuzes te maken over de indeling van de vlakken en de draaiende delen. Aandachtspunt hierbij is de eerder genoemde mogelijkheid tot zomernachtventilatie/spuien. Vaak wordt gedacht dat je in een energiezuinig huis geen grote openslaande ramen meer hoeft te hebben. Dit is een misverstand: het kunnen spuien is heel comfortabel.

Materiaalkeuze

De keuze voor een bepaald type materiaal is vaak een smaak-vraag. Toch bieden we hier een aantal handvatten om te helpen bij het keuzeprocess. Na deze keuze volgt een keuze voor type glas.

"Hetzelfde als de bestaande kozijnen"

Dit is vaak de meest voor de hand liggende keuze: het huis blijft er hetzelfde uitzien en alle kozijnen blijven hetzelfde type onderhoud vragen.

Overstap op een nieuw type kozijn

Als je besloten hebt om over te stappen op een heel ander kozijnstype kan je natuurlijk stap voor stap de kozijnen vervangen door het type waar je naartoe gaat. In dat geval ben je helemaal vrij in de materiaalkeuze, kleur, profiel en daarmee samenhangende isolatiewaarde. Bij rekenen aan het energieverlies keken we al naar de U-waarde van de kozijnen. Sinds 2013 stelt de wetgever minimum-eisen aan de isolatiewaarde van het gat in de muur ($U_{\text{window}} < 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$). Bij renovatie heb je hier feitelijk niet mee te maken. Maar, de standaardoplossingen voldoen daar tegenwoordig bijna automatisch aan. Wel heb je de

keuze om serieus betere waardes dan deze minimale eis te halen. Hoe ver je hierin wil gaan hangt af van je persoonlijke ambitie.

Hardhout

Dit was vroeger de go-to keuze waar het ging om rotbestendige kozijnen. Helaas is het oogsten van tropisch hardhout alleen op papier "duurzaam" te noemen. Wij willen het risico dat het in de praktijk minder duurzaam blijkt daarom liever uitbannen en raden aan er weg te blijven.

Thermisch Verduurzaamd zachthout

Tegenwoordig kan Europees zachthout thermisch verduurzaamd worden waardoor het heel goed weerbestendig gemaakt is. Met stoom wordt onder enorme druk de buitenkant van het hout samengeperst. Hierdoor wordt het verdicht en krijgen schimmels veel minder kans door te dringen in het hout. Met een goed verfsysteem kunnen deze kozijnen concurreren met hardhout. Voorbeelden van merken die hout op deze wijze verduurzaamd zijn: Platowood en Accoya.

(Foto: Platowood)



Hout is in uitstekende isolatiewaardes te verkrijgen. Als het hout thermisch onderbroken is kunnen zelfs zeer hoge isolatiewaardes gehaald worden. U_f-waarden tussen de 0,8 en 1,5 zijn gebruikelijk



Kunststof

Kunststof kozijnen worden vaak gekozen omdat ze onderhoudsvrij worden genoemd. Als je de kozijnen een paar keer per jaar met een vochtige doek afneemt is dit ook zeker het geval. Aandachtspunten bij de keuze voor dit type kozijnen:

- Het profiel (bepaald o.a. hoe goed de kozijnen zelf isoleren);
- De manier waarop de hoeken gemaakt worden. Een diagonale las is het goedkoopst maar laat meteen zien dat het kunststof is. Tegenwoordig kan je ook haakse verbindingen krijgen waardoor het meer op hout lijkt.

Door de manier waarop kunststof profielen gemaakt worden hebben deze kozijnen vaak al een goede isolatiewaarde door de vele luchtkamers.



Tenslotte heb je nog een keuze in afwerking van het kunststof materiaal. Hiervoor is er keuze uit een scala aan mogelijkheden die deze leverancier prima uiteenzette:

deceuninck

Q | ☰

1. Coating: het unieke 360°-kleurconcept

Wil je bij de afwerking van je ramen de wit blinkende kunststoflook vermijden? Dan zijn onze **360°-ramen** zeker iets voor jou. Met het unieke 360°-kleurprocédé worden de kunststof kozijnen integraal, **aan de vier zijden gecoat**. Op die manier zie je nergens nog blinkende kunststof, zelfs niet aan de binnenkant. We hoeven je niet te vertellen dat dit een **superieur esthetisch effect** creëert. De 360°-coating is **100% milieuvriendelijk**: hij is watergedragen en kan volledig worden gerecycled.

360° is verkrijgbaar in een rijke waaier aan kleuren. Het standaard Deceuninck 360° kleurassortiment bestaat uit een Uni-color en Bi-color range. In de eerste uitvoering zijn de kozijnen rondom rond **gecoat in dezelfde kleur** (monochroom), terwijl de Bi-color-uitvoeringen aan de **binnenzijde een andere kleur** hebben dan aan de buitenzijde (bichroom).

2. Uv-bestendige folie

Deceuninck Zendow#neo ramen en deuren kunnen ook worden afgewerkt met een **vuilafstotende duurzame uv-bestendige folie**. Hier heb je de keuze uit maar liefst 30 versies, verdeeld in drie categorieën: **gladde folies**, **natuurlijke houtstructuur** en **geverfde houtstructuur**.

Dankzij de uv-bestendige en krasvaste acrylaat toplaag is het verschil met hout amper merkbaar. Elke houttint straalt even veel karakter en warmte uit als het natuurlijke materiaal.

3. Gekleurd in de massa

Een laatste optie voor de **afwerking van je kunststof ramen** zijn profielen die gekleurd zijn in de massa. Dit betekent dat er **kleurpigmenten** zijn toegevoegd aan de massa. Zo wordt een kozijn in zijn meest zuivere vorm ontwikkeld. Dit in de massa gekleurde assortiment bevat naast de klassieker **verkeerswit** ook een afwerking in **crème wit** en **lichtgrijs**. Deze tinten geven je raam een zachte uitstraling.

Hang- en sluitwerk

De keuze voor het type hang- en sluitwerk bepaalt in belangrijke mate de gebruikerservaring van draaiende delen. Vooral als je zelf kozijnen en ramen bestelt bij een timmerfabriek heb je hier invloed op. Bij kunststof en aluminium kozijnen ben je meestal gebonden aan een systeem dat de betreffende leverancier gebruikt. Hier een aantal aandachts- en gesprekspunten waar je eventueel nog wel over kunt spreken met je leverancier:

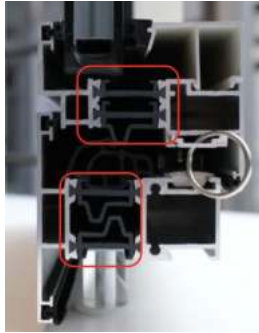
- SKG ** of SKG *** politiekeur;
- Mogelijkheid tot parallel ventilatiestand (veilig een paar mm open zetten);
- Draaien, kiepen of draaikiep;
- Driepuntssluiting, slot bediend of hendel bediend;
- Horren.

Staal / Aluminium

In metaal kunnen hele ranke kozijnen en draaiende delen gemaakt worden. Het is een kostbare oplossing die vaak in samenspraak met een architect gemaakt wordt. Voor een sfeerimpressie van wat kan de volgende foto van een fabrikant.



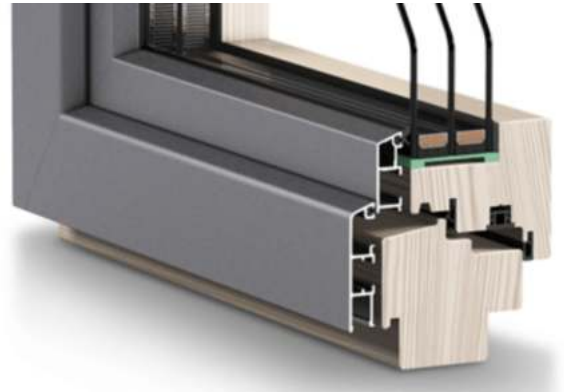
(Foto van Lootens.BE)



Metalen kozijnen zijn vaak thermisch onderbroken tussen de binnen en buitenkant. Dit houdt in dat er tussen binnen en buitenkant een kunststof kamer gevuld met lucht of isolatiemateriaal. Hierdoor maakt het koude metaal aan de buitenkant geen contact met het warme metaal aan de binnenzijde, met als gevolg dat er geen warmte kan stromen.

Aluminium op hout

In het chique segment van de markt wordt ook de combinatie van aluminium en hout aangeboden. Dit heeft aan de binnenzijde een warme uitstraling en aan de buitenkant een heel strakke en onderhoudsarme afwerking.



Milieu impact aluminium

Aluminium heeft de naam oneindig recyclebaar te zijn en wordt daarom vaak aangeprezen als duurzame oplossing. Aandachtspunt hierbij is dat voor aluminium kozijnen meestal nieuw aluminium wordt gebruikt. Hiervoor is mijnbouw, transport en verwerking van erts tot halffabrikaat door middel van veel elektrische energie nodig. De CO₂-impact hiervan is aanzienlijk en de vraag is of nieuw aluminium een ecologisch verantwoorde keuze is.

Stalen ramen

Tot midden jaren '70 werden wel stalen inzet kozijnen gebruikt om draaiende delen te maken in houten kozijnen. Dit zijn vaak mooie details die de tand des tijd goed hebben doorstaan. Op deze plekken kan het lonen om het oud enkel glas dat er in zit te vervangen door vacuümglas en het kozijn en het staal verder goed te onderhouden. Het energieverlies door het ranke stalen profiel neem je dan op de koop toe.



Renovatie: het belang van een goed detail

Tot slot wil je graag weten HOE het nieuwe kozijn door de leverancier geplaatst zal worden en vooral hoe hij kan garanderen dat het nieuwe kozijn goed luchtdicht aansluit op de bestaande constructie. Vaak zal het ook wenselijk zijn om de bestaande situatie te verbeteren qua luchtdichtheid. Ga hierover in gesprek en laat weten dat je het zo belangrijk vindt dat je de luchtdichtheid met een blowerdoortest wilt controleren na oplevering. Dit is vaak al een goede stok achter de deur om een goed gesprek te voeren over dit onderwerp.

Bijlage 1: Naamgevingsconventie ventilatiesystemen

In 2021 is de naamgevingsconventie veranderd en voortaan spreken we van VST, ventilatiesysteem type en niet meer van Type A, B, C en D.

Nieuwe benaming	Oude benaming	Ventilatietype
VST1	A	Natuurlijke toevoer en afvoer
VST2	B	Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer
VST3	C4a	Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer via natte ruimtes
VST4	C4c	Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer via verblijfskamers en natte ruimtes
VST5	D3 / D5a	Mechanische toevoer via verblijfsruimtes en mechanische afvoer via natte ruimtes
VST6	D	Mechanische toevoer via centrale ruimtes en mechanische afvoer via natte ruimtes
VST7	X/E	Decentrale ventilatie

In het kader van dit stuk is het voldoende om te weten dat er drie hoofdcategorieën zijn:

1. **VST 1:** Natuurlijke ventilatie met klepraampjes
2. **VST 3-4:** Diverse soorten ventilatie met roosters en centrale afzuigunit **zonder warmteterugwinning**
3. **VST 5-6:** Diverse soorten ventilatie met altijd afzuiging in natte ruimte en diverse opties voor centrale inblazing of aan/afzuiging per gebruikruimte **met warmteterugwinning**

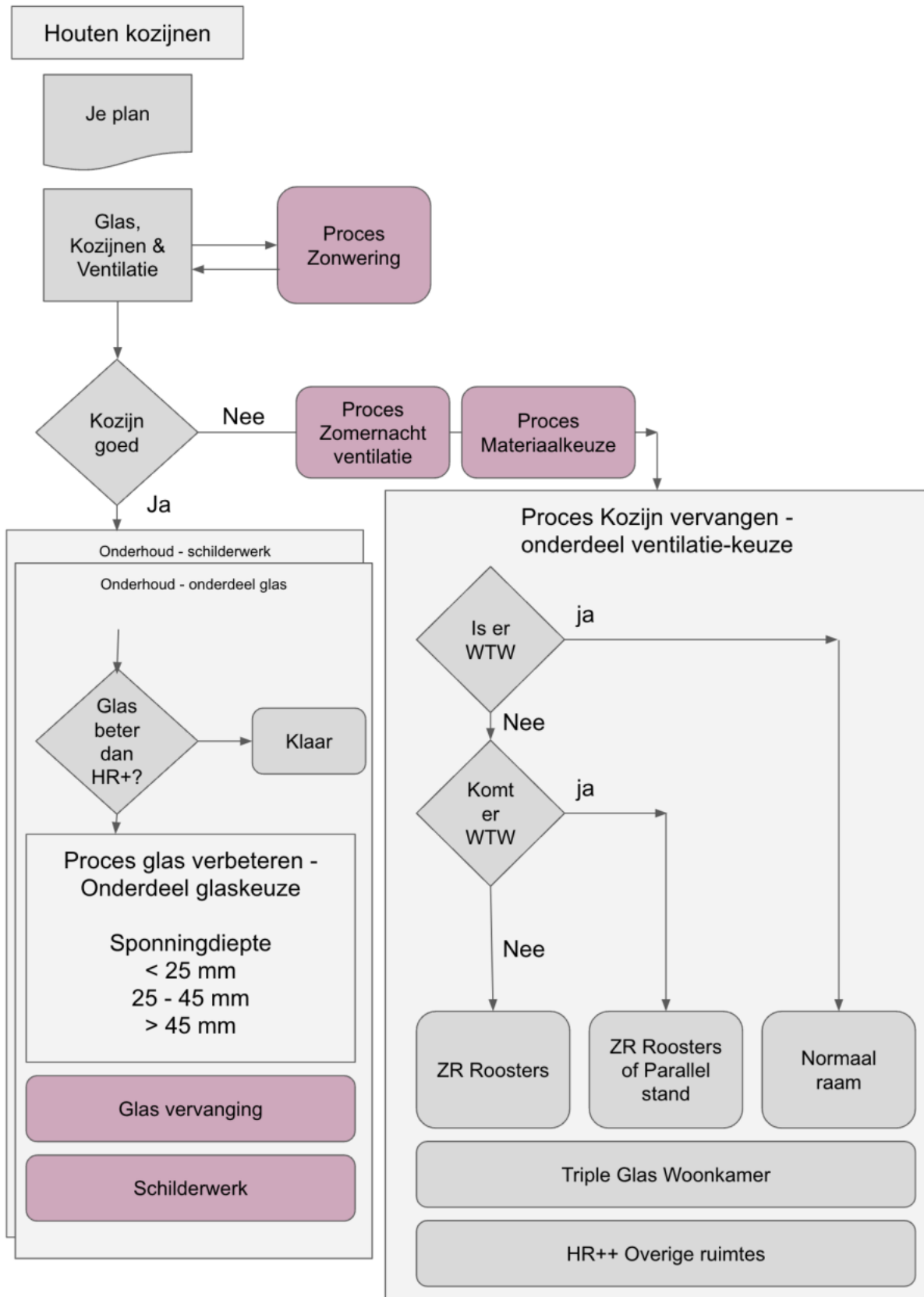
De categorieën 3-4 en 5-6 kennen meer dan tien subvarianten. Voor renovatie geldt eigenlijk: eat your heart out, er is altijd wel een mouw te passen aan het ventilatie vraagstuk in jouw specifieke situatie.

Bijlage 2: Glasopname

Je gaat aan de slag met je glas en kozijnen. De vraag: "hoeveel kozijnen, hoeveel m2 glas, etc" zul je heel vaak gaan krijgen van verschillende mensen. Ons advies? Als je begint: neem de tijd en de rust om alles netjes in 1 document te plaatsen en op te nemen. Je kunt dan meteen ook vragen en onderhoudspunten noteren die je per kozijn hebt. Eigenlijk zijn het vaak wel 20 mini projectjes op zich. Daarom loont het zich hiervoor even de moeite te nemen. Want aan een groot getal of een schatting, heb je vaak niet zoveel. Dan is het vaag in = vaag out."

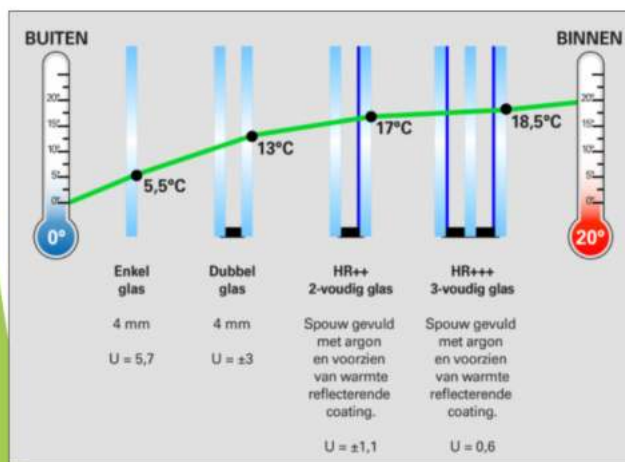
Overzicht ramen en deuren													
Ramen	Omschrijving	Oriëntatie	Type Kozijn	Type Glas / Vulling	Spaans	Length	Oppervlakte m2	Glas Breedte m	Length m	Oppervlakte m2	Uitsaatside m2	ZFA	Kozijn Oppervlakte m2
B1	Woonkamer links	Noord	[kass]	[kass]	1,48	1,56	2,3094	1,28	1,38	1,7694	2,9	0,8	0,572
B2	Woonkamer rechts-links	Noord	-	-	0,71	1,58	1,1218	0,61	1,38	0,8418	2,9	0,8	0,36
B3	Woonkamer rechts-rechts	Noord	-	-	1,72	1,58	2,7176	1,62	1,38	2,2350	2,9	0,8	0,482
B4	Ziggenet links	West	-	-	0,68	1,58	1,0744	0,48	1,38	0,6624	2,9	0,8	0,412
B5	Ziggenet voordeur	West	-	-	0,87	1,58	1,3746	0,67	1,38	0,9258	2,9	0,8	0,534
B6	Ziggenet achterdeur	West	-	-	1,5	1,32	1,98	1,3	1,12	1,456	2,9	0,8	0,524
B7	Tuinkant keukenraam	Zuid	-	-	0,33	1,32	0,4356	0,33	1,12	0,3696	2,9	0,8	0,208
B8	Tuinkant woonkamer	Zuid	-	-	0,33	1,32	0,4356	0,33	1,12	0,3696	2,9	0,8	0,208
B9	Tuinkant woonkamer	Zuid	-	-	1,53	1,32	2,0196	1,43	1,38	1,9656	2,9	0,8	0,594
B10	Tuinkant poort rechts	Zuid	-	-	1,53	2,2	3,366	1,43	2	2,86	2,9	0,8	2,32
B11		Zuid	-	-									
B12		Zuid	-	-									
Eerste Verdieping													
V1	Slaapkamer links draaideur	Noord	-	-	0,74	1,14	0,8436	0,54	0,94	0,5076	2,9	0,8	0,336
V2	Slaapkamer links vast raam	Noord	-	-	1,41	1,14	1,6074	1,21	0,94	1,1374	2,9	0,8	0,47
V3	Slaapkamer rechts draaideur	Noord	-	-	0,71	1,14	0,8094	0,51	0,94	0,4794	2,9	0,8	0,33
V4	Slaapkamer rechts vast raam	Noord	-	-	1,34	1,14	1,5276	1,14	0,94	1,0776	2,9	0,8	0,406
V5	Badkamer raam draaideur	Zuid	-	-	1,28	1,14	1,4592	1,12	0,94	1,0592	2,9	0,8	0,402
V6	Badkamer raam vast raam	Zuid	-	-	0,5	1,14	0,57	0,5	0,94	0,47	2,9	0,8	0,208
V7	Slaapkamer rechts vast raam	Zuid	-	-	1,37	1,14	1,5618	1,12	0,94	1,0598	2,9	0,8	0,402
Z1	Slaapkamer rechts vast raam	Zuid	-	-	0,8	1,14	0,912	0,6	0,94	0,564	2,9	0,8	0,348
Z2			-	-									
Z3			-	-									
Z4			-	-									
Z5			-	-									
Z6			-	-									
Z7	Vetus raam	Noord	-	-	0,8	0,8	0,64	0,6	0,6	0,36	2,9	0,8	0,28
Z8	Ziggenet raam	West	-	-	0,68	1,68	1,1424	0,48	1,48	0,7104	2,9	0,8	0,432
Z9	Raan koppel	Zuid	-	-	3,65	0,5	1,825	3,45	0,3	1,035	2,9	0,8	0,79
Z10			-	-									
Z11			-	-									
Z12			-	-									
Z13			-	-									
Z14			-	-									
Z15			-	-									

Bijlage 3: Beslisboom



Bijlage 5: presentatie glas Veldhoven Duurzaam

Oppervlakte temperatuur bij de verschillende typen beglazing



De U-waarde (warmtedoorgangscoefficiënt) drukt de hoeveelheid warmte uit die per m² en per graad temperatuurverschil, tussen de ene en de andere zijde van een glas constructie doorgelaten wordt.

De warmtestroom (in Watt):

$$Q_w = U \times A \times \Delta T$$

$$[U = 1 / R]$$

U-waarde dient zo laag mogelijk te zijn

**Veldhoven
duurzaam**

U-waarde bepalen

- Soms staat het in de rand (spouw) van het glas



- Anders bepalen met T meting:

$$U = 7,69 - \frac{T_{\text{oppervlaktbinnen}} - T_{\text{buiten}}}{(T_{\text{binnen}} - T_{\text{buiten}}) \times 0,13}$$

**Veldhoven
duurzaam**

* Bron bij deze bepaling met temperaturen zoeken

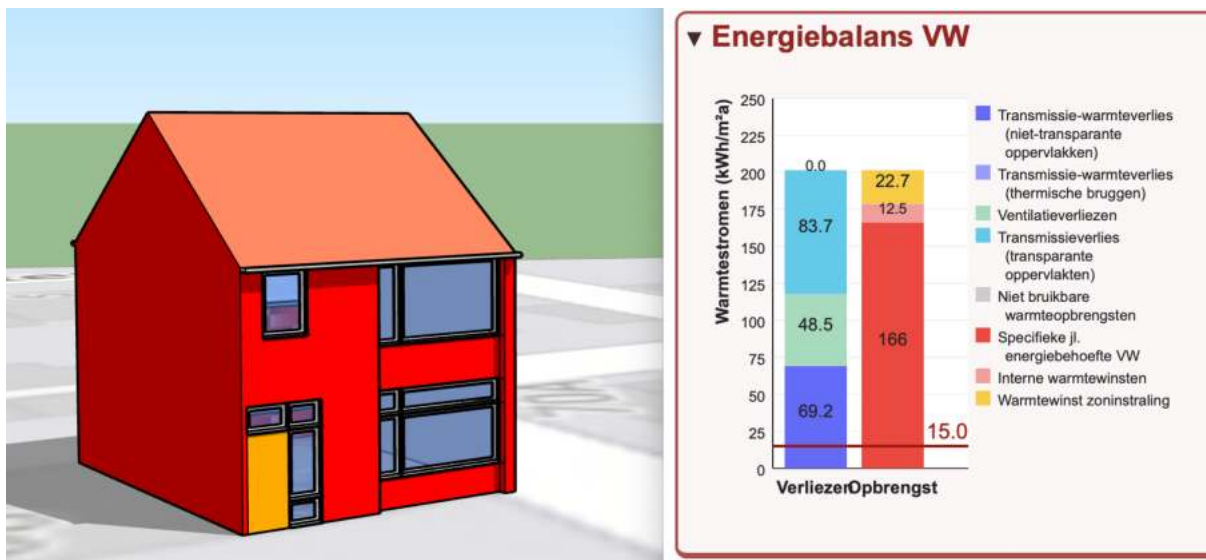
Bijlage 6: Warmteverliesberekening

Warmteverliezen in een woning

Het glas en de kozijnen zijn maar een beperkt deel van het huis. Naast dat energie daar verloren gaat, hebben we ook nog te maken met energieverlies door de muren, vloer en dak maar ook door kieren en het ventilatiesysteem.

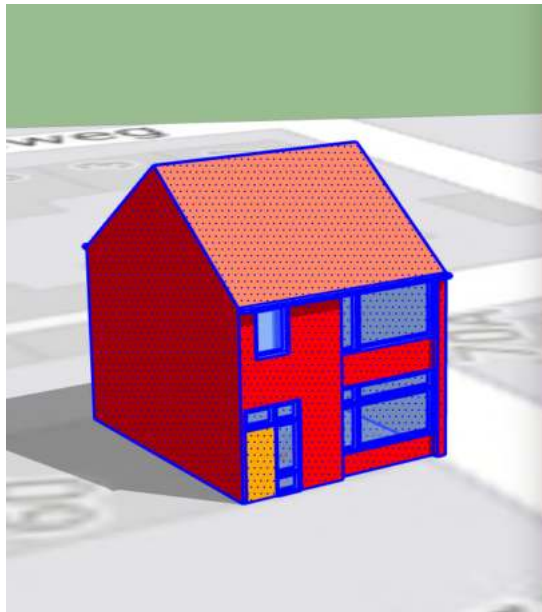
Warmteopbrengst van een woning

Aan de andere kant van de balans hebben we te maken met zonnewarmte die binnentreedt door het glas en de warmte die mensen en apparaten creëren. Het verschil tussen de verliezen en de winsten (die in balans zijn als de woning een constante temperatuur heeft) noemen we de specifieke energiebehoefte voor verwarmen, vaak ook wel specifieke warmtebehoefte genoemd. Dit is de rode kolom in onderstaande grafiek. Deze laat zich via een paar tussenstappen, die buiten de scope van dit verhaal horen, omrekenen naar het gasverbruik.

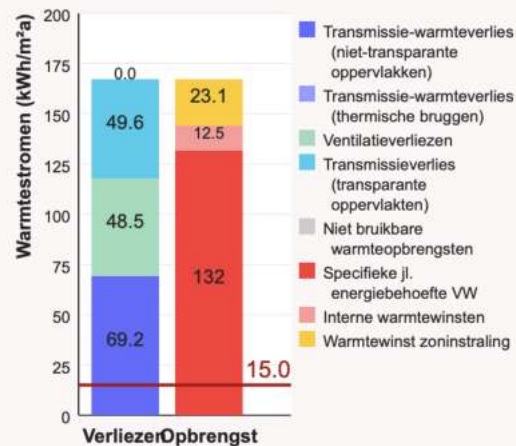


In deze voorbeeld hoekwoning hebben we aangenomen dat alle ondoorzichtige delen een isolatiewaarde Rc 2 hebben (een jaren '70/80 woning waar hier en daar wat isolatie verbeterd is). We gaan uit van houten kozijnen met enkel glas. We zien dan dat $83,7/200 = 42\%$ van de energie verloren gaat door het glas.

Deze woning heeft in totaal een 30m² aan "gaten in de muren" (glas en kozijnen).

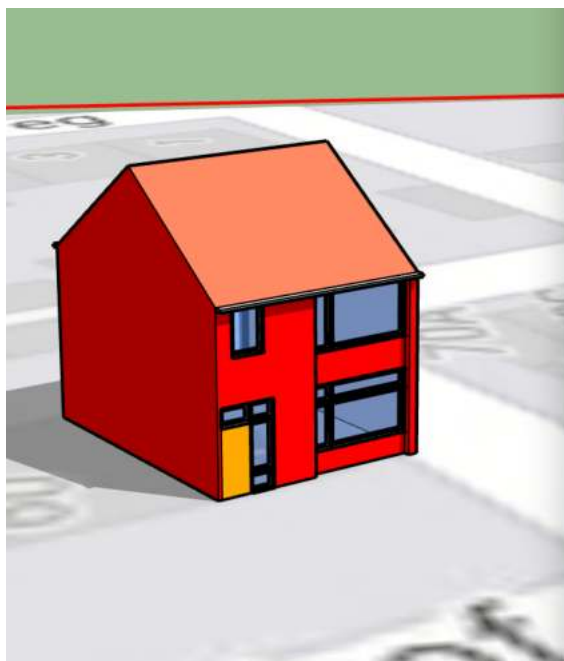


▼ Energiebalans VW

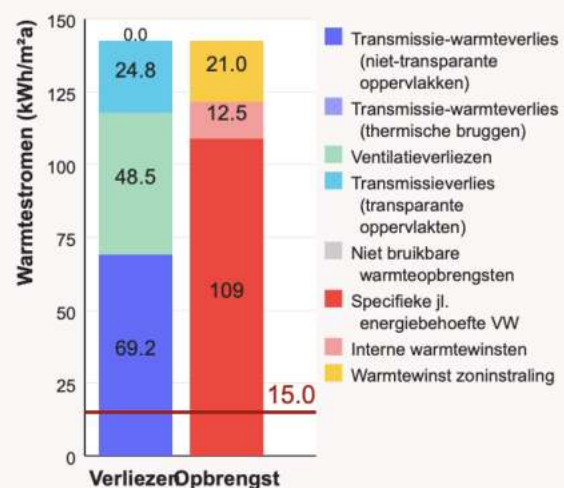


Door nu al het enkele glas te vervangen door dubbelglas met een U-waarde van 2,8 daalt het totale warmteverlies naar 165 waarvan het glas 49,6 eenheden ofwel nog maar 30% is. Geen wonder dat na de energiecrises van eind jaren '70 mensen massaal dubbelglas namen want het bespaarde zomaar 20% op de energierekening.

De techniek stond niet stil en begin deze eeuw kwam er eerst HR, toen HR+ en nu HR++ glas beschikbaar met steeds betere isolatiewaardes. Inmiddels is glas met een U-waarde van 1,0 goed verkrijgbaar.

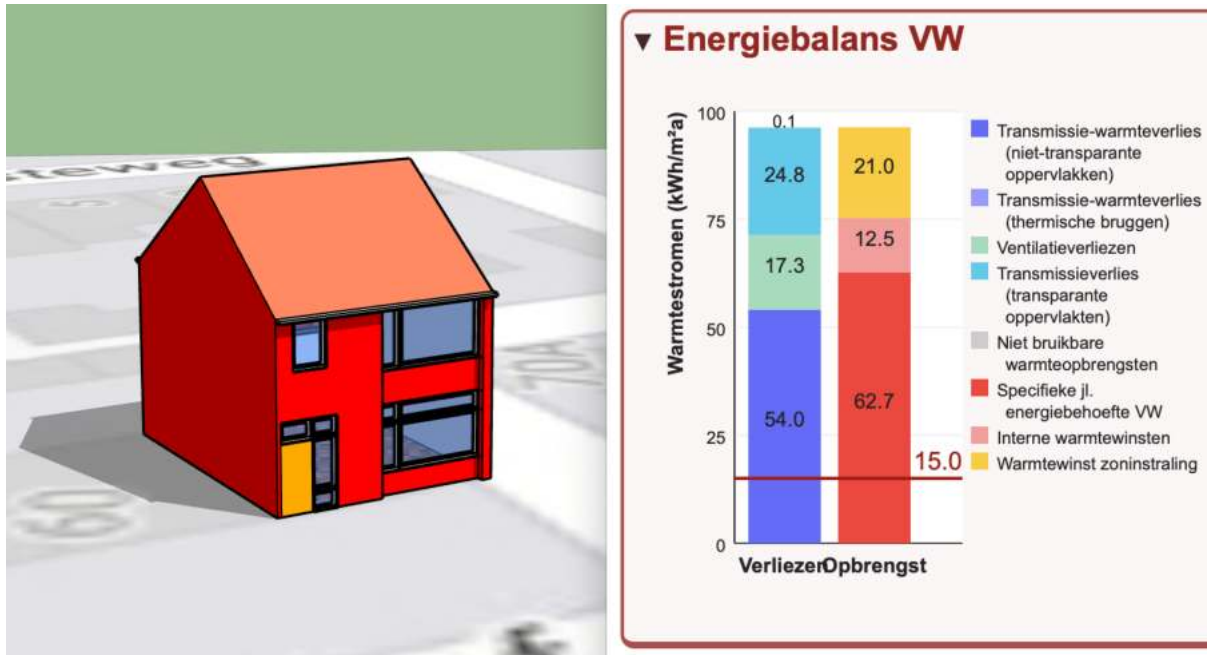


▼ Energiebalans VW



Als je het ouderwetse dubbel glas hierdoor vervangt daalt het energieverlies naar 140 en is het verlies door het glas nog maar 17%.

Het aanpakken van de kieren (waarvan er veel in het dak zitten) en isoleren van het dak naar Rc6, het dichten van veel voorkomende kieren en het aanpassen van het ventilatiesysteem naar een type met warmteterugwinning leidt dan tot het volgende plaatje:



Deze woning is met zijn specifieke warmtebehoefte van minder dan 65 kWh/m² per jaar gezond, comfortabel en prima te verwarmen met een duurzame warmtebron.

Over ons

De DoeTank Publieke Ontzorging is een samenwerking tussen partijen met ervaring en ideeën over de verduurzaming van de particuliere woningen. Van deze partijen, is het Regionaal Energieloket het aanspreekpunt voor vragen en antwoorden.

In de samenwerking zijn betrokken:



Onze missie

Iedere woningeigenaar moet in een toekomstbestendig huis kunnen wonen. Een toekomstbestendig huis is comfortabel, gezond, veilig, betaalbaar en duurzaam. Op dit moment kan het een hele opgave zijn je huis toekomstbestendig te maken. Ook de overheid zoekt naar haar rol. Wij geloven dat dit makkelijker, slimmer en leuker kan! Hoe precies? Dat onderzoeken we samen met bewoners en in vier wijken in Emmen, Veldhoven, Weert en Leusden.