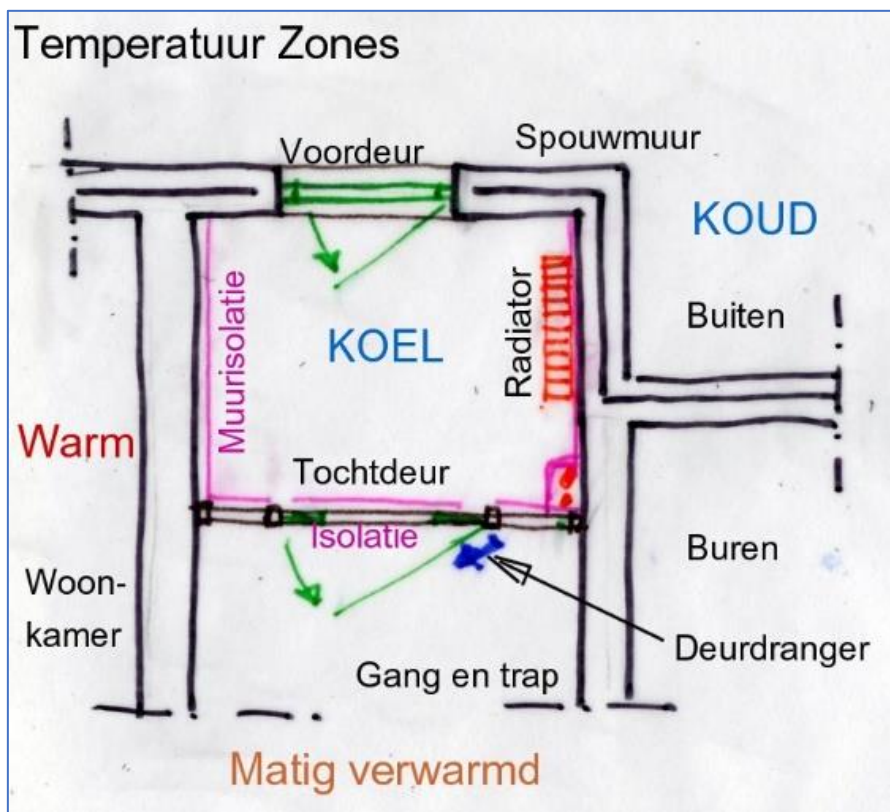


Tochtportaal voordeur en muur isoleren Muur die grenst aan een warme woonkamer



Abstract: Een voorbeeld van verbeteren van de isolatie van de vestibulemuur of tochtportaalmuur die aan een warme woonkamer grenst. Door dat de voordeur meestal slecht geïsoleerd zal een koud tochtportaal ook warmte onttrekken aan de naastliggende warme woonkamer. De isolatie is vrij eenvoudig en kan met verschillende materialen worden uitgevoerd. Ook het plafond van de vestibule dat onder een slaapkamer of badkamer zit kan beter geïsoleerd worden. Goede mogelijkheid voor Doe-Het-Zelf. Vier verschillende temperatuurzones van buiten naar binnen.



Inhoud

1. Verbeteren van isolatiewaarde van bestaande voordeur.....	3
2. Effect van de extra ruiten	4
3. Voordeur.....	5
4. Vervangen van de hele deur (en kozijn)	5
5. Behoud van de oude voordeur en na-isoleren	6
6. Tochtdeur maken achter voordeur	8
7. Tochtdeur maken van muggen hordeur bij de keuken.....	9
8. Het verbeteren van de isolatie van de bestaande tochtdeur	9
9. Verbeteren isolatie van de deur zelf.....	10
10. De buitenste isolatie moet het beste zijn	10
11. Bouwmuur langs tochtportaal isoleren.....	11
12. Gordijnen	12

1. Verbeteren van isolatiewaarde van bestaande voordeur

De slechte thermische isolatie van de voordeur is een flink probleem in veel woningen. Deze kan verbeterd worden door middel van de volgende methoden:

- A. Een dik gordijn dat rondom goed aansluit op plafond en vloer en de zijkanten.
- B. Kleine Acrylplaatjes met een luchtspouw op kleine ruitjes.
- C. Grote Acrylplaat op grotere ruiten en bovenlichten.
- D. Het maken van een nieuwe tochtdeur met een dubbele Polycarbonaatplaat voor het licht¹.
- E. Het verbeteren van de glazen tochtdeur met toevoeging van een of twee Acrylaatplaten.
- F. Het verbeteren van een bestaande tochtdeur met toevoeging van twee Acrylaatplaten.
- G. Het verbeteren van de isolatie van de ruiten rondom de tochtdeur.
- H. Het verbeteren van de muurisolatie aan de kant van de warmere woonkamer.
- I. Een deurdranger op de tochtdeur zodat deze vanzelf dichtgaat.
- J. Het isoleren van het plafond in het tochtportaal wanneer erboven een (bad)kamer zit.
- K. Een geheel nieuwe, goed isolerende deur met kozijn.

R_{glas}-waarde (R_g = isolatiewaarde van alleen het glas)².

De R_{constructie}-waarde (R_c) wordt berekend op basis van overgangsweerstanden en thermische materiaal weerstanden van alle combinaties van materialen en spouwen die in die constructie aanwezig zijn bij gevels, daken, vloeren, enz. Glas levert meestal het grootste warmteverlies in een gebouw.

Het warmteverlies ontstaat door een combinatie van straling (infrarood ~ 65%), convectie (luchtstroming ~15% - 20%) en conductie (contact ~5% - 10%) tussen materialen. Extra warmteverlies ontstaat door ventilatie (~10% - 20%), waarbij warme lucht of water van binnen het gebouw wordt vervangen door koude buitenlucht. Dit laatste warmteverlies kan sterk verminderd worden door een systeem met WarmteTerugWinning (WTW) zoals balansventilatie (evenveel lucht eruit als erin).

Om een oude met een verbeterde situatie te vergelijken zijn de R_g en R_c-waarden belangrijk.

De kosten van aanpassing zijn afhankelijk van:

- De kosten van de achterzetruit (aan de binnenkant) of voorzetruit (aan de buitenkant) zelf. Bij Acrylplaten zijn de kosten laag, Polycarbonaatplaten (onbreekbaar) is 50% duurder.³
- Noodzakelijke aanpassingen van het kozijn of raam en hang-en-sluitwerk.
- De mogelijkheid om de deur aan de binnenkant dikker te maken met isolatie.⁴
- De kosten van de afwerking zoals schilderen. Met Doe-Het-Zelf is meestal goedkoper.
- De kosten van gordijnen, jaloezieën, vitrages en folies die wat aanvullende isolatie geven.
- De economische winst van een betere isolatie en lagere energiekosten.

Hoe meer er DHZ gedaan kan worden, hoe sneller de verbeteringen zijn terugverdiend op de steeds hoger wordende energierekening. De meeste kleine maatregelen zijn met DHZ al binnen een of twee jaar terugverdiend.

¹ In veel oudere gebouwen is in het verleden de toen bestaande tochtdeur verwijderd om een ruimere gang te maken, maar die tochtdeur zat er niet voor niets, namelijk als koude/warmte buffer.

² In de glashandel wordt gerekend met U_g in W/m².K waarbij 1/R_g = U_g (van het centrum gedeelte van de ruit).

³ Omdat in en rond de voordeur meestal kleine ruiten zitten is het belangrijk om zo min mogelijk snijverlies te hebben wanneer er standaard platen (100cm x 150cm) van de bouwmarkt gehaald worden.

⁴ Zie het document 'Keukendeur isoleren' als voorbeeld van een isolatiemethode. www.nienhuys.info

2. Effect van de extra ruiten

Enkel glas of Acrylplaat heeft een isolatiewaarde van ongeveer $R_g = 0,17$ hoofdzakelijk bestaande uit de overgangswaarden⁵ tussen het glas en de lucht, want het dunne glas, acrylplaat of raam/kozijn folie zelf isoleert nauwelijks.

Door een verticale afgesloten luchtspouw van 2 cm langs het glas te creëren wordt de isolatiewaarde verbeterd met ongeveer $R_c \approx 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$; met twee luchtlagen dus $+R_c \approx 0,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Omdat de luchtspouw bij een ruit op het kozijn meestal groter is dan 40 mm ontstaat er luchtcirculatie tussen de ruiten en is de nieuwe isolatiewaarde dan ongeveer $+R_c 0,15$.

Het thermische effect van achterzetruiten (binnen) is hetzelfde als voorzetramen (buiten). De buiten voorzetramen worden meestal vastgezet met aluminium profielen.

Een ruit van een binnen tochtdeur heeft 2X de binnenzijdige overgangswaarde $R_c = 0,28$.

De lucht in een tochtportaal zal circuleren tussen de koude buitendeur en de warmere tochtdeur of muren, maar de buffer van een tochtportaal is ook ongeveer $R_c \approx 0,2$. Door de verschillende R_c -waarden bij elkaar op te tellen, kan de totale isolatie tussen het woongedeelte en de buitenlucht worden geschat.

Dunne raam- of kozijnfolie is kwetsbaar. Wanneer het op het kozijn wordt geplakt kan het raam niet geopend worden voor ventilatie. Het is wel de meest economische oplossing waarbij de kosten binnen een enkel stookseizoen zijn terugverdiend.

Van een lage isolatiewaarde naar een hogere zijn de volgende opties:⁶

- A. Enkel glas of Glas in Lood heeft een isolatiewaarde van ongeveer **$R_g 0,17$**
- B. Achterzetruit bij enkel glas of GiL $R_g 0,17 + R_c 0,2 =$ **$R_c 0,37$**
- C. Voor- en achterzetruiten op enkel glas $R_g = 0,17 + 2(R_c 0,20) =$ **$R_c 0,57$**
- D. Achterzetruit bij ouder (< 1980) isolatieglas geeft $R_g 0,5 + R_c 0,20 =$ **$R_c 0,70$**
- E. Achterzetruit op HR glas (<1990) levert $R_g = 0,55 + R_c 0,20 =$ **$R_c 0,75$**
- F. Voor- en achterzetruiten op oud dubbel glas $R_g = 0,37 + 2(R_c 0,20) =$ **$R_c 0,77$**
- G. Achterzetruit op HR⁺ (>1995) glas levert $R_g = 0,70 + R_c 0,20 =$ **$R_c 0,90$**
- H. Achterzetruit op HR⁺⁺ (>2015) glas levert $R_g = 0,83 + R_c 0,20 =$ **$R_c 1,03$**
- I. Achterzetruit op goede kwaliteit HR⁺⁺ (>2020) $R_g = 0,90 + R_c 0,20 =$ **$R_c 1,10$**
- J. HR⁺⁺ achterzetruit op enkel glas $R_g = 0,17 + R_c 0,20 + R_g 0,90 =$ **$R_c 1,27$**
- K. HR⁺⁺ achterzetruit op HR⁺ (>1995) $R_g = 0,90 + R_c 0,20 + R_g 0,70 =$ **$R_c 1,80$**
- L. HR⁺⁺ achterzetruit op HR⁺⁺ (>2015) $R_g = 0,90 + R_c 0,20 + R_g 0,83 =$ **$R_c 1,93$**

Het economisch rendement hangt samen met toegenomen isolatiewaarde (in %) en de kosten. Uit de lijst blijkt dat een achterzetruit op dubbel glas weinig verbetering oplevert, maar dat een HR⁺⁺ achterzetruit op enkel glas heel veel verbetering oplevert. Voor de zijruiten in een tochtportaal is dit een goede optie.

⁵ De overgangswaarde binnen is $R_c = 0,13$ en de overgangswaarde buiten is gemiddeld $R_c = 0,04$ en varieert gedurende de seizoenen en de windsnelheid. De $R_c = 0,04$ is het aangenomen landelijke gemiddelde, maar bij windstil weer ligt dit getal flink hoger.

⁶ HR⁺⁺ is in het Bouwbesluit gesteld op een $U_g = 1,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ of R_g van $0,833 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ maar er liggen geen waarden vast voor HR⁺⁺⁺ of HR⁺⁺⁺⁺; dat zijn dus fantasiewaarden. Tripleglas is geen HR⁺⁺⁺. Bij het bestellen van ruiten moet de feitelijke U-waarde ($1/R_g$) worden opgegeven anders levert de glazenier het minimum.

3. Voordeur

Voordeuren van woningen hebben een belangrijke functie in de herkenbaarheid van die woningen en de identiteit van de bewoners. Het vervangen van een karakteristieke of vanouds bekende voordeur met een andersoortig (isolerend, modern) exemplaar wordt daarom vaak niet overwogen. Om de voor de woningeigenaar bekende voordeur na te isoleren is daarom een goede optie.



Figuren 1. Voordeuren van oud naar nieuw geven voor de eigenaar identiteit aan een woning. In de meeste oudere voordeuren zit enkel glas of Glas-in-lood raampjes, de slecht isoleren. Ook kunnen ze kieren.

Om de voordeur van de woning beter te isoleren zijn de volgende opties mogelijk:

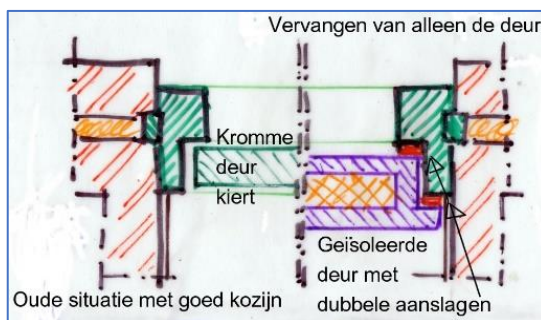
- Het in haar geheel vervangen van de deur (en kozijn) door een goed geïsoleerde deur.
- Het aan de binnenzijde en het maken van achterzetruitjes ter plaatse van het glas. Omdat de ruitjes meestal klein zijn levert dat niet veel energiewinst op.
- Het monteren van een rondom goed sluitend gordijn achter de voordeur.
- Het plaatsen van een isolerende tochtdeur in de gang; het creëren van een tochtportaal.
- Het verbeteren van de isolatie van de bestaande tochtdeur van de vestibule.
- Een combinatie van de voorgaanden opties.

Het toepassen van tochtstrippen en brievenbus borstels wordt op enkele websites aanbevolen, maar elke woning heeft ventilatie nodig. Elastische tochtstrippen in de sponning van een oude deur kunnen ertoe leiden dat de deur verder kromtrekt. Het maken van een dubbele sponning rondom de deur is een veel betere optie.

4. Vervangen van de hele deur (en kozijn)

Bij het in haar geheel vervangen van de voordeur zal beoordeeld moeten worden of alleen de deur vervangen kan worden of dat ook het kozijn vervangen moet worden. Het vervangen van het kozijn vergt sloop- en breekwerk en is zinvol wanneer het oude kozijn verrot is en er een moderne goed geïsoleerd kunststof (passief) kozijn en deur in geplaatst kan worden. Bij het vervangen van de oude deur kan ook het hang- en sluitwerk opgewaardeerd worden.

Figuren 2. Wanneer het oudere houten deurkozijn met hardstenen onderdorpel nog van goede kwaliteit zijn, is het mogelijk om slechts de deur te vervangen voor een goed isolerend op maat gemaakt model. Een karakteristieke houten decoratie kan van de oude deur op de nieuwe deur worden overgezet (rechts).



Figuren 3. Bij het vervangen van de voordeur of achterdeur kan overwogen worden om de nieuwe deur tweedelig te maken, zodat alleen de bovenkant geopend kan worden voor het aanpakken van postpakketten of het te woord staan van onbekende personen die aanbellen (collectes).

Midden: keukendeur.

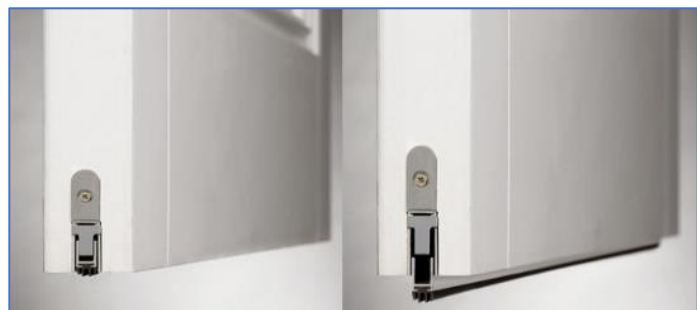
Rechts: deurluikje met glas in lood.



5. Behoud van de oude voordeur en na-isoleren

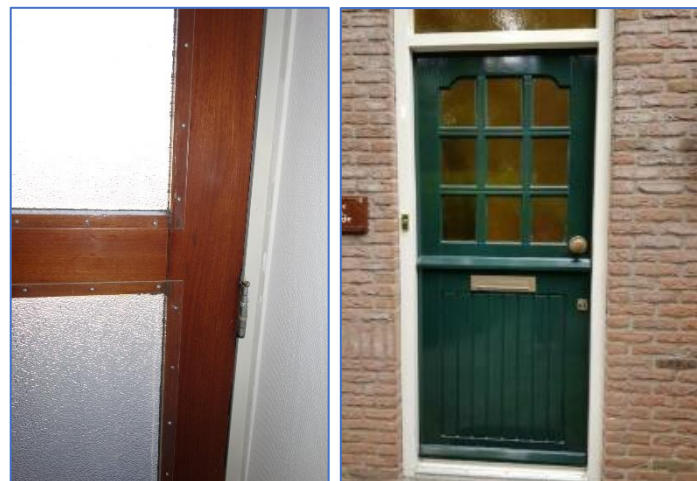
- De tochtsluiting rondom verbeteren naar een dubbele aansluiting, echter zonder dat deze een permanente druk op de deur uitoefent wanneer deze gesloten is, want anders kan de deur krom gaan trekken.
- De tocht dichting van de brievenbus wanneer de woning is uitgerust met een mechanische balansventilatie (met WTW). Dit is om te voorkomen dat er koude lucht wordt ingezogen.
- Isoleren van de ruitjes in de deur. Vaak zijn deze van enkel glas of Glas-in-lood.
- Isoleren van de deurpanelen die vaak massief hout zijn.
- Hang- sluitwerk opwaarderen tot minstens politie keurmerk (AKS***), eventueel met elektronische communicatie en intercom. Bij het toevoegen van gewicht door de extra isolatie zullen de (nieuwe) scharnieren ook extra belast worden.
- Het isoleren van het bovenlicht dat vaak een onderdeel is van de deur architectuur.
- Het na-isoleren van de woonkamermuur en het plafond in het tochtportaal.

Figuur 4. Een anti-tocht valdorpel wordt onder in de massieve houten deur geplaatst. Wanneer de deur dicht gaat drukt er aan de zijkant een pen in en zakt deze borstel tot op de onderdorpel.



Figuren 5. Bij de glazen voordeur links is op de binnenzijde onder en boven een dunne Acrylplaat vastgezet met kleine schroefje. De hierdoor gecreëerde luchtlaag geeft een extra isolatie aan deze deur (niet mooi). Gaatjes boren in Acrylplaat kan barsten opleveren; niet met Polycarbonaat,

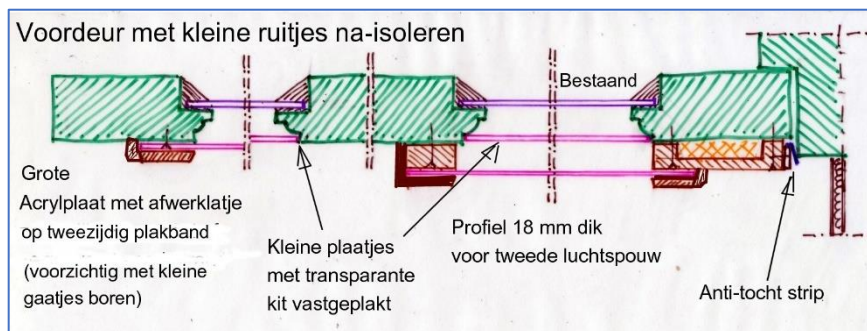
De rechter tweedelige deur heeft veel kleine ruitjes zonder praatraampje. Hier kan een enkele achterzetruit geplaatst worden.



Het plaatsen van HR⁺⁺ isolatieruitjes in voordeuren is kostbaar wanneer het meerdere kleine ruitjes zijn in plaats van een enkele grotere ruit met opgeplakte glaslatten. Bij de toepassing van een grotere HR⁺⁺ ruit met opgeplakte glaslatten mogen er achter de glaslatten geen afstandshouders zitten (*spacers*) omdat deze de isolatiewaarde van de ruit sterk verminderen.

Bij een sponning vullende HR⁺⁺ ruit komen er glaslatten óp het deurhout. Bij de toepassing van nieuwe ruiten kan de nieuwe ruit gelaagd (slagvast) en inbraak werend zijn. Glas-in-Lood ruitjes zijn erg zwak.

Figuur 6. Bij veel kleine ruitjes kunnen twee luchtsponningen worden gemaakt die de isolatiewaarde 4x zo hoog maakt als de enkele glasruit.



Kleine ruitjes kunnen worden vastgezet met tweezijdig transparant plakband. De afwerking kan met standaard hoeklatjes waarvan een zijde lager is geschaafd. In de bouwmarkt zijn deze in verschillende afmetingen beschikbaar; ook in L doorsnede. Afwerking in de kleur van de deur.

Bij grote glas/acrylaatpanelen (*Figuur 5*) kan ervoor gekozen worden om de plaat op een dun latje te plaatsen in plaats van vast te plakken. De zijkanten en bovenkant worden dan wel met tweezijdig plakband bevestigd. Bij Acrylplaten voorkomt dit de mogelijkheid van barsten vanuit het schroefgat. Om barsten vanuit schroefgaten te voorkomen kan het taaie Polycarbonaat gebruikt worden.



Figuren 7. Bij bewegende deuren is het verstandig om de grote Acrylplaat op een latje te stellen, zodat deze plaat niet alleen aan het tweezijdige plakband hangt. Op de hoeken de afwerklatten in verstek aanbrengen.

Wanneer een achterzetruit/acrylaatplaat rond moet worden gemaakt of pasgemaakt rondom sloten, dan is een taaier Polycarbonaat plaat aanbevolen, want deze kan niet barsten. Polycarbonaat is wel 50% duurder dan Acrylplaat. Voor nieuwe tochtdeuren in een gang is de onbreekbare Polycarbonaatplaat aanbevolen, vooral wanneer er kinderen in huis zijn of de deur door de tocht hard dicht kan klappen.

Om hard dichtklappen door de tocht te voorkomen kan er ook een deurdranger geplaatst worden. Een deurdranger houdt de deur dicht, waardoor er minder warmte verloren gaat.

Figuren 8. Bij ronde vormen of voor het pas maken rond handvaten of sloten en bij deuren die met de tocht dicht kunnen klappen moet Polycarbonaat gebruikt worden. De zijruiten kunnen geïsoleerd worden met Acrylplaten of HR⁺⁺.



6. Tochtdeur maken achter voordeur

Het plaatsen van een isolerende tochtdeur in de gang is een goede optie wanneer er nog geen aanwezig is en wel ruimte beschikbaar. De tochtdeur creëert dan verschillende temperatuurzones in de woning. Buiten koud, tochtportaal koel, gang is matig verwarmd, woonkamer is warm.



Figuren 9. Bij deze vier glazen voordeuren kan op de eerste plaats het glas in die deur beter geïsoleerd kunnen worden met een Acrylplaat (+Rc 0,2). Een betere optie is een goede HR⁺⁺ ruit (Rc = 0,9), maar een isolerende tochtdeur op ruim één meter van de voordeur zal de isolatiewaarde 3 tot 5 x zo goed maken en tocht vermijden.

Bij de eerste gang (*Figuren 9 links*) is meer dan voldoende ruimte om daar een isolerende tochtdeur met bovenlicht te maken die eventueel naar twee zijden open kan. De isolerende tochtdeur kan een HR⁺⁺ ruit hebben (Rc = 0,9). Bij een lage ruit zoals deze is gelamineerd glas aanbevolen in verband met het risico van doorvallen. Dit laatste is verplicht in openbare gebouwen.

Bij de tweede deur is ook voldoende ganglengte; de radiator kan dan vervallen. Het hebben van een radiator in een tochtportaal is ongunstig voor het energieverbruik.

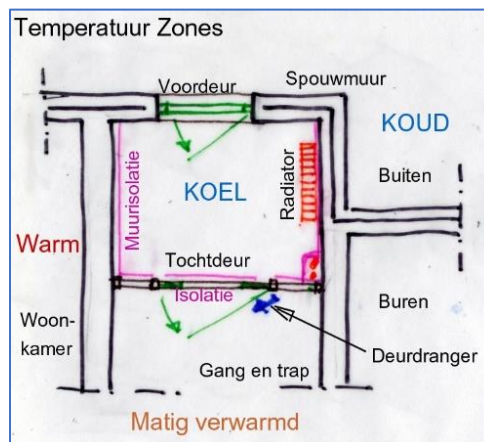
Bij de derde voordeur is een slechts kort stukje gang (meterkast) met een kapstok links in een verbreding. In dit geval moet de tochtdeur in de richting van de gele jas vlak tegen de muur opendraaien; ook zal de lamp verhangen moeten worden.

Bij de vierde en meest rechtse optie kan de tochtdeur scharnieren langs de gele lijn waar de trap naar boven zit. Ook hier kan dan de radiator vervallen.

Figuur 10. Wanneer het tochtportaal of de vestibule beter geïsoleerd en niet verwarmd is, ontstaan er in de winter vier temperatuurzones in de woning.

*Buiten is **koud**, in de vestibule **koel**, in de gang **matig verwarmd** en in de woonvertrekken **warm**. De radiator kan vervallen of permanent op vorstvrij gezet.*

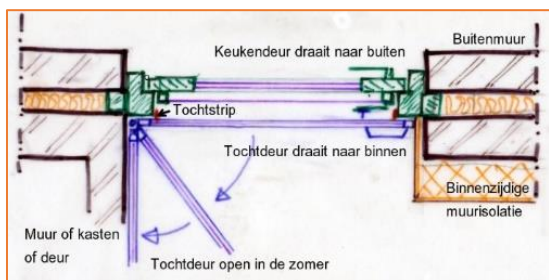
Het effect van een koude vestibule is dat de bouwmuur tussen vestibule en woonkamer kouder zal zijn dan de bouwmuur tussen de gang en de woonkamer. Het isoleren van het stukje bouwmuur in de vestibule voorkomt dit.



7. Tochtdeur maken van muggen hordeur bij de keuken

Bij een naar buiten draaiende keukendeur bestaat soms de mogelijkheid om aan de binnenzijde een hele achterzetdeur te plaatsen.

Deze binnendeur moet dan vrij kunnen opendraaien. Zie het documentje “**Isolerende deur van hordeur maken**” met een voorbeeld van een Doe-het-Zelf oplossing met Polycarbonaat plaat.



Figuren 11. Deze keukendeur is in het buitenvlak van de gevel geplaatst en draait naar buiten.

Aan de andere kant van de spouwmuur is nu ruimte om daar een kunststof deurkozijn met isolerende deur te plaatsen, waarbij de deurklinken elkaar niet in de weg mogen zitten.

Op de binnendeur kan een dranger geplaatst worden zodat deze automatisch sluit.



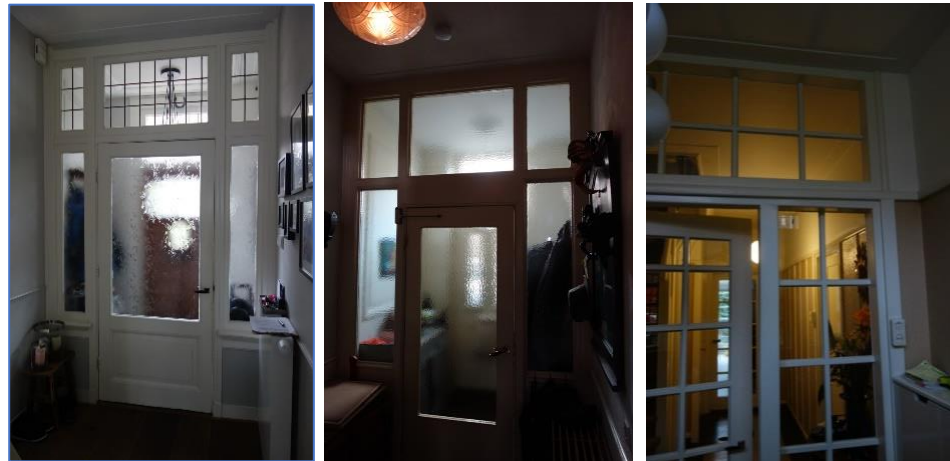
8. Het verbeteren van de isolatie van de bestaande tochtdeur

In woningen waar reeds een tochtportaal of een vestibule zit, kan die tochtdeur vaak aanzienlijk beter geïsoleerd worden, vooral wanneer rondom de deur enkel glas ruiten zitten.

Met een betere isolatie van de vestibule/tochtportaal deur en de meestal beperkte isolatie van de voordeur zal in de winter de temperatuur in de vestibule laag blijven (koel), terwijl de gang dan matig verwarmd kan zijn. Het aanhouden van een radiator in de vestibule geeft warme jassen, maar is energie-onzuinig. Wanneer deze radiator niet wordt verwijderd is het beter deze op vorstvrij te zetten en de CV-leidingen die door de vestibule lopen te isoleren.

Ook wanneer de voordeur wordt vervangen door een nieuwe geïsoleerde deur ($R_c < 1,5$) blijft het een warmtelek en zal een tochtportaal extra isolatie geven.

Figuren 12. Op de zij- en boven ruiten kunnen Acrylaatplaten of HR++ bevestigd worden, terwijl op de deur zelf Polycarbonaat platen zijn aanbevolen. Op de middelste deur zit een deurdranger.



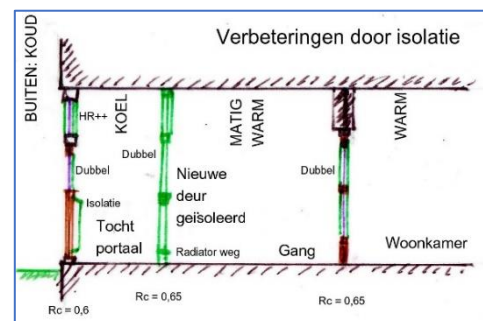
9. Verbeteren isolatie van de deur zelf.

De voordeur of achterdeur kan zelf ook na-geïsoleerd worden, alhoewel dat met veel kleine ruitjes en behoud van het buitenaanzicht van de deur veel werk kan betekenen. In een apart document: 'Keukendeur isoleren' wordt verder ingegaan op het isoleren van het onderpaneel van de deur.

10. De buitenste isolatie moet het beste zijn

Bij het beter isoleren van de verschillende temperatuurzones heeft het isoleren van de buitenste laag het meeste effect. Bij een voordeur met een bovenlicht is de toepassing van een HR++ ruit daar de meest aangewezen verbetering. Door de bovendorpel van het deurkozijn of de aan de binnenzijde iets dikker te maken kan daar een HR++ ruit op geplaatst worden. Ook de zijruiten naast de deur met HR++.

Figuur 13. Schets van de verschillende lagen van isolatie tot aan de woonruimte. De ruimtes onder en boven langs de bouwmuur zullen warmte verliezen naar de koelere zones. Hoe beter de eerste isolatieschil is, hoe minder warmteverlies er dan op zal treden.



Figuren 14. Links: Vestibuledeur met Glas-in-Lood en bovenlicht. Acrylplaten zijn hier de beste optie.

Rechts: dubbele gangdeur. In de eerste plaats is het maken van een tochtportaal hier aanbevolen, maar de trap naar boven geeft beperkingen. Het aanbrengen van een goed sluitend gordijn tegen de voordeur is hier een optie.



Deze GiL deuren zijn kwetsbaar (kinderen, doorvallen). Op deze deuren kan aan twee kanten een acrylaatplaat gemonteerd worden. Een deurdranger houdt de deur gesloten. Wanneer in de rechter situatie het aanzicht vanuit de woonkamer belangrijk is, zou bij deze twee deuren wel een acrylplaat aan de tochtportaal kant geplaatst kunnen worden.

11. Bouwmuur langs tochtportaal isoleren

De bouwmuur langs een koud trapportaal of tochtportaal is een groot warmteverlies voor de naastliggende woonkamer. Deze situatie komt veel voor in flats langs een gemeenschappelijk trappenhuis dat niet geïsoleerd is en bij woningen met een tochtportaal of koude gang.

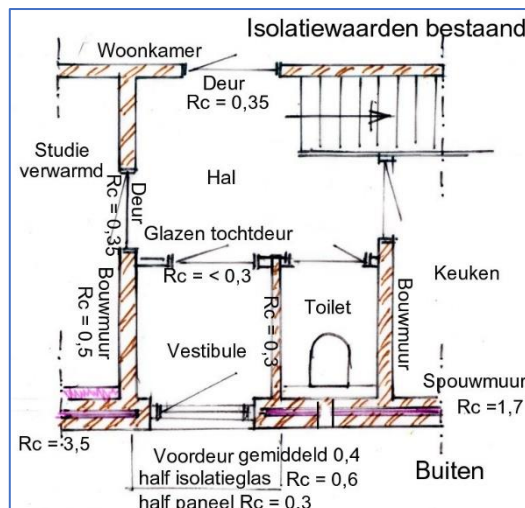
*Figuren 15.
Gemeenschappelijke
entree van een VVE met
koud trappenhuis. Hier
kan alleen aan de
woningkant de muur van
het trappenhuis worden
na-geïsoleerd.*



De isolatie van de woning via het trappenhuis is $R_c \approx 1,0$. Het isoleren aan de trapkant gaat niet vanwege de dikte; anders wordt de trap te smal. Bovendien kan dat op samenwerkingsproblemen binnen de VVE kunnen stuiten. Het opwaarderen van de isolatie van deze bouwmuur kan aan de woningkant met een 8 cm PIR-plaat ($R_c = 3,6$) waardoor de totale isolatie komt op $R_c = 4,6$.

Figuur 16. De samengestelde isolatiewaarde tussen buiten en de woonkamer is hooguit $R_c 0,4$ + vestibule $R_c 0,2$ + tochtdeur $R_c 0,3$ + hal $R_c 0,2$ + kamerdeur $R_c 0,36 \approx R_c 1,45$.

De samengestelde isolatiewaarde tussen buiten via de vestibule naar de studie is hooguit $R_c 0,4$ + vestibule $R_c 0,2$ + bouwmuur $R_c 0,5 \approx R_c 1,1$.



In de *Figuur 16* boven is het goed isoleren van de bouwmuur van de vestibule in termen van isolatie een betere optie in vergelijking met het isoleren van de glazen tochtdeur, omdat de toegevoegde isolatiewaarde bij de muur (+ $R_c 3,0$) veel hoger kan zijn dan bij een dubbele ruit (+ $R_c 0,2$).

Bij gelijke kosten is het rendement op de investering daarmee 15X zo hoog. Op de muur werd rondom een regel 18 mm x 27 mm bevestigd en daarop een stuk multifolie deken gestapeld.

Figuur 17. Verschillende soorten multifolie (15m² rollen). De opgegeven isolatiewaarde is meestal inclusief het effect van minimaal 2 cm luchtlaag naast de HRF-zijde. Bij het strak tussen de muur en de afwerking plaatsen vervalt dan Rc 1,4.



*Figuren 18.
Drie fasen van
muurisolatie. Latten,
multifolie met latten
en gipsplaat met
schilderwerk.*



De toegevoegde isolatie van deze muur met de 3,5 tot 4 cm dikke flexibele isolatiefolie 18SR is ongeveer Rc 4,4, waar deze geheel vrij hangt. Bij de randen waar de folie is samengeklemd en tussen de latten is vast gestapeld is dit ongeveer Rc 1,5. De gemiddelde isolatiewaarde van het stukje muur is daarom $\approx 10\%$ lager. Indien er een kapstok aan die muur moet hangen moeten daar versterkende voorzieningen voor getroffen worden.⁷

Een alternatief op multifolies zijn PiR- of Recticel- of Resol-platen die met montagekit bevestigd kunnen worden. In de situatie van de flatwoningen (*Figuren 16*) bestaat de optie om met meerdere bewoners een partij tweedehandse PiR platen te kopen (Marktplaats). Restpartijen isoleren net zo goed als nieuwe. De naden afplakken met dampdichte tape.

12. Gordijnen

Algemeen bekend is het dikke gordijn bij de ingang van een café dat de tocht voorkomt.

Figuur 19. Een dik gordijn dat goed op de grond aansluit en aan de zijkanten aansluit en tegen het plafond aanzit, geeft een isolerende werking en voorkomt tocht bij een lekkende deur.



⁷ Een rol van 15m² multifolie kost tussen de € 250 en € 350. Bij het op maat snijden (speciaal mesje) moeten de randen weer bij elkaar gestapeld worden anders valt het uit elkaar. Deze folie is dampdicht en kan voor meerder locaties aan de binnenzijde van de woning gebruikt worden (muren of daken). Voor meer informatie over multifolies zie bijlage bij document "Dunne binnenzijdige muurisolatie" op www.nienhuys.info

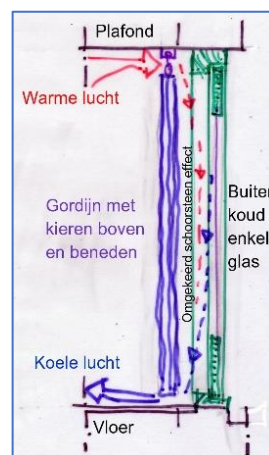
Nauwsluitende vitrages, jaloezieën en gordijnen verbeteren ook de isolatiewaarde van wege de luchtlaag die hierdoor tussen het glas en het kozijn gecreëerd wordt.

Een nauwsluitend rol-/plisee-/vouwgordijn dat goed tegen het kozijn aan zit en op de vensterbank aansluit geeft een extra isolatiewaarde van ruim $R_c 0,15$. Met brede spouw > 4 cm treedt echter lichte luchtcirculatie (convectie) op die de isolatiewaarde vermindert. Plissé gordijnen komen ook in een dubbelwandige versie.

Figuur 20. Een vitrage die goed op de vensterbank aansluit of op de vloer tussen het raam en de convectorbak isoleert ook extra met ongeveer $R_c 0,1$ tot $R_c 0,15$. Bij het sluiten van de overgordijnen wordt die isolatie ongeveer $R_c 0,25$ extra.

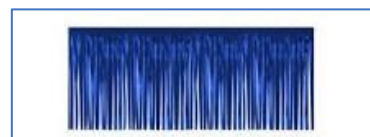


Wanneer het gordijn niet goed op de grond aansluit zal de koudere lucht tussen de deur en het gordijn onder langs het gordijn de gang in lopen. De warme ganglucht zal dan aan de bovenkant ingezogen worden. Zo ontstaat een omgekeerd schoorsteeneffect dat koeling produceert.



Figuren 21. Links en midden: Internetfoto's: Deze dikke gordijnen zullen weinig isoleren omdat de koude lucht door de kier onderuit zal zakken (omgekeerd schoorsteen effect), en de warme kamerlucht aan de bovenkant door de open plooien wordt ingezogen. Deze gordijnen functioneren in de winter als koeling.

Door onderaan bestaande gordijnen een dichte franje te bevestigen die op de vensterbank of vloer aansluit wordt aan die zijde de luchtstroom gestopt. PVC neemt weinig vuil op.



Goed gesloten gordijnen leveren 's nachts ongeveer evenveel extra isolatie op als raam-/kozijnfolies wanneer ze rondom goed tegen het kozijn afsluiten. Het zijn eenvoudige opties voor monumenten en bij stalen ramen waar verder niets aan de ramen gedaan mag worden. (Per rondom goed sluitend gordijn $+R_c = 0,15$ tot $0,2$).
