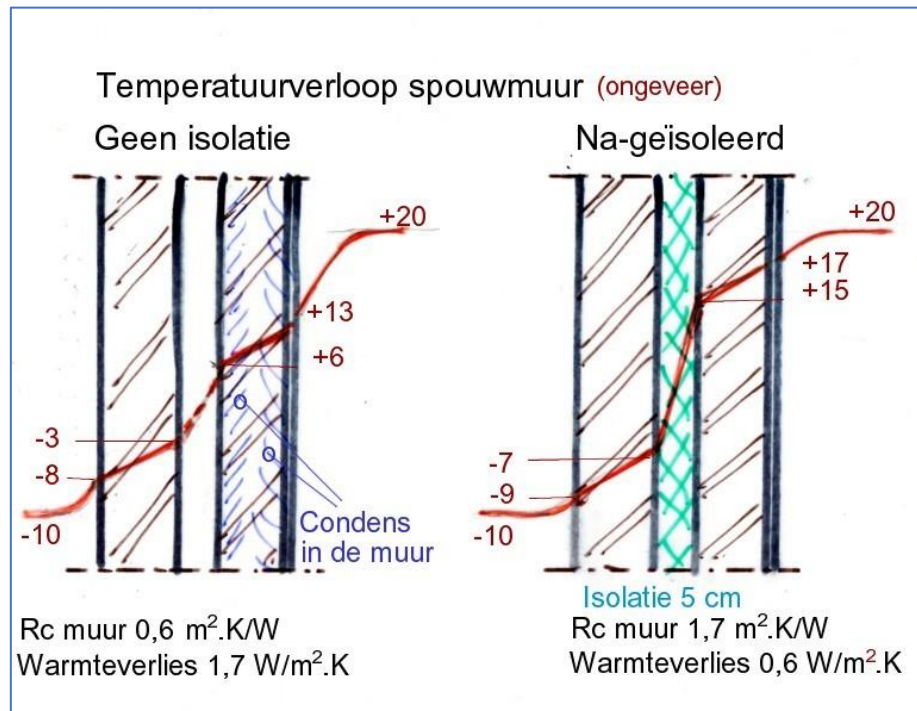


Spouwmuur na-isolatie

Buitenmuur na-isolatie voor bestaande gebouwen



Abstract:

Goede isolatie van de buitenschil van een gebouw is belangrijk om verwarmingsenergie te besparen. De 2015 nieuwbouwnorm is 4,7 m².K/W terwijl een geïsoleerde oude spouwmuur een isolatiewaarde heeft van slechts ≈ 1,7 m².K/W. Dat is 1/3^{de} van de nieuwbouwwaarde. Spouwmuurisolatie is een van de meest rendabele (energetisch en financieel) energiemaatregelen omdat er binnenzijdig of buitenzijdig niets meer hoeft te worden afgewerkt. Spouwmuur gevelisolatie wordt meestal uitgevoerd door gespecialiseerde bedrijven. Geschilderde muren, soorten muurisolatie inclusief Airofill en vacuümzakken en ventilatie. Met de nieuwe Soorten Management Planning (SMP) kan het een half jaar duren voor dat men er zeker van is dat er geen vleermuizen in de spouwmuur zitten.

Inhoud

1. Spouwmuren sinds 1910	3
2. Isolatie van de thermische buitenschil	5
<i>Minimum nieuwbouwnormen.</i>	5
3. Is spouwmuurisolatie mogelijk?	7
Endoscoop.....	7
Puin onder in de spouw.	8
Oude isolatie spouwmuur	9
IR-foto oude geïsoleerde spouw	9
Binnenzijdige muurisolatie.....	12
Soorten ManagementPlan (SMP)	12
De open spouwmuur is (wit) geschilderd.....	14
4. Spouwmuur na-isolatie.....	15
Soorten spouwmuurisolatie.	16
Spouwmuur na-isoleren met vacuüm zakken	17
WTW-ventilatie roosters.....	18

Zie ook: “**Binnenzijdige of Buitenzijdige gevel na-isolatie**” dat de verschillende opties, alternatieven en details aangeeft.

Zie ook: “**DUNNE binnenzijdige na-isolatie van de gevel**” wat uitgebreide informatie geeft over verschillende technieken en multi-folies.

Zie ook: “**Lange warmtelekken Vermijden bij Binnenzijdige Na-isolatie**”. Hierin worden verschillende soorten binnenzijdige gevelisolatie met elkaar vergeleken en het effect van de ondersteuningsregels die vaak grote warmtelekken veroorzaken.

Zie ook het document “**Ventileren van Oudere Woningen**”

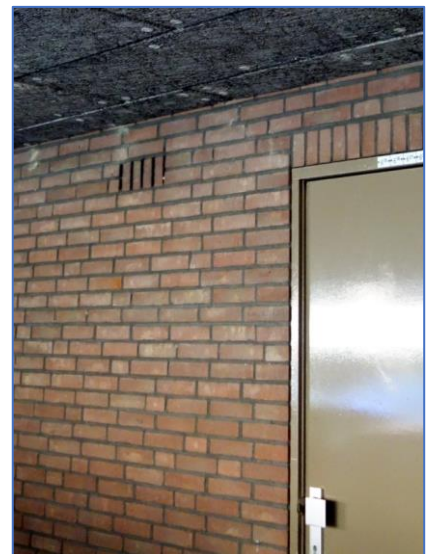
Zie ook het document: “**Tegelijk gebouwd, Samen isoleren**”

Website www.nienhuys.info eerste pagina.

1. Spouwmuren sinds 1910

De Nederlandse woningbouw kent sinds kort na de eerste bouwverordening in 1900 spouwmuren. Deze bouwkundige constructie zorgt ervoor dat condens of de regen slechts het buitenblad van de spouwmuur nat maakt en niet het binnenspouwblad. De ≈ 5 cm brede spouw zorgt ervoor dat het buitenspouwblad geventileerd wordt en zo het vocht uit die muur verdampt en wordt afgevoerd. In een spouwmuur zitten dan ook onder en boven openingen die de luchtcirculatie garanderen.

Deze openingen zijn niet altijd van buiten zichtbaar, want aan de onderkant ze kunnen in de kruipruimte zitten, terwijl de bovenkant van de spouw open kan zijn gehouden. Het dichtzetten van die openingen is verkeerd, want dan vermindert de luchtdoorstroming. Blijvend vochtige lucht in de spouw kan veroorzaken dat de balkeinden (die niet goed geconserveerd zijn) gaan schimmelen en rotten.



Figuren 1. Links: dichtgeslibd ventilatierooster van de spouw. Midden: goede spouw ventilatie onder en boven. Rechts: binnen ventilatie bij een kelder.

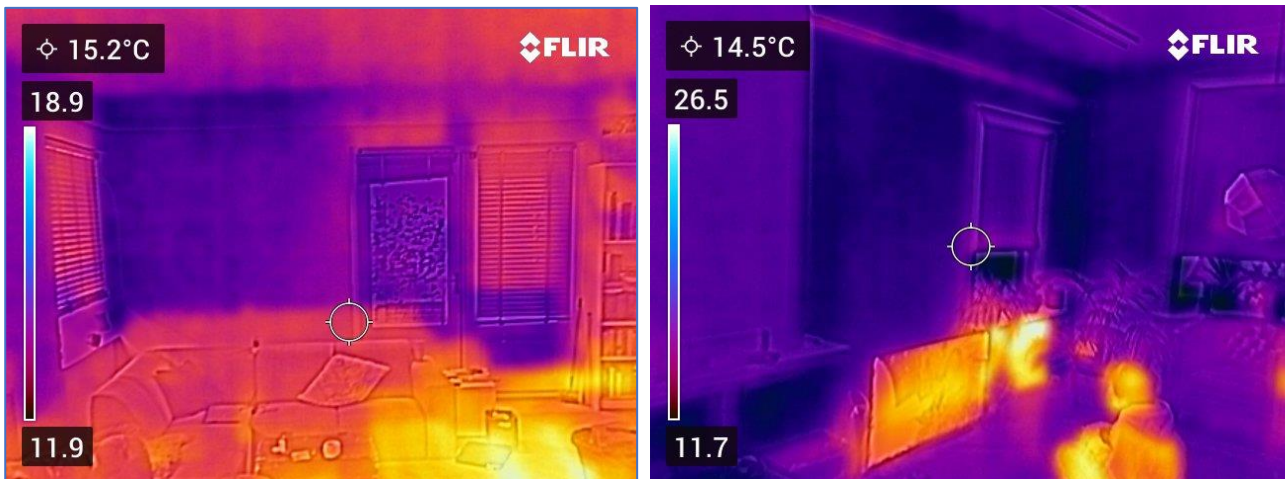
Halfsteens gemetselde muren en de aanwezigheid van spouwmuur roosters is meestal een indicatie dat er een spouwmuur aanwezig is. Bij woningen of flatgebouwen uit de periode 1950 en later, waar Nehobo systeemvloeren of andere betonnen vloeren zijn aangebracht, ontbreken vaak de spouwmuurroosters. Het muurrooster geeft ook ventilatie van de kruipruimte onder de vloer. Ook hier moet vochtige lucht afgevoerd worden.¹

Veel bewoners zetten vaak deze roosters dicht omdat het koude tocht veroorzaakt in de winter wanneer met geen vloerisolatie heeft. **Dit is een verkeerde maatregel die tot schimmel en houtrot kan leiden.**

In een pas aangekochte woning ging ik aan de eetkamer tafel zitten, waarbij de glazen in het dressoir achter mij rinkelden. Dat gaf aan dat de houten balken van de vloer niet voldoende strak in de muur droegen. De nieuwe woningeigenaar mocht van de verkoper geen bouwkundig onderzoek laten doen !! Na een korte inspectie via het kruiluik bleek dat verschillende balkeinden verrot waren, waarschijnlijk omdat de vorige bewoner jarenlang de gevel ventilatieopeningen dicht had gehouden.

Oudere woningen van vóór 1900 hebben meestal een steensmuur die gepleisterd is. Goed pleisterwerk en verlaag voorkomen dat de muur veel vocht opzuigt tijdens een regenbui. Echter, een bakstenen of gepleisterde muur zonder waterdichte verlaag zal bij regen en koel weer ook veel vocht opzuigen. Wanneer de weersgesteldheid in de ochtend dauw veroorzaakt, wordt de buitenmuur kletsnat.

¹ In de kruipruimte komt ook Radon en Thoron gas uit de grond. Dit is een afbraakproduct van bodemlagen. Om de uitwaseming van vocht en radongas te verminderen wordt een dik plastic grondzeil toegepast. Dit kan standaard worden toegepast bij vloerisolatie zoals Tonzon dat doet. Een oranje versie is in de bouwmarkt verkrijgbaar.



Figuren 2. Links. Woning met vloerverwarming en ongeverfde steens buitenmuur zonder spouw. Omdat het recent geregend had, was de buitenmuur nat en verdampte het vocht uit de muur naar buiten, omdat de binnenzijde verwarmd is. Door de verdamping onttrekt dit extra veel warmte uit de vochtige muur, waardoor de muur donkerpaars wordt op de IR foto (12°) terwijl de vloer 19°C is. Bij een vochtig buitenblad van een spouwmuur gebeurt hetzelfde warmteverlies, maar in iets mindere mate.

Rechts. Woning met na-geïsoleerde spouwmuur en HR++ ruiten (centrumfoto en erker rechts). De lichter paarse zone links op de foto is een schoorsteenmantel. Rechts naast de TV (warm) is een radiator onder het raam (26°C). Hier is goed te zien dat de buitenmuur met de donkerpaarse kleur het koudste oppervlak is met 11°C tot 12°C.

Bij een halfsteens gemetselde muur is er meestal sprake van een spouwmuur; de dikte van die spouwmuur is meestal ≈27 cm met een spouw van 5 cm, te meten bij de raam- of deuropening.

Figuren 3. Muren met een spouw zijn niet altijd goed te herkennen.

Links: Villa met gepleisterde en geschilderde muren uit 1912 met spouwmuur, maar zonder ventilatieopeningen.

Rechts. Twee onder een kap, halfsteens metselwerk, maar met een paar balkankers door de muur heen.



In de bovenstaande situaties is het mogelijk dat het een combinatie is van een steensmuur en een halfsteens buitenspouwblad, of andersom. Bij een spouwmuur zie je zelden balkankers aan de buitenkant

Figuur 4. Bij deze oudere woning met steensmuur, afwisselende lagen met koppen en strekken, zitten tussen de balkankers kleine ventilatieopeningen. Hier kan het zijn dat tussen de balklaag of de binnen achterzetwand een klein beetje ventilatie is.



Bij een erg vochtige muur (in de grond) kan men extra ventilatieopeningen maken, die het optrekkende vocht uit de muur doen verdampen. Dit werkt echter beperkt. Het is beter om het regenwater goed van de muur verwijderd te houden, of bij een hoge grondwaterstand de muur buitenzijdig waterdicht te maken.

Figuur 5. Vochtige steensmuur met onder in een ventilatieopening voor de kelder. De extra ingemetselde ventilatiestenen moeten de muur doen uitdrogen, maar dat werkt niet voor de kelder. De tuintegels moeten zo gelegd zijn dat het regenwater van de muur wordt weggevoerd naar een drain.



Muur in kettingverband gemetseld. Omdat de kops gemetselde stenen allemaal in tweeën gehakt zijn, kan de binnenzijde van de spouwmuur er ruw zijn. Met de vulling van de spouwmuur moet daar rekening mee gehouden worden.



2. Isolatie van de thermische buitenschil

Een on-geïsoleerde spouwmuur of steensmuur heeft een isolatiewaarde van $R_c \approx 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Goede gevelisolatie is noodzakelijk voor een substantiële verbetering van de isolatie van de buitenschil van een gebouw. Een met isolatiemateriaal (korrels, vlokken) gevulde 5 cm spouw geeft een $R_c \approx 1,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Dit is dus een isolatieverbetering van ongeveer **driemaal** en heeft een erg hoogenergetisch en -financieel rendement. De 2021 nieuwbouw minimumnorm $R_c = 4,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, dus nog eens ongeveer 3X zo goed.²

Figuur 6.

Minimum nieuwbouwnormen.

Sinds 2021 met R_c -waarde.

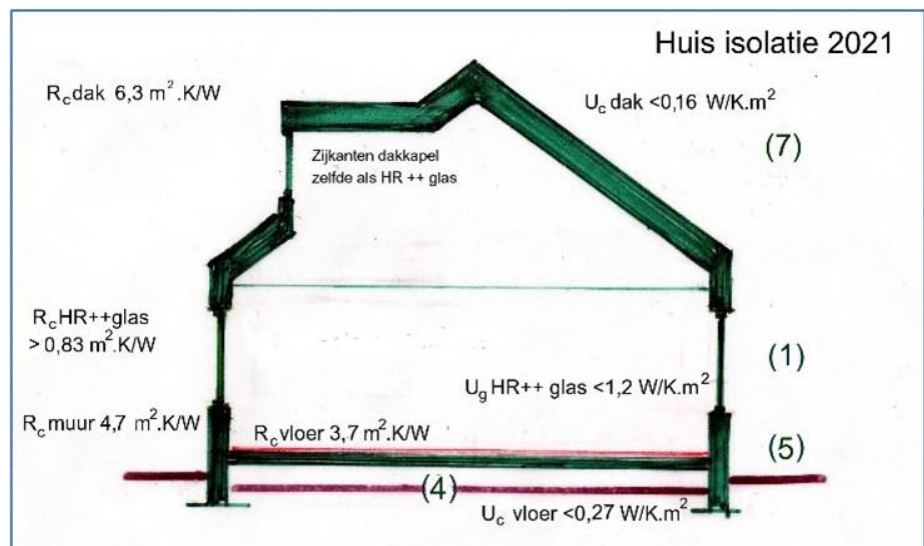
Begane grond vloer of aansluitend op grond.

Minimumnorm begane grondvloer $R_c = 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Buitenmuren minimumnorm $R_c = 4,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Dakconstructie, plat of hellend $R_c = 6,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Ramen, deuren, dakkapel, glas en kozijnen $U_g = < 1,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ oftewel $R_c > 0,83 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (HR++)



Minimum nieuwbouwwaarde gevel $R_c = 4,7$ dus **3x zo goed** als een na-geïsoleerde spouwmuur.

Een gewone enkele ruit heeft een $R_c = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (U -waarde $5,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$)

² Om de na-geïsoleerde spouwmuur verder te isoleren tot minimaal de nieuwbouw isolatiewaarde komt dan "Binnenzijde of Buitenzijde muurisolatie" in aanmerking. Zie het document op mijn website www.nienhuys.info.

Een pre-1990 dubbel glas heeft een **Rg = 0,6 m².K/W**.
Minimum nieuwbouwwaarde HR⁺⁺ glas **Rg = 0,9 m².K/W**

Om een idee te krijgen van het **jaarlijkse warmteverlies** uit een verwarmde woning (18°C gemiddeld) kan de volgende berekening worden toegepast: **1/Rc x 6,5 x m² geveloppervlak** = gas verbruik in m³/jaar.³
Dus bij 10 m² pre-1990 dubbel isolatieglas wordt dat: 1/0,6 x 6,5 x 10 = 108 m³gas/jaar.
Bij een on-geïsoleerde 10m² spouwmuur wordt dat: 1/0,5 x 6,5 x 10 = 130 m³ gas/jaar.
Bij een na-geïsoleerde 10 m² spouwmuur is dat: 1/1,7 x 6,5 x 10 = 38 m³ gas jaar. Dus minder dan 1/3^{de}.
De kosten van spouwmuurisolatie zijn ongeveer euro 50/m².

Bij het verbeteren van het oude pre-1990 dubbelglas naar HR⁺⁺ dan wordt het nieuwe gasverlies als volgt: 1/0,9 x 6,5 x 10 = 72 m³ gas/jaar. Dat is ongeveer een 50% verbetering, dat is dus ongeveer 2 x 3 = 6 maal minder isolerend dan de verbetering van de spouwmuurisolatie. De kosten van het oude glas vervangen voor HR⁺⁺ zijn geschat op euro 150/m², dat is ongeveer 3 x zo duur als de spouwmuurisolatie. Samen is de spouwmuurisolatie dus 6 x 3 = **18 x zo voordelig** dan de vervanging van het oude isolatieglas.

Spouwmuurisolatie is daarmee een van de meest rendabele energiemaatregelen voor de woning.

Bij de minder verwarmde ruimtes is de formule 1/Rc x 6 x m² oppervlakte = gas verbruik in m³/jaar.
Alle buitenoppervlaktes, ventilatie, koken, tapwater en elektra samen geven dan het totale warmteverlies.

Het bovenstaande sommetje geeft een indicatie van het energetisch effect. Daarmee is voor de spouwmuur na-isolatie de terugverdientijd op de gas- of elektrarekening ook meteen het kortste. Echter, om alleen naar de terugverdientijd te kijken is niet verstandig. Het gaat om de mindere CO₂-uitstoot, klimaat en het comfort. Bij heel veel aankopen voor de woning zoals een nieuwe keuken, TV of bed wordt ook niet naar de terugverdientijd gekeken.

Bij de aankoop van een jaren 1930 woning (zonder vloer-, dak- of spouwmuurisolatie) had de aannemer de nieuwe woningeigenaar verteld dat spouwmuurisolatie weinig zin had. Wel zou hij een nieuwe geïsoleerde begane grondvloer aanleggen met LTV en het dak wat bij-isoleren.
De werkelijke reden van deze aannemer was dat hij de spouwmuurisolatie moest uitbesteden en daar dus (met de bekende prijzen) geen winst op kon maken. Binnenzijdige muurisolatie was ook niet door de aannemer aanbevolen want dat waren 'maar weinig m² in de voor- en achtergevel', terwijl de woningeigenaar dan misschien 1m² vloeroppervlakte minder zou krijgen (van de 180 m²).

Sindsdien hebben de nieuwe woningeigenaren een onnodig hoge energierekening.

Men zou voor isolatiemaatregelen een milieuscore kunnen geven naar gelang het energetisch effect zoals:

- ✓ Geen verwarming, koud douchen, het grootste effect: milieuscore 10.
- ✓ Jezelf goed warm aankleden (kost wel kleding): milieuscore 9.
- ✓ Elektrische deken of kussen (alleen jezelf verwarmen): milieuscore 8.
- ✓ Deuren dicht houden en zone verwarming: milieuscore 8.
- ✓ Spouwmuurisolatie van Rc 0,5 tot Rc 1,7 milieuscore 7.
- ✓ Binnenzijdige of buitenzijdige muurisolatie tot Rc = 5 milieuscore 9

De toegenomen Rc-waarde is voor de deze maatregelen belangrijk.

³ Het rekengetal 6,5 is een combinatie van het aantal graaddagen/jaar en de omrekenfactor voor energie. Bij een mindere verwarming binnen naar gemiddeld 17°C, bijvoorbeeld voor de etage wordt het omrekengetal 6.

⁴ HR⁺⁺ is dan wel de minimum nieuwbouw norm, maar niet het beste isolatie glas. Het basisprobleem is dat wanneer de klant niet een betere glassoort specificeert, dat dan het glas- of kozijnenbedrijf automatisch HR⁺⁺ levert. Voor meer informatie zie de verschillende documenten op www.nienhuys.info zoals "101-soorten-glas".

Drie soorten buitengevelisolatie.

Behalve spouwmuurisolatie zijn binnenzijdig isoleren en buitenzijdig isoleren van de gebouwschil de bestaande opties.

Spouwmuur na-isolatie is een gespecialiseerd werk dat door gespecialiseerde bedrijven wordt uitgevoerd.

Voor informatie zie: https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/spouwmuurisolatie/?gclid=EAlaIQobChMI4daage2c6AIVVeN3Ch2m4AR1EAAYBCAAEgKo_PD_BwE

En bijvoorbeeld: <https://www.spouwmuurisolatie-info.nl/spouwmuur-minimale-dikte/>

3. Is spouwmuurisolatie mogelijk?

Bij woningen van na 1910 en vóór 1980 is er meestal sprake van een luchtspouw van ongeveer 5 cm dikte (isolatiewaarde van de hele spouwmuur $R_c \approx 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$). Wanneer er na inspectie blijkt dat de spouwankers van goede kwaliteit zijn en de spouw niet zwaar vervuild is of niet veel cementbaarden heeft, en de buitenmuur van de spouw niet geverfd is, kan de spouw gevuld worden met verschillende materialen zoals steenwolvlokken of EPS-parels. Dat levert een nieuwe $R_c = 1,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ op, of met expanderend PUR-schuim ($R_c = 1,9 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$). Met spouwmuur na-isolatie wordt de isolatiewaarde dus ongeveer 3x zo goed.

Een beter isolerende (en duurdere) spouwmuur vulling is met airofill. Dit werkt hetzelfde als PUR vulling, maar geeft voor een spouwdikte van 5 cm een isolatie waarde van $R_c = 3,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ of $R_c = 3,7$ voor de hele spouwmuur.

Spouwen van minimaal 3,5 cm mogen nog met PUR-schuim of Airofill gevuld worden⁵.

Endoscoop

Figuur 7. Endoscoop camera (foto van <https://www.endoscopen.nl/spouwmuur>)

Er kan een paar meter diep in de muur gekeken worden. De kwaliteit van spouwankers, aanwezigheid van baarden⁶ of vleermuizen kan dan beoordeeld. Op meerdere plaatsen kijken is belangrijk.



Een betrouwbaar isolatiebedrijf zal altijd een of meer gaatjes boren om te zien wat de situatie van de spouw is. Bij een geschilderde buitenmuur zullen ze geen spouwmuurisolatie adviseren.

In een woning wordt vocht geproduceerd dat op de binnenzijde van de koude buitenmuur condenseert en langzaam naar buiten beweegt en daar verdampt. Bij een verflaag kan dat vocht alleen via de open spouw verdampen. Bij vorst kan het niet-verdampende vocht onder de verflaag bevriezen, waardoor de verflaag eraf bladdert. Zie foto's Figuren 17.

⁵ Purschuim mag alleen nog gebruikt worden met een milieu-neutraal drijfmiddel. Een nadeel van Purschuim is dat het niet recyclebaar is. Bakstenen maken kost heel veel energie. Met PUR eraan gekleefd kunnen ze bijna niet recyclen.

⁶ Baarden zijn de uithangende cementranden tussen de lintvoegen. Dit kan het vullen belemmeren. Ook is het mogelijk dat onder de baarden geen isolatiemateriaal komt, waardoor de muur vol warmtelekken komt te zitten.



Figuren 8. Links: Muur met speciebaarden en puin onderin. De speciebaarden in de spouw ontstaan door slordig metselwerk, waarbij in de spouw geen lat is geplaatst om de vallende specie op te vangen. Slordig metselwerk kan ook de oorzaak zijn dat er in de onderkant van de spouw veel specieresten en gebroken stenen liggen. Internetfoto: Dantuma Wegkamp.

Rechtsboven: Puin onder in de spouw kan verwijderd worden maar speciebaarden niet. Het buitenspouwblad draagt meestal alleen het eigen gewicht. Er moeten ondersteuningsstenen blijven zitten. Interne foto: www.plusisolatie.nl

Rechts: Beeld van een muur zonder buitenspouwblad. Wanneer bij renovatie het hele buitenspouwblad wordt verwijderd kan er een dikke isolatielaag op gezet worden met een steenstrip gevelbekleding of iets anders weersbestendig.

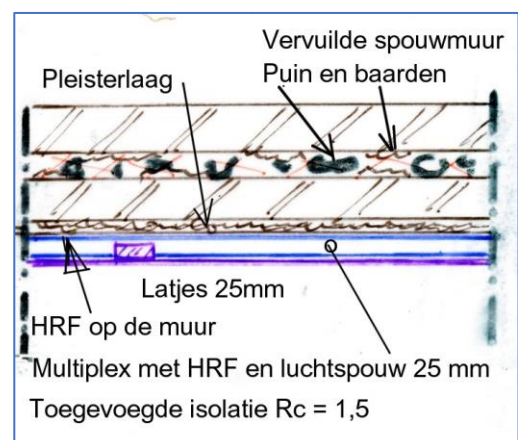


Puin onder in de spouw.

Bij veel puin onder in de spouw kan een isolatiebedrijf de spouw wel vullen, maar dan ontstaat er aan de onderzijde een relatief warmtelek. In veel situaties zal dat warmtelek onder de begane grondvloer zitten omdat de spouw doorloopt naar de fundering. Bij een plaatselijk warmtelek is het mogelijk dat daar aan de binnenzijde condens op de muur komt en in de muur trekt. Dit laatste is te voorkomen door binnenzijdige isolatie op de muur aan te brengen inclusief een dampdichte folie aan de warme kant.⁷

Figuur 9. Voorbeeld van eenvoudige, maar beperkte binnenzijdige muurisolatie door de toepassing van twee radiatorfolies (Hoog Reflecterende Folie, elk met een $R_c \approx 0,5$ wanneer er een luchtlaag van 2 cm naast de HRF-zijde zit), één op de muur en één met een luchtspouw van ≈ 25 mm.

De toegevoegde isolatiewaarde is dan ongeveer $R_c = 1,0$ bijna twee keer zoveel als de isolatiewaarde van een niet-geïsoleerde spouw. Bij een na-geïsoleerde spouw is het een verbetering van $\approx 60\%$.



⁷ Zie het document "Binnenzijdige en Buitenzijdige muurisolatie" op www.nienhuys.info

Oude isolatie spouwmuur

Wanneer een spouwmuur oude isolatie heeft (+ 30 jaar) kan het zijn dat deze is uitgezakt, wanneer er korrels of vlokken zijn gebruikt. Een IR-foto in de winter kan uitwijzen waar de minder geïsoleerde plekken zitten; meestal aan de bovenkant.

Oude spouwmuren kunnen worden bijgevuld, **bij voorkeur met hetzelfde materiaal**. Omdat er veel gaten geboord moeten worden zijn de kosten ongeveer gelijk aan nieuwe spouwmuurisolatie.

Wanneer er oude EPS-balletjes vulling of PUR of UF-foam in de spouw zit kan het zijn dat deze verkrumeld is. In dat geval kan er nieuwe **UF-foam worden bijgespoten** (extra gaten boren) zonder dat eerst de spouw leeggezogen hoeft te worden. Bedrijven zijn b.v. Pluimers, Amiotherm of Senterfoam of ThermoFoam.

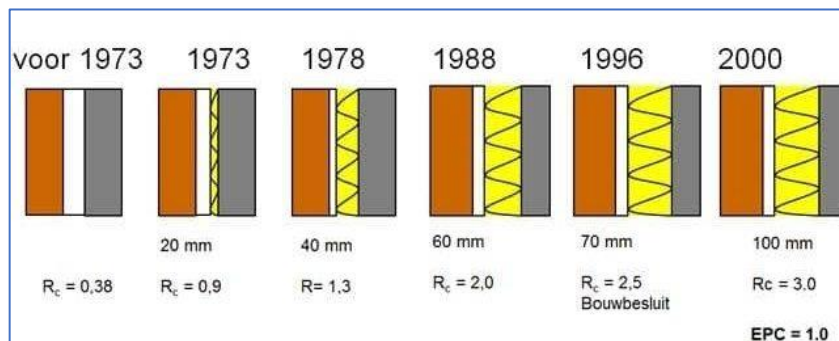
Bij oude korrels kan ook UF-foam worden bijgespoten, maar bij oud verkrumeld PUR is het bijvoegen van korrels of vlokken geen goede maatregel.

Figuur 10. Door het uitzagen van een baksteen kan gezien worden of de oude korrels verlijmd zijn. Oude korrels kunnen eruit gezogen worden, maar niet als ze gedeeltelijk verlijmd zijn. Kosten $\approx$ euro 20/m². Bij-sputten is vaak voordeliger en kost ongeveer hetzelfde als nieuwe spouwmuurisolatie.



Wanneer een spouwmuur al bij de bouw geïsoleerd is (met glaswol/steenwol platen), is het bijvullen van de isolatie niet aanbevolen. De resterende spouw is meestal minder dan 3 cm. Wanneer deze meer dan 3 cm is zou deze bijgevuld kunnen worden met PUR-isolatie.

Figuur 11. Verschillende isolatiewaarden en spouwmuurisolatie per bouwperiode. Bij een bestaande isolatie mag de spouw niet worden bijgevuld.



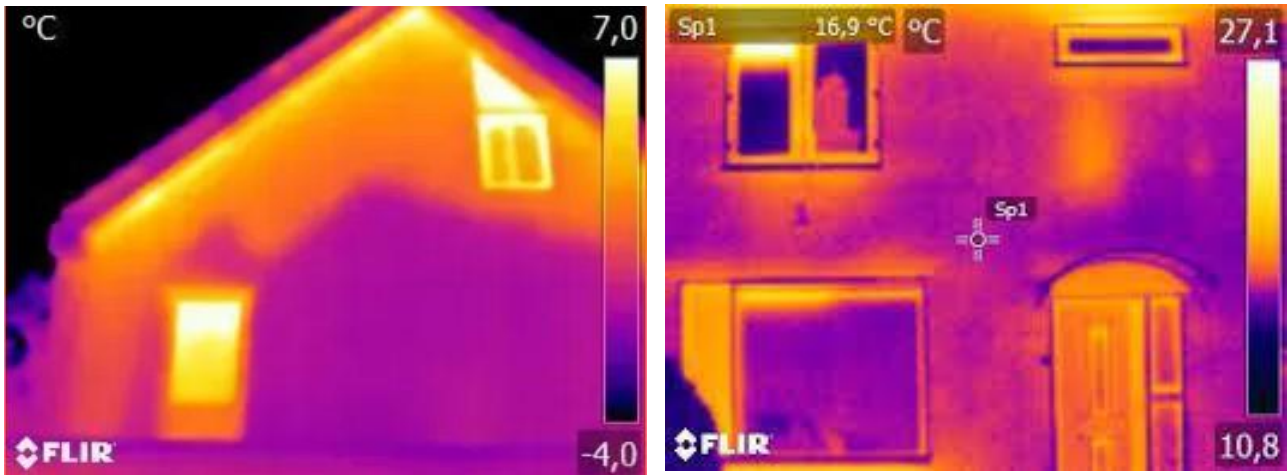
Met de totale dikte van de muur kan geschat worden wat de oorspronkelijke isolatiewaarde is van die muur, wanneer de dikte van de bakstenen bekend is. Vanaf 2015 is de minimum nieuwbouw isolatiewaarde van de buitengevel $R_c = 4,7 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$. Hierbij is de totale muurdikte ook afhankelijk van het soort isolatiewaarde wat is toegepast. Bij glaswol zal de dikte groter zijn dan bij PIR of Recticel, terwijl Resol weer dunner is.

IR-foto oude geïsoleerde spouw

Door bij lichte vorst, droog bewolkt weer, 's nachts een Infra-Rood foto (IR) te maken van de buitenzijde van de woning kan soms waargenomen worden of de oude spouwmuurvulling nog goed is. De binnenzijde van de woning moet dan wel warm gestookt worden.

Opgelet 1. Overdag mag de zon niet op een van de gevels gestaan hebben, want dat vertekent het warmte beeld. De beste IR opname is dus in de winter en 's ochtends vroeg vóór 07:00 uur.

Opgelet 2. De oppervlaktetemperatuur van de binnenzijde van de gefotografeerde buitenmuren moet dan ook gemeten worden. Wanneer er namelijk een lagere binnentemperatuur is vanwege een gang of kast geeft dat een vertekend beeld aan de buitenzijde.

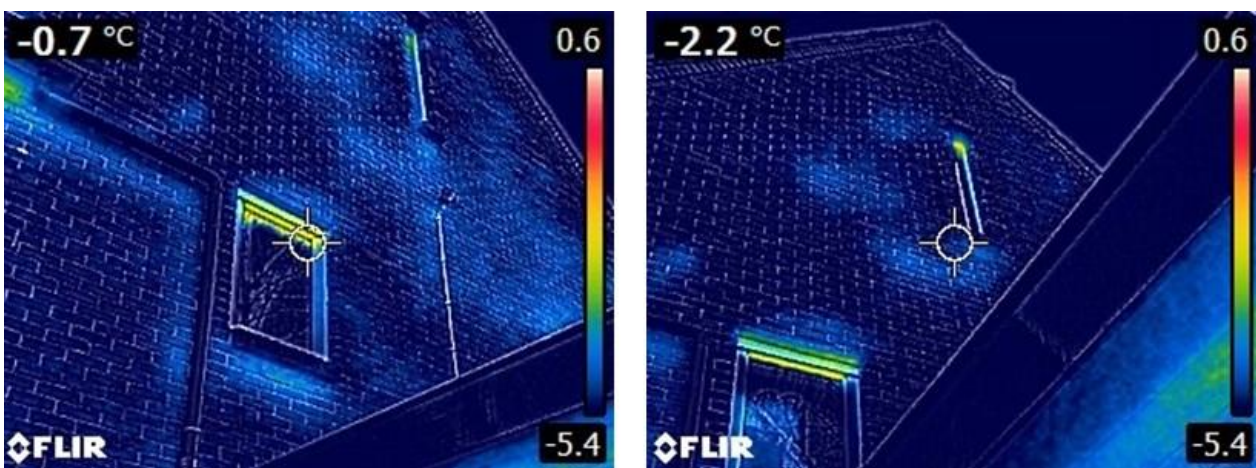


Figuren 12. Internetfoto's van FLIR. Links. Typisch geval van uitgezakte of ingeklonken EPS-korrels of vlokken. De kamers op de etage zijn warm gestookt en buiten vriest het. Het kozijn en het paneel boven het kozijn zijn de minst isolerende oppervlaktes. De aansluiting van de muur op het dak is ook slecht isolerend.

Rechts. Hier is te zien dat er boven de voordeur een warmteverlies plek zit. Het kan echter niet gesteld worden dat de muurisolatie daar minder is want het kan ook zijn dat daar een radiator zit zonder radiatorfolie tegen de muur. Boven het linker raam zit een lichte plek. Daar is de draagbalk de minst geïsoleerde zone. Onder het raam op de etage zit ook een lichtere warmteverlies plek, waarschijnlijk vanwege de radiator. Boven in dat raam zit een ventilatierooster.

De juiste beoordeling van de foto's is dus belangrijk om daar de juiste conclusies uit te trekken.

Als bij de zolder of boven etage de spouwmuurisolatie onvoldoende is of afwezig ($R_c = 0,5$) kan deze worden bijgevuld tot $R_c = 1,7$, maar bij een lagere verwarmingsgraad zal dat wat minder rendement opleveren dan bij de warme woonkamers. Hier kan dan ook overwogen worden om de muren binnenzijde na te isoleren tot aan de nieuwbouwwaarde ($R_c = 4,7$).



Figuren 13. Buitengevel IR-foto's (door Erik de lange). De lichtere plekken geven aan waar de isolatie niet goed is. Hier is geen sprake van het uitzakken van de korrels. Echter, als de korrels gelijmd zijn kan de spouwmuur niet leeggezogen worden. Als de korrels wel los in de spouw zitten zijn dit aanzienlijke meerkosten. In deze opties is het voordeliger om binnenzijdige muurisolatie toe te passen.

Figuur 14. Buiten IR foto. Bij de witte plekken ontbreekt de spouwmuurisolatie helemaal. Dit werd ruim na het verloop van de garantieperiode ontdekt. In deze situatie werd de erker naar links en rechts uitgebreid en de muur binnenzijde na-geïsoleerd.

De meeste spouwmuur isolatiebedrijven geven een garantie van 10 jaar op de kwaliteit. Slechts met goede IR-foto's in de winter kan geconstateerd worden of de isolatie in orde is.



Als alternatief kunnen de IR-foto's ook in de winter vanuit de binnenzijde van de buitenmuren genomen worden (*Figuren 2*). Hierbij moet rekening gehouden worden dat de muren boven de radiatoren warmer zijn, terwijl de muurgedeeltes achter de gordijnen, kasten en schilderijen kouder zijn. Ook de muren van de minder verwarmde gang of bovenetage zijn kouder dan die van de verwarmde woonkamer.



Figuren 15. Links. Binnen IR-foto. Hier is goed te zien dat de muren net zo slecht isolerend zijn als de ramen. De radiator is warm.

Rechts. De buitenmuur naast het raam is hier ook slecht isolerend. Het beter isoleren van de muur kan dezelfde kosten hebben van een betere ruit, maar is dan wel 10X zo goed isolerend, terwijl de ruit maar 59% meer isolerend wordt.



De spouwmuur met slechte isolatie kan bijgevuld worden met bijvoorbeeld Aminotherm spuitisolatie of Senterfoam of ThermoFoam. Dit is een gietschuim dat via kleine boorgaten in de spouwmuur wordt gespoten met een injectiepistool. Het materiaal wordt vloeibaar ingespoten en vult daardoor alle hoeken en holten op, ook tussen de korrels. Na enige tijd zal het materiaal uitharden.

Er zijn verschillende bedrijven die spouwmuur na-isolatie doen. En IR-foto opname ter beoordeling van de bestaande isolatie kwaliteit kan meer dan euro 200 kosten.

Binnenzijdige muurisolatie.



Figuren 16. Binnenzijdige muurisolatie met houten regels en bruine glaswol. Omdat hier een glaswolisolatie is toegepast op een enigszins geïsoleerde spouwmuur (bouwjaar 1987 met $R_c = 2,0$) met een glaswol isolatiewaarde van $R_c = 2,7$ is een binnenzijdig toegevoegde dikte van minimaal 10 cm nodig. Wanneer de glaswoldeken ook achter de houten regels is toegepast worden lange warmtelekken voorkomen. Aan de binnenzijde (warme zijde) moet een dampdichte folie worden toegepast.

Bij de bovenstaande binnenzijdige muurisolatie zal de isolatiewaarde van de gehele muur sterk verbeteren. Aan de warme kant moet een dampdichte folie worden toegepast onder de gipsplaat afwerking. De afwerking kan stucwerk zijn (grote vlakken, professioneel aangebracht), waarbij de hoeken een versterkingsstrip nodig hebben. De afwerking kan ook met DHZ worden gerealiseerd met een impregneer op de gipsplaten en een goede laag structuurverf.

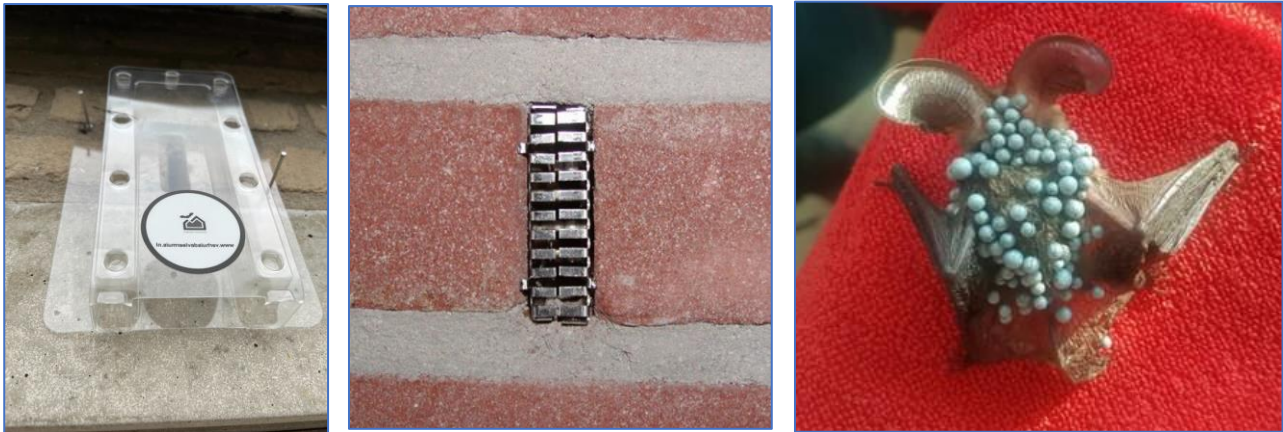
Bij het binnenzijdig isoleren kan een nieuwe vloeroppervlakte berekening voor de **WOZ-berekening** worden aangevraagd bij de gemeente omdat het woonoppervlak en het gebruiksoppervlak dan iets kleiner wordt.

Soorten ManagementPlan (SMP)

Vanaf november 2023 met de nieuwe wetgeving (natuurvriendelijk isoleren) is het noodzakelijk om onderzoek te doen naar de aanwezigheid van vleermuizen voor spouwmuur en dakisolatie volgens het Soorten ManagementPlan (SMP). Vleermuizen, gierzwaluwen en huismussen. Dit wordt verplicht voor isolatiebedrijven. De kosten kunnen variëren van euro 300 voor een tussenwoning tot euro 750 voor een vrijstaande woning.

Figuren 17. Vleermuizen in de spouw.





Figuren 18. Links: een plastic 'exclusionflap' die buiten het broedseizoen en alleen in de zomer en herfst over een spouwmuur opening wordt geplaatst.

Midden: Stootvoegrooster. Na het vertrek van de vleermuizen kan de stootvoeg dichtgezet worden. Een enkele kijkoperatie na een gaatje boren, of door de wijk fietsen met een Batdetector is niet meer voldoende. Ook bij onderzoek met een camera is de kans groot dat ze over het hoofd worden gezien, aangezien een dwergvleermuis slechts zo groot is als een luciferdoosje. De vleermuis kan door een open stootvoer de spouw binnenkomen. Vleermuizen beschadigen niet de isolatie en zijn niet schadelijk.

Rechts: Vleermuis met erop vastgeplakte isolatiekorrels.

Bij een vermoeden van aanwezigheid van vleermuizen kunnen de open stootvoegen voorzien worden van een VdV-exclusion flap euro 1,50 van transparant PET. <https://www.verhuisdevleermuis.nl/p/vdv-exclusion-flap-vanaf-1-50-euro-excl-btw-incl-verzending>. Ze kunnen er dan wel uit, maar niet erin. De andere open stootvoegen kunnen dan een stootvoegrooster dichtgezet. Na een week in de zomer zijn dan vleermuizen uit de spouw. Als vervangende huisvesting kunt u een vleermuis kast ophangen.

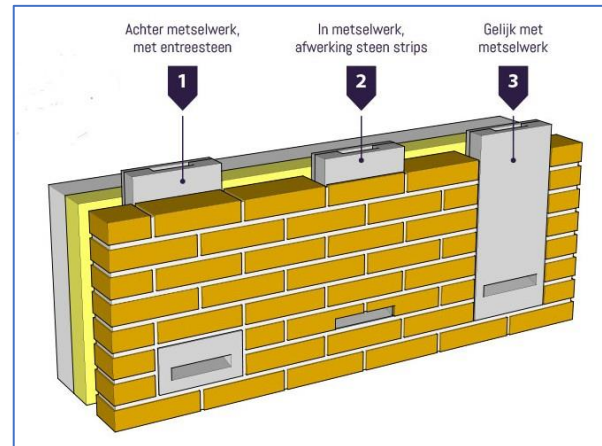
Gecertificeerde isolatie bedrijven voor de SMP zijn te vinden op: Provincie Utrecht gebruikt een nieuwe website gelanceerd: Algemene informatie en aangesloten bedrijven volgens de SMP-regeling.

<https://www.natuurvriendelijkisoleren.nl/woningeigenaar/> zie ook:

https://www.overijssel.nl/media/20ppu3iz/beleidskader-natuurvriendelijk-isoleren_vdt.pdf

- ⊗ In het broedseizoen **van april tot juni mogen er geen flapjes geplaatst worden.**
- ⊗ In de winter mag er niet geïsoleerd worden als niet vaststaat dat er geen winterslaap vleermuizen aanwezig zijn.
 - ✓ Als er een **zomer en herfst lang** exclusionflaps op alle kieren in de muur hebben gezeten kan daarna de spouwmuur na-geïsoleerd worden.
 - ✓ In sommige situaties moet er dus een half jaar gewacht worden om er zeker van te zijn dat er geen vleermuizen in de spouwmuren zitten.
 - ✓ Met het monteren van exclusionflaps over kieren en roosters na de broedperiode, is het mogelijk dat er **vleermuiskasten** opgehangen worden. De vleermuizen zoeken dan zelf een nieuw onderkomen.

☹ Bij een verkeerde planning kan de bouw of verbouwmaatregel 1,5 jaar vertraging oplopen.



Figuren 19. Kleine vleermuiskast onder dakrand. In een grotere kast kruipen de vleermuizen bij elkaar en kunnen ze overwinteren. Een kast moet hoog hangen en onder de kast moet een ruime uitval/uitvlieg ruimte zijn. Grote broedkasten zijn beschikbaar. In de buitenzijdige muurisolatie of het buitenspouwblad kunnen kasten worden ingebouwd. Kast materialen zijn bijvoorbeeld houtvezelcement.

De provincie maakt een ontheffing voor een Soortenmanagementplan nog niet mogelijk.

Minister De Jonge schrijft in een kamerbrief van 4 oktober 2023 dat als ontheffing niet mogelijk is, het beste wat inwoners en isolatiebedrijven kunnen doen, is volgen van de richtlijn natuurvriendelijk isoleren.

De open spouwmuur is (wit) geschilderd.

Bij een dampopen verf (latex) kan de spouwmuur na-geïsoleerd worden, want dan kan eventueel vocht in de muur eruit treden. Wanneer de verf dampdicht is en er wordt aan de warme kant (binnen) vocht geproduceerd dan zal dat vocht in de koude muur condenseren en de verflaag beschadigen.

Figuur 20. Niet alleen de voorkant, maar ook de achterzijde kan geschilderd zijn. Vaak is een tuinzijde aanbouw geschilderd. Wanneer het een damp-open verf is dan is spouwmuur na-isolatie wel mogelijk. Bij dampdichte verf kunnen vochtproblemen ontstaan.



Is de verflaag niet-dampdoorlatend (meestal zo), dan wordt aanbevolen de verflaag eerst te verwijderen (hoge drukspuit) en vervangen door een dampopen verf voordat de spouwmuur geïsoleerd kan worden. Dit zal flink kostenverhogend werken. Verschillende isolatiebedrijven hebben echter geen probleem om een kleine geschilderde spouwmuur van een aanbouw na te isoleren. Wanneer het isolatiebedrijf de gebruikelijke garantie wil geven (10 jaar) kunt u er redelijk zeker van zijn dat er geen risico is of vorstschade aan de geschilderde gevel komt. Als een bedrijf dat niet wil is buitenzijdige muurisolatie een optie. Ook wanneer het isolatiebedrijf geen garantie wil geven is het energetisch interessant.

Figuren 21. Bij deze stadsvilla met spouwmuur werd voor een grote keuken een stuk spouwmuur aangebouwd, na-geïsoleerd en wit geverfd. Een combinatie van condenserend vocht in de muur en de koude noordgevel veroorzaakte dat de verf eraf bladderde. De optie is om de muur aan de binnenzijde goed te isoleren en pas de buitenmuur weer wit te schilderen na een droog voorjaar.



De spouwmuren die vochtdicht zijn geverfd en gepleisterd kunnen niet zonder meer volgespoten worden, want vocht in de pleisterlaag kan bij strenge vorst schade opleveren. Het is verstandig om dan alle buitenmuren tegelijkertijd van een binnenzijdige of buitenzijdige isolatie te voorzien.

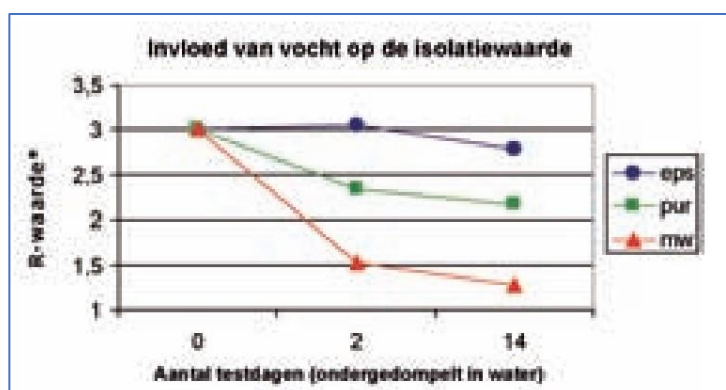
4. Spouwmuur na-isolatie.

Er zijn personen die beweren dat je met spouwmuurisolatie **schimmel** kan krijgen. Dat kan alleen **onder drie bijzondere omstandigheden**.

- (1) De ruiten zijn meer isolerend dan de spouwmuur ($R_c \approx 1,7$), bijvoorbeeld bij triple glas of vacuüm-ruiten met een $R_c = 2,0$.
- (2) De woning is onvoldoende geventileerd, het vocht kan dan niet weg.
- (3) In de woning wordt extra veel vocht geproduceerd door douche en koken.

De isolatiewaarde van de muur kan/zal dalen wanneer deze veel vocht opneemt.

Figuur 22. Isolatiemateriaal dat water of vocht opneemt zal iets in isolatiewaarde verminderen afhankelijk van het materiaal. EPS neemt het minste vocht op en minerale wol het meeste. De grafiek is extreem bij onderdompeling in water. In een spouwmuur kan het hooguit een paar % worden. Bij binnenzijdige na-isolatie is daarom erg relevant om aan de warme zijde binnen (dak, muur) een damp-remmende of dampdichte folie te plaatsen. Rode lijn MW = minerale wol. Steenwol zuigt meer vocht op dan glaswolplaten.



Wanneer spouwmuren met EPS worden gevuld, zal de vochtopname minimaal zijn. Het voordeel van spouwmuurisolatie is veel groter dan het nadeel van een beetje isolatiewaardeverlies door vochtopname.

Soorten spouwmuurisolatie.

Verschillende soorten spouwmuurisolatie zijn beschikbaar.

- A. **PU foam** (polyurethaan foam), UF (Urethaan Foam, Thermofoam) isoleert met $R_c = 0,35$ per cm dikte beter dan EPS-parels ($R_c = 0,27$ per cm dikte), maar is niet recyclebaar. Het wordt als vloeibare mix ingespoten, expandeert en verhardt. Hierdoor kan het ook in dunnere spouwen dan 5 cm worden ingespoten, maar met een minimale spouw dikte van 3,5 cm.

De nadelen van PUR-isolatie zijn: milieu-onvriendelijk, het is moeilijk te verwijderen van de baksteen, waardoor de baksteen economisch niet te recyclen valt, bij het aanbrengen kwamen er giftige stoffen vrij⁸, de muur is na isolatie dampdicht, dus is er geen luchtuitwisseling of ventilatie.

- B. **BioFoamPearls®** kan net als EPS goed hergebruikt worden. Daarnaast is het ook biologisch afbreekbaar en bij hogere temperaturen onder invloed van vocht en bacteriën industrieel composteerbaar. BioFoamPearls® is de eerste biologische schuimisolatie dat het Cradle-to-Cradle certificaat heeft verkregen.
- C. De meest gebruikte spouwmuurisolatie zijn EPS-parels (wit of grijs, R_c -waarde = $0,27/\text{cm}$ dikte). EPS gaat het langste mee en is milieuvriendelijk omdat het goed gerecycled kan worden.
- D. **Glasvezel vlokken** (R_c -waarde $0,29/\text{cm}$ dikte) van bijvoorbeeld Supafill. Bij een onregelmatige binnenkant van de spouw zullen korrels iets beter verspreid worden dan de glasvezelvlokken. Beide materialen nemen geen vocht op.
- E. **Aerogel** ($R_c = 0,7$ per cm dikte) heeft een ruim tweemaal hogere isolatiewaarde als EPS-korrels en kost ongeveer 150 euro /m² (dus ook 3x zo duur).

Zie ook Aerogel® leveranciers (Duitsland). Een lege spouwmuur ($R_c = 0,5$) met een spouwholte van 5 cm levert dan een toegevoegde isolatiewaarde op van ongeveer $R_c 0,5 + (5 \times 0,5) = 3,0$ dus een totale muurisolatie van $\approx 3,0 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Isoleren met Airofill® Wall (80% aerogel-foam) levert een toevoeging $R_c = 0,4/\text{cm}$ op. Voor een 5 cm spouw levert tot een R_c -waarde van $R_c 0,5 + (4 \times R_c 0,4) \approx 2,1 \text{ m}^2\text{K/W}$ op.

Een 3 cm spouwmuur levert dan $R_c 0,5 + (3 \times R_c 0,4) = 1,7 \text{ m}^2\text{K/W}$ op. Naden en kieren worden direct afgedicht waardoor de gevel van de woning nagenoeg luchtdicht wordt. De ventilatie van het gebouw moet dan in orde zijn. <https://www.airofill.nl/innovative-wall/> <https://airofill.nl/>

<https://airofill.nl/spouwmuur-oplossing> .

<https://www.takkenkamp.com/isolatie/spouwmuurisolatie>

Dit is een optie wanneer er noch binnenzijdig, noch buitenzijdig na-geïsoleerd kan worden of binnenzijdig na-isoleren niet praktisch is.

- F. Vacuümzakken. Zie tekst hieronder.

⁸ Er mag sinds 2015 niet meer met milieuonvriendelijke drijfgassen worden gespoten.

Spouwmuur na-isoleren met vacuüm zakken

Qavity: het nieuwe na-isoleren, bron: <https://qbuild.nl/nieuws/qavity-winnaar-isolatie-uitdaging/>
Qavity. Bron: <https://www.bouwwereld.nl/duurzaamheid/qavity-vacuüm-isolatie-in-de-spouw/>

Dit is een methode waarbij vacuüm isolatiezakken in de spouw worden aangebracht, gevuld met drukvaste isolatiekorrels. Hiermee kan in theorie een R_{d30mm} -waarde van $2,5 - 3,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ gehaald worden met een spouw van slechts 30 mm dik. In een bestaande oude spouwmuur met een spouw van 5 cm, wordt de theoretische Qavity isolatie van $R_c 4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ behaald.



Figuren 23. Vacuüm isolatiezakken in dunne spouw. Oneffenheden mogen de zakken niet kunnen beschadigen.

In de spouw worden verdiepingshoge plastic zakken aangebracht van circa 600 à 800 mm breed. Deze worden eerst vol geblazen met lucht en vervolgens gevuld met de drukvaste isolatiekorrels. Daarna worden de zakken via een ventiel vacuüm gezogen. De isolatiekorrels vormen als het ware het skelet en zorgen ervoor dat de zak zijn oorspronkelijke vorm blijft behouden en niet krimpt ten gevolge van het vacuüm zuigen. Aan het ventiel komt een drukmeter, waarmee gebouw eigenaren de druk op afstand kunnen uitlezen. Zo kunnen ze eenvoudig monitoren of de zakken nog goed functioneren.⁹

Het **dichtmaken van de bovenkant van een open spouwmuur** levert nauwelijks een isolatieverbetering op. Wanneer de spouwmuur van een gevel aan de bovenkant open is en moet worden na-geïsoleerd, dan moet deze wel dichtgezet worden anders kunnen de vlokken of bolletjes eruit waaien.



Figuren 24. Voorbeelden van een te grote boordiameter en een verkeerde kleur invulmortel.

⁹ Dit is een hele slimme methode, maar er blijven twee problemen. 1. Ook als je de spouw schoonmaakt en de spouwankers vervangt (door een robot) en nieuwe ankers verticaal uitlijnt, komen de zakken wellicht niet in alle hoekjes, waardoor er langs de zakken **lange warmtelekken** zullen ontstaan. 2. De getoonde zakken hebben geen gemetalliseerde binnen- en buiten coating; commerciële vacuümpanelen hebben een dikke, gewapende folie met een tweezijdig gemetalliseerd oppervlak (HRF2). De Qavity methode is heel waarschijnlijk niet duurzaam gasdicht is.

Voegwerk. Wanneer de woning mooie/nieuwe of strakke of gesneden voegen heeft is het belangrijk dat bij het contact met het isoleerbedrijf wordt aangegeven dat de voegreparatie nauwkeurig in overeenstemming moet zijn met het bestaande voegwerk.

Afbeelding links: slordig boorwerk. Hier had een **kleinere boor** gebruikt moeten worden (meerprijs).

Afbeelding rechts: amateur die **niet de goede kleur** van de invulmortel heeft gebruikt.

Het netto muuroppervlak, inclusief eerste etage, is voor een tussenwoning 40 m² (bij meerdere woningen), hoekwoning 80 m², hoekwoning 120 m², vrijstaande woning 200 m² (= 1 dag werk). De m² prijs wordt lager bij grotere oppervlaktes. Er wordt in de voeg geboord; met een dunne voeg en mooie steen kan voor een meerprijs een dunnere boor (14 mm) gebruikt worden. Voor ventilatie van de kruipruimte (houten vloer) komen nieuwe ventilatieroosters. Een tussenwoning kan beter tegelijk met de burens gedaan worden i.v.m. kosten per m². In dat geval is overleg met een aantal burens voordelig voor iedereen.

Figuren 25. Bij een rij woningen is het altijd goedkoper om dat tegelijkertijd te doen. En bedrijf kan minimaal 200 m² spouwmuur in een dag realiseren. In dat geval is er maar een keer voorrijkosten berekend. Het een en ander hangt af van het nodige steigerwerk.

Zie ook het document: “**Tegelijk gebouwd, Samen isoleren**” op www.nienhuys.info



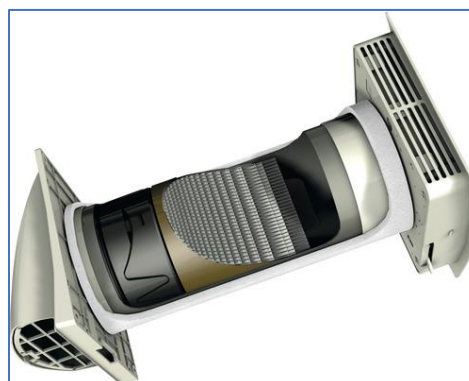
Op elke ongeveer 60-75 cm worden boorgaten gemaakt op het kruispunt van de voegen. Openingen worden dichtgezet en er wordt een nieuw ventilatie rooster met schuine pijp naar beneden voor de kruipruimte gemaakt.



WTW-ventilatie roosters.

Openingen in de muren worden in de spouw (met een borstel) of in haar geheel dichtgezet. Wanneer het een muur **ventilatierooster voor de woonkamer** betreft, zal er op een andere manier geventileerd moeten worden. De optie bestaat ook om in plaats van het kamer ventilatierooster een mechanische ventilator met een warmtewisselaar te monteren. Hiermee ventileert men dan goed zonder dat er veel warmte verloren gaat.

*Figuur 26. Er zijn verschillende modellen van muurventilatoren met warmtewisselaar op de markt. Geluidsniveau, volume en kosten zijn relevante factoren. Zie ook het document “**Ventileren van Oudere Woningen**” op: www.nienhuys.info.*



Bij het vervangen van de oude spouwmuur/kruipruimte ventilatieopeningen is het belangrijk dat er ongeveer één rooster per 15 m² vloeroppervlakte zit en dat deze openingen zich aan de tegenovergestelde twee zijden van het gebouw bevinden.

Figuren 27. Links: Bij spouwmuur na-isolatie wordt er schuin een nieuw rooster geplaatst met een kanaal dat onder de vloer uitkomt.

Rechts: Door het verschil in luchtdruk tussen de voorkant en achterkant van de woning vindt de ventilatie plaats. Wanneer er slechts aan één kant van de woning ventilatieopeningen zitten zal er onvoldoende ventilatie plaatsvinden.

