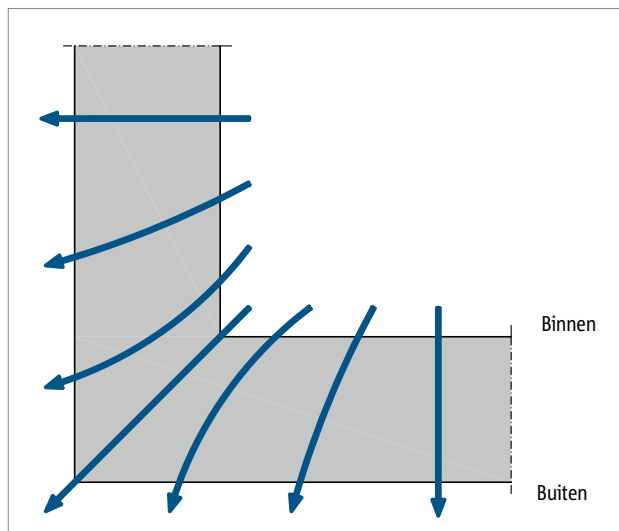


Bouwfysica

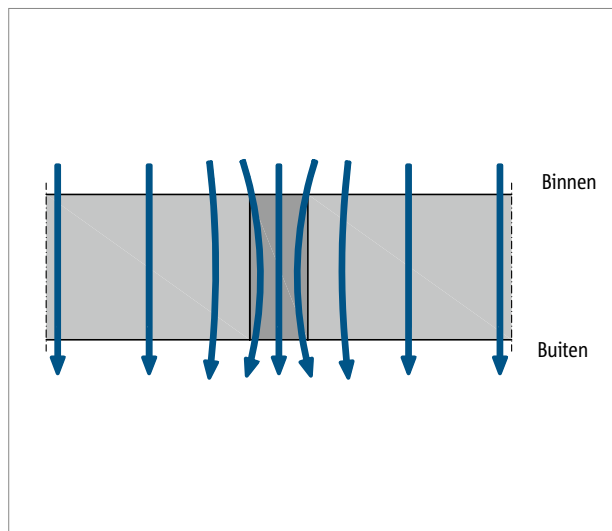
Thermische isolatie en koudebruggen

Definitie koudebruggen

Koudebruggen zijn lokale plaatsen in de bouwschil waar een verhoogd warmteverlies optreedt. Het verhoogde warmteverlies ontstaat doordat een bouwdeel afwijkt van de vlakke vorm (geometrische koudebrug), of doordat er in het betreffende bouwdeel plaatselijk materialen met verhoogde thermische geleidbaarheid aanwezig zijn (materiaalgebonden koudebrug).



Afb. 1: Geometrische koudebrug



Afb. 2: Materiaalgebonden koudebrug

Gevolgen van koudebrug

In het gebied rond de koudebrug leidt het plaatselijk verhoogde warmteverlies tot een verlaging van de binnenoppervlaktetemperaturen. Zodra de oppervlaktetemperatuur onder de zogenaamde 'schimmelvormingtemperatuur' θ_s daalt, zal zich schimmel vormen. Als de oppervlaktetemperatuur zelfs onder de dauwpunttemperatuur θ_τ daalt, condenseert het vocht in de omgevingslucht op de koude oppervlakken in de vorm van condens.

Als zich schimmel heeft gevormd in het gebied van een koudebrug, kunnen aanzienlijke gezondheidsproblemen voor de bewoners optreden als gevolg van de schimmelsporen die in de ruimte worden vrijgegeven. Schimmelsporen hebben een allergieën effect en kunnen daarom ernstige allergische reacties zoals sinusitis, rinitis en astma bij mensen veroorzaken. Vanwege de over het algemeen langdurige dagelijkse blootstelling in woningen is er een groot risico dat de allergische reacties chronisch worden.

De effecten van koudebrug kunnen we als volgt samenvatten:

- Gevaar voor schimmelvorming
- Gevaar voor gezondheidsproblemen (allergieën enz.)
- Gevaar voor condens
- Verhoogd energieverlies

Niet geïsoleerde uitkragende bouwdelen

Bij niet-geïsoleerde uitkragende bouwdelen zoals balkons van gewapend beton of stalen balken leidt de interactie tussen de geometrische koudebrug (koelvineffect van de uitkraging) en de materiaalgebonden koudebrug (doorboring van de thermische isolatie met gewapend beton of staal) tot een sterke warmteafvoer. Daarom behoren uitkragingen tot de meest kritische koudebruggen in de bouwschil. Het gevolg van niet-geïsoleerde uitkragingen zijn aanzienlijke warmteverliezen en een aanzienlijke daling van de oppervlaktetemperatuur. Dit leidt tot aanzienlijk hogere verwarmingskosten en een zeer hoog risico op schimmel in het aansluitgebied van de uitkraging.

Productkarakteristieken thermische isolatie

Parameters bij de beschrijving van de koudebruggen bij uitkragende bouwdelen

Er bestaan meerdere parameters om de uitwerkingen van een koudebrug te beschrijven. De eigenschap van een Schöck Isokorf® om warmtetransmissie te verhinderen wordt uitgedrukt in de equivalente thermische geleidbaarheid λ_{eq} . Het betreft een productparameter, net als bij de daarvan afgeleide equivalente warmtegeleidingsweerstand R_{eq} , waarmee in combinatie met de isolatiedikte van een Schöck Isokorf® rekening gehouden moet worden. Deze kan geraadpleegd worden om producten met een verschillende isolatiedikte te vergelijken.

Productparameter	Parameter	Type koudebrug
Equivalente warmtegeleidbaarheid	λ_{eq}	uitkragende bouwdelen zoals balkons en borstweringen uitgevoerd met Isokorf®
Equivalente warmtegeleidingsweerstand	R_{eq}	uitkragende bouwdelen zoals balkons en borstweringen uitgevoerd met Isokorf®

Daarnaast zijn er parameters om de vereisten voor de vochtbescherming te beschrijven: $\Theta_{si,min}$ en f_{Rsi} zijn de vereisten voor de oppervlaktetemperatuur van de warme zijde van een gebouw om de vorming van condensatie en schimmel uit te sluiten. Bovendien gelden er vereisten aan het energieverlies door een koudebrug. Deze wordt voor lineaire koudebruggen beschreven met de ψ -waarde (lineaire warmtetransmissiecoëfficiënt) en voor lokale koudebruggen met de χ -waarde (lokale warmtetransmissiecoëfficiënt).

Warmtetechnisch effect	Parameter	Type koudebrug
Vochtbescherming		
Condens, schimmelvorming	f_{Rsi} $\Theta_{si,min}$	alle
Thermische isolatie		
Energieverlies	ψ	lineaire
	χ	lokale

i Info

ψ , χ , $\Theta_{si,min}$ en f_{Rsi} worden altijd bepaald voor een specifieke koudebrug – een bepaalde constructie, waarin een bepaalde Isokorf® is opgenomen. Vandaar dat deze waarden altijd afhankelijk zijn van de constructie, terwijl λ_{eq} en R_{eq} alleen de thermische isolatie van een Schöck Isokorf® beschrijven. Wanneer de eigenschappen van een constructie worden gewijzigd, net als het type Isokorf® of de isolatiedikte, verandert ook de warmtetransmissie door de koudebrug (en dus ook ψ , χ , $\Theta_{si,min}$ en f_{Rsi}).

Het gebruik van λ_{eq} en de bepaling van ψ , χ , $\Theta_{si,min}$ en f_{Rsi} wordt in de rubriek Voorschriften toegelicht.

Equivalente warmtegeleidbaarheid λ_{eq}

De equivalente warmtegeleiding λ_{eq} is de totale warmtegeleiding van alle componenten van de Schöck Isokorf® en is bij dezelfde isolatiedikte een maat voor de warmte-isolatie van de aansluiting. Hoe kleiner λ_{eq} , hoe hoogwaardiger de warmte-isolatie van de balkonaansluiting is. De λ_{eq} -waarden worden bepaald door gedetailleerde koudebrugberekeningen en omdat elk product een individuele geometrie en uitrusting heeft, resulteert dit voor elke Schöck Isokorf® in een eigen waarde.

De berekeningsmethodiek voor het bepalen van λ_{eq} werd op basis van het Europese beoordelingsdocument (European Assessment Document – EAD) voor dragende warmte-isolatie-elementen en daarop voortbouwend voor de Schöck Isokorf® in de Europese technische beoordeling (European Technical Assessment – ETA) gevalideerd.

Met de koudebrugsoftware die op de markt verkrijgbaar is, kan met behulp van de thermische randvoorwaarden volgens NEN EN ISO 6946 een berekening worden gemaakt. Zo kunnen behalve de warmteverliezen van de koudebrug (ψ -waarde), ook de oppervlaktetemperaturen Θ_{si} en dus ook de temperatuurfactor f_{Rsi} worden berekend.

Beoordelingsmethode thermische isolatie

Bepaling van koudebruggen en lineaire warmteverliezen

Bepaling van de minimale binnenoppervlaktetemperatuurfactor.

Het Bouwbesluit stelt in artikel 3.27 een eis aan de binnenoppervlaktetemperatuur (f-factor):

- woon- en logiesfuncties $f_{n,ri} \geq 0,65$
- “niet tot bewoning bestemde gebruiksfuncties” $f_{n,ri} \geq 0,50$

NEN 2778 gaat uit van een binnentemperatuur in woonruimten van 18 °C en een buitentemperatuur van 0 °C. Dit betekent dat, ter beperking van het risico van schimmelvorming, in nabijheid van thermische bruggen de minimale oppervlaktetemperatuur moet voldoen aan de volgende minimale eis:

$$\theta_{\min} \geq 11,7 \text{ °C}$$

Bepaling van de lineaire warmteverliezen

De warmteverliescoëfficiënt door transmissie beschrijft het warmteverlies via de gebouwschil. Om de warmteverliezen te bepalen wordt het warmteverlies via oppervlakten bepaald (gekoppeld aan een R_c of U-waarde). Daarnaast wordt er rekening gehouden met het warmteverlies via lineaire thermische bruggen (gekoppeld aan een ψ -waarde). Het warmteverlies via lineair thermische bruggen is op verschillende manieren te bepalen, hier is in hoofdstuk 6.6 bij stilgestaan.

In de zogenaamde ‘uitgebreide methode’ wordt de warmteverliescoëfficiënt door transmissie volgens NEN 1068 formule (2) als volgt bepaald:

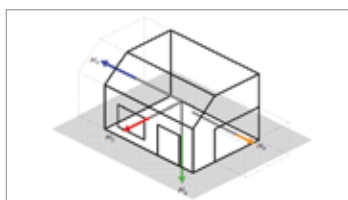
$$H_{T,mi} = H_D + H_{g,mi} + H_U + H_{A,mi}$$

Hier wordt H_D bepaald volgens (formule (10) van NEN 1068):

$$H_D = \sum (A_{r,i} \cdot U_{c,i}) + \sum (l_k \cdot \psi_k) + \sum \chi_j$$

Waarbij:

- $H_{g,mi}$: is de stationaire warmteverliescoëfficiënt via de grond, in W/K
- H_U : is de warmteverliescoëfficiënt via aangrenzende onverwarmde ruimten, in W/K
- $H_{A,mi}$: is de warmteverliescoëfficiënt via aangrenzende verwarmde ruimten, in W/K



Afb. 3: Schematisch weergave van het warmteverlies door transmissie.

In de zogenaamde ‘forfaitaire methode’ is het niet nodig om de lengte van alle lineaire thermische bruggen in te voeren. Bij de ‘forfaitaire methode’ hoeft alleen de lengte van de perimeter worden ingevoerd. De perimeter is omschreven als de som van de lengtes van de randen van de vloerdelen, welke grenzen aan de buitenlucht of aan een onverwarmde ruimte buiten de thermische schil. Er wordt een vaste waarde aangehouden voor de ψ -waarde van de perimeter. Voor het warmteverlies van de lineaire thermische bruggen (buiten de perimeter) wordt een toeslag bepaald bovenop de U-waarde van dichte (ondoorschijnende) vlakken.

Beoordelingsmethode thermische isolatie

Het warmteverlies via aangrenzende onverwarmde ruimtes worden bij de 'forfaitaire methode' geacht niet aanwezig te zijn; een aangrenzende onverwarmde ruimte wordt beschouwd als buitenlucht. In de zogenaamde 'forfaitaire methode' wordt de warmteverliescoëfficiënt door transmissie volgens NEN 1068 als volgt bepaald:

$$H_{T,mi} = H_{D,for} + H_{g,for,mi} + H_{U,for} + H_{A,for}$$

Hier wordt H_D bepaald volgens (formule (4) van NEN 1068):

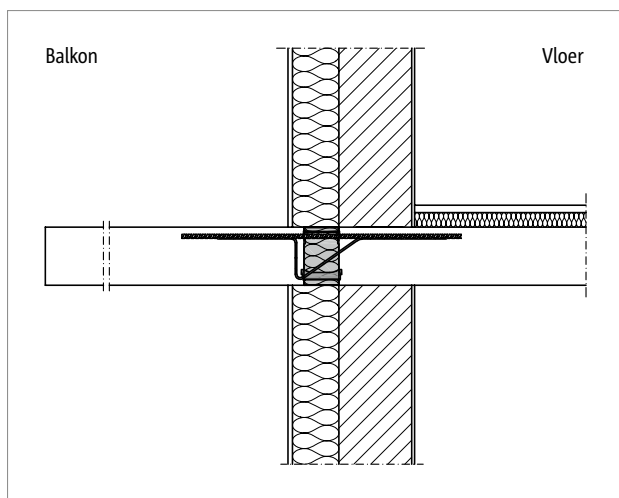
$$H_{D,for} = \Sigma (A_{T,ji} \cdot (U_{C,ji} + \Delta U_{for}))$$

Waarbij:

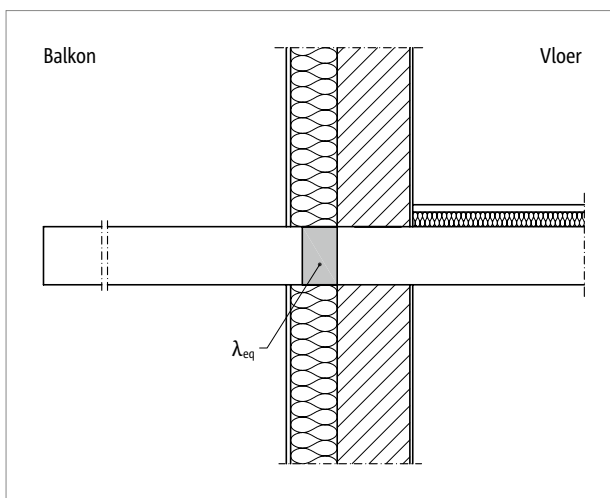
- $H_{g,for,mi}$: is de stationaire warmteverliescoëfficiënt via de grond, in W/K
- $H_{U,for}$: is de warmteverliescoëfficiënt via aangrenzende onverwarmde ruimten en is 0 W/K
- $H_{A,for}$: is de warmteverliescoëfficiënt via aangrenzende verwarmde ruimten, in W/K

Indien een gedetailleerde koudebrugberekening moet worden uitgevoerd, om de ψ - of f_{Rsi} -waarden te bepalen, dan kan voor de modellering van het aansluitdetail de λ_{eq} -waarde worden gebruikt. Hiervoor wordt een homogene rechthoek met de afmetingen van het isolatie-element van de Schöck Isokorf® op de positie ervan in het model geplaatst en wordt de equivalente warmtegeleiding λ_{eq} toegewezen, zie afbeelding. Zo kunnen eenvoudig bouwfysische karakteristieken van een constructie worden berekend.

De individuele λ_{eq} -waarden zijn online te vinden onder:
www.schoeck.com/download-bouwfysica/nl



Afb. 4: Doorsnede met gedetailleerd Schöck Isokorf®-model



Afb. 5: Doorsnede met vervangend isolatie-element

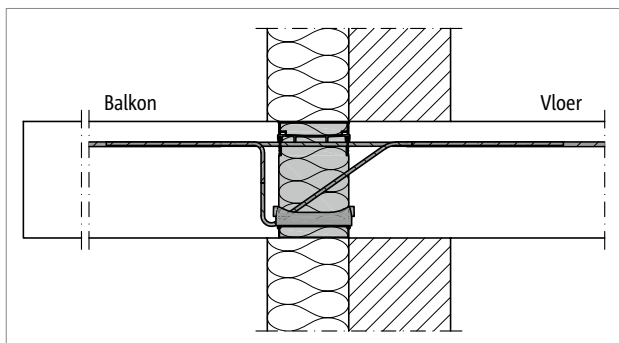
Er dient op gelet te worden dat het model groot genoeg wordt gekozen, zodat de invloedzone van de koudebrug geheel meegenomen wordt. Een afstand van 1 meter rond de koudebrug is meestal voldoende om rekening te houden met deze rand-effecten.

Details koudebruggen

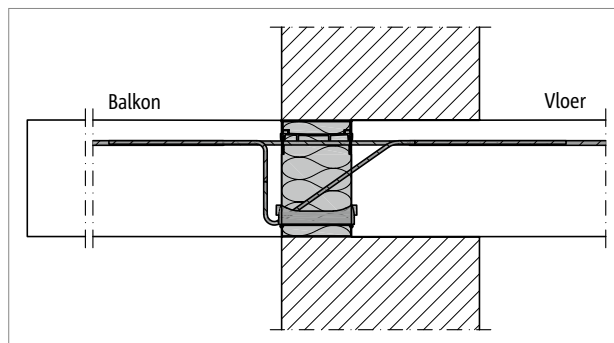
Uitvoering van balkons, galerijen en luifels

De Schöck Isokorf® moet altijd in de isolatielaag zitten, gelijk met de binnenkant van de isolatie. Bij monolitische constructies zoals enkellaags metselwerk, wordt de Isokorf® gelijk met de buitenkant van de wandconstructie geplaatst. Bij luifels wordt de Isokorf® ook in de isolatielaag van de wand geplaatst, gelijk met de binnenkant van de isolatie. Het is erg belangrijk dat de isolatielaag niet wordt onderbroken. Met name bij de uitvoering van ramen en deuren moet erop worden gelet dat ze in de isolatielaag liggen.

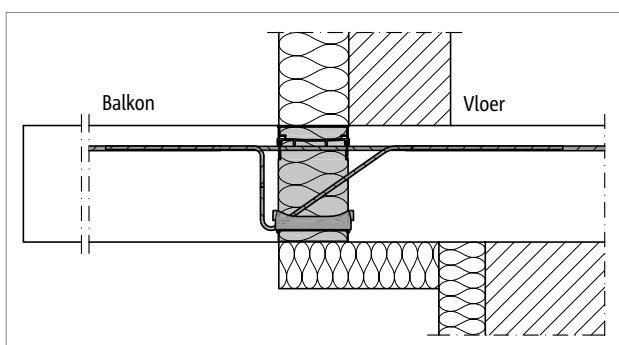
U kunt veel voorbeelden van uitvoeringen online vinden op:



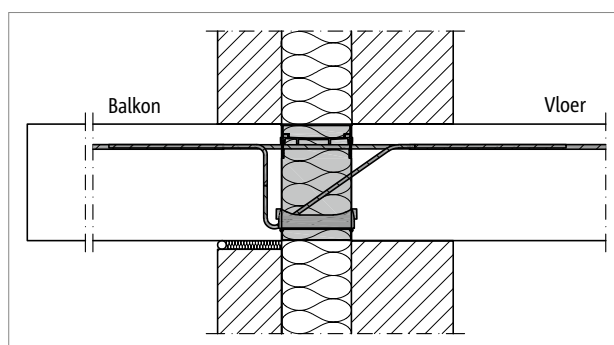
Afb. 6: Schöck Isokorf® XT type K: Aansluiting bij geïsoleerd stucwerk



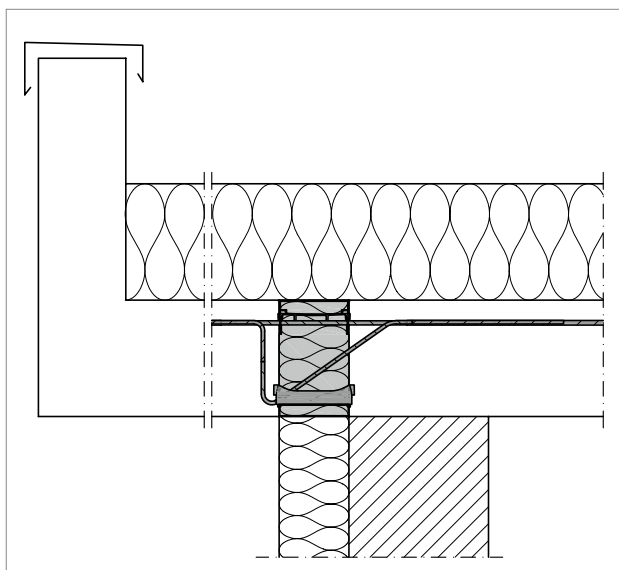
Afb. 7: Schöck Isokorf® XT type K: Aansluiting bij enkelwandig metselwerk



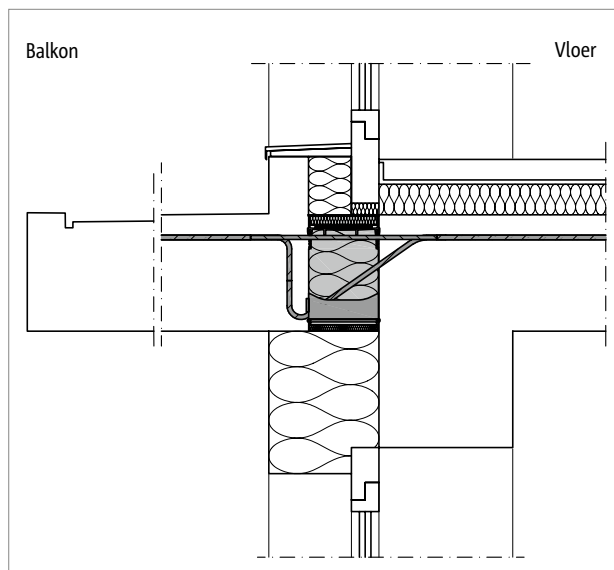
Afb. 8: Schöck Isokorf® XT type K: Aansluiting bij indirect ondersteunde vloerplaat en geïsoleerd stucwerk



Afb. 9: Schöck Isokorf® XT type K: Aansluiting bij dubbelwandig metselwerk met spouwisolatie



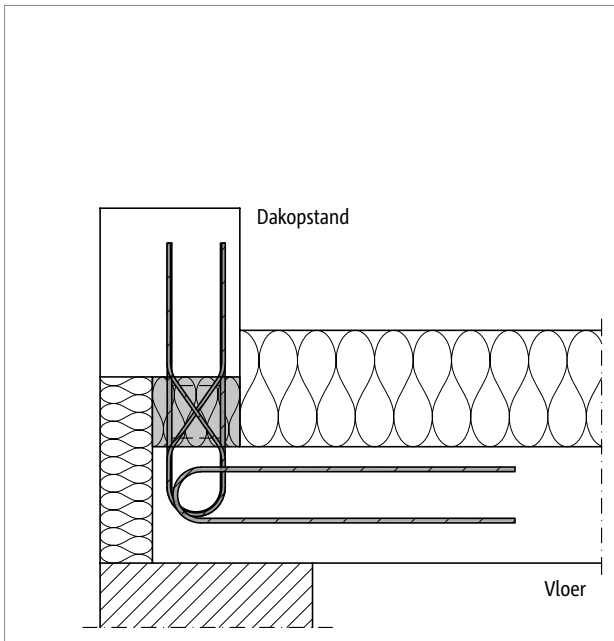
Afb. 10: Schöck Isokorf® T type K: Aansluiting van een luifel



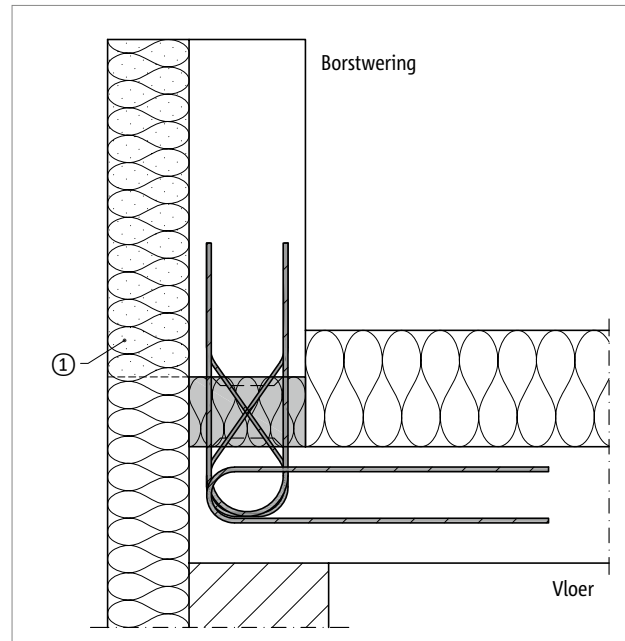
Afb. 11: Schöck Isokorf® T type K: Aansluiting met vensterdetail boven en onder de aansluiting

Details koudebruggen

Uitvoering van dakopstanden en borstweringen

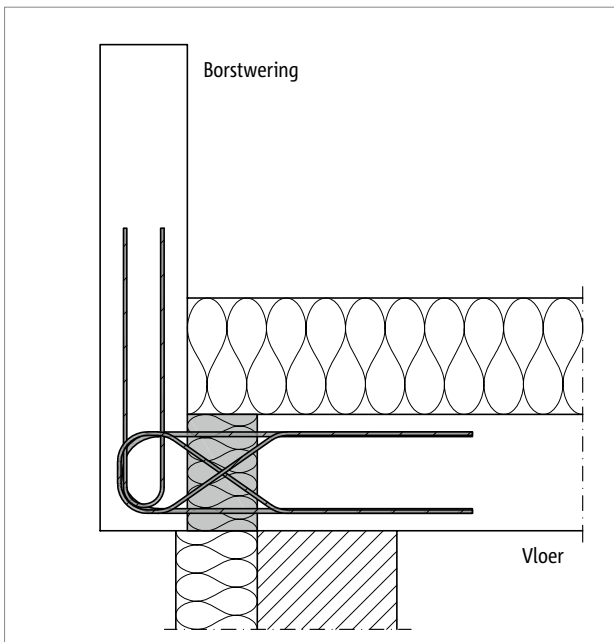


Afb. 12: Schöck Isokorf® T type A: Aansluiting van een dakopstand (type A-MM1-VV1)

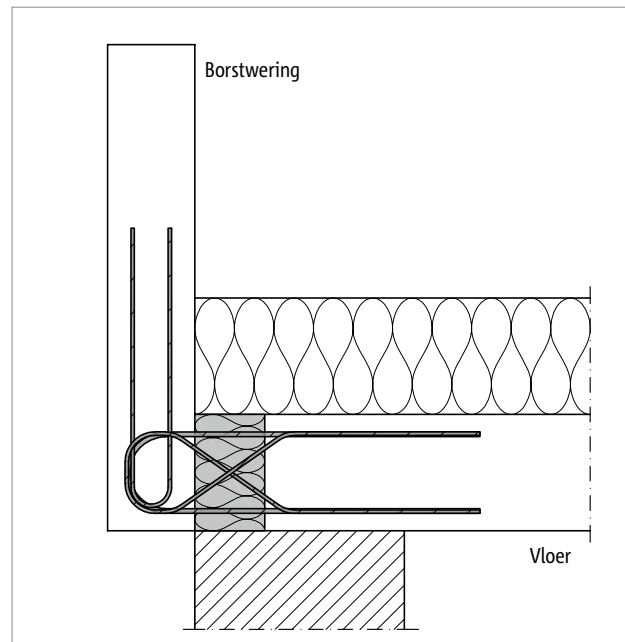


Afb. 13: Schöck Isokorf® T type A: Aansluiting van een borstwering (type A-MM2-VV1)

Bij de uitvoering van een borstwering moet erop worden gelet dat de Schöck Isokorf® altijd in de isolatielaag zit. Het is hier niet nodig om de borstwering rondom te isoleren. Het gemarkeerde deel van de isolatie ① is niet noodzakelijk vanwege energetische redenen. De isolatie wordt meestal alleen vanuit praktische overwegingen tot aan de bovenkant van de borstwering geplaatst.



Afb. 14: Schöck Isokorf® T type F: Aansluiting van een uitragende borstwering met geïsoleerd stucwerk



Afb. 15: Schöck Isokorf® T type F: Aansluiting van een uitragende borstwering bij thermisch isolerend metselwerk