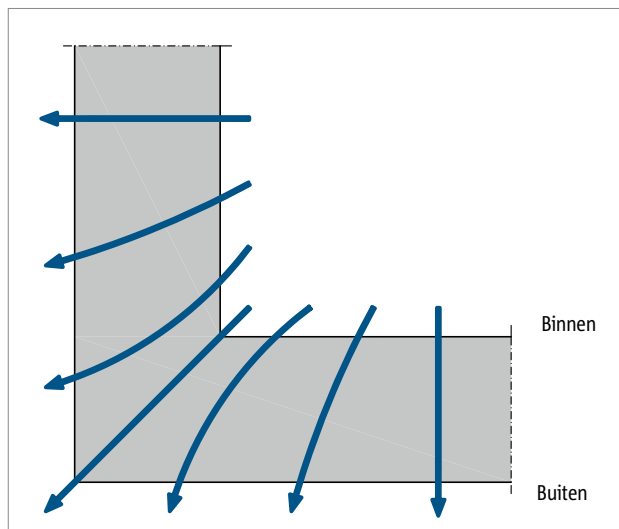


Bouwfysica

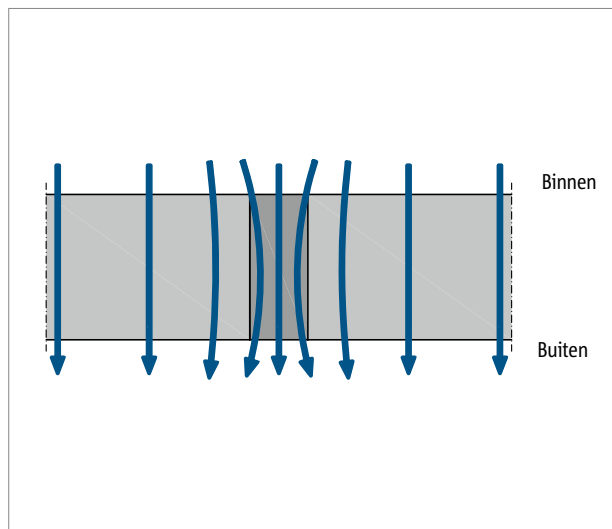
Thermische isolatie van bouwknoepen

Definitie bouwknoop

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



Afb. 1: Geometrische bouwknoop



Afb. 2: Materiaalgebonden bouwknoop

Gevolgen van bouwknoepen

In het gebied rond de bouwknoop 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.

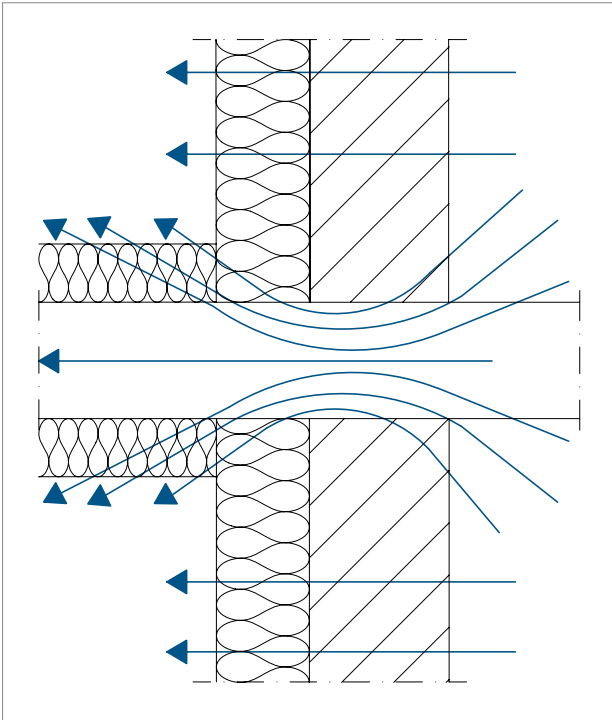
Als zich schimmel heeft gevormd in het gebied van een bouwknoop, kunnen aanzienlijke gezondheidsproblemen voor de bewoners optreden als gevolg van de schimmelsporen die in de ruimte worden vrijgegeven. Schimmelsporen hebben een allergeen effect en kunnen daarom ernstige allergische reacties zoals sinusitis, 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.

Niet geïsoleerde uitkragende bouwdelen

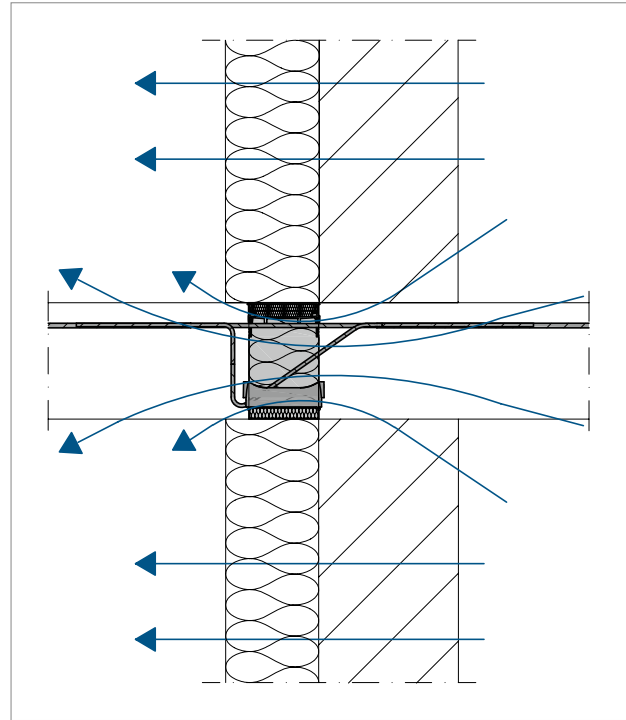
Bij niet-geïsoleerde uitkragende bouwdelen zoals balkons van gewapend beton of stalen balken leidt de interactie tussen de geometrische bouwknoop (koelvineffect van de uitkraging) en de materiaalgebonden bouwknoop (doorboring van de thermische isolatie met gewapend beton of staal) tot een sterke warmteafvoer. Daarom behoren uitkragingen tot de meest kritische bouwknoepen 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.

Thermische isolatie van bouwknopen

Zoals daarnet aangegeven is het belangrijk om rekening te houden met de vereisten op het vlak van vochtpreventie en thermische isolatie. Bij balkons en galerijen is het gebruik van een thermische onderbreking een erkende regel van de techniek (in het Duits afgekort als a.R.d.T) die ervoor zorgt dat warmteverliezen tot een minimum beperkt worden.



Afb. 3: Verhoogd warmteverlies bij balkons of galerijen met isolatie rondom.



Afb. 4: Minimaal warmteverlies bij balkons of galerijen met een thermische onderbreking.

Producteigenschappen thermische isolatie

Parameters voor het beschrijven van bouwknoepen in uitkragende bouwdelen

Er bestaan verschillende parameters voor het beschrijven van de effecten van een bouwknoop. De eigenschap van een Schöck Isokorb® om warmtetransmissie te verhinderen, wordt uitgedrukt in de equivalente warmtegeleiding λ_{eq} . Het betreft een parameter, net als bij de daarvan afgeleide equivalente warmtegeleidingsweerstand R_{eq} , waarmee naast de isolatiedikte van een Schöck Isokorb® eveneens rekening moet worden gehouden. Deze waarde kan worden gebruikt om producten met verschillende isolatiediktes te vergelijken.

Productparameter	Parameter	Type bouwknoop
Equivalente warmtegeleidbaarheid	λ_{eq}	uitkragende bouwdelen zoals balkons en dakopstanden uitgevoerd met Schöck Isokorb®
Equivalente warmtegeleidingsweerstand	R_{eq}	uitkragende bouwdelen zoals balkons en dakopstanden uitgevoerd met Schöck Isokorb®

Verder zijn er parameters om de vochtwerendheidseisen te beschrijven: $\theta_{si,min}$ en f_{Rsi} zijn eisen voor de wandoppervlaktemperatuur aan de warme zijde. Deze eisen moeten ervoor zorgen dat condens en schimmelvorming geen kans krijgen.

Daarnaast zijn er ook eisen voor het energieverlies bij een bouwknoop. Deze worden voor lineaire bouwknoepen beschreven met de ψ -waarde (lengtegebonden warmtegeleidingscoëfficiënt), en voor punctuele bouwknoepen met de χ -waarde (puntgebonden warmtegeleidingscoëfficiënt).

Warmtetechnisch effect	Parameter	Type bouwknoop
Vochtbescherming		
Condens, schimmelvorming	f_{Rsi} $\theta_{si,min}$	alles

Warmtetechnisch effect	Parameter	Type bouwknoop
Vochtbescherming		
Condens, schimmelvorming	f_{Rsi} $\theta_{si,min}$	alles
Thermische isolatie		
Energieverlies	ψ	lineaire bouwknoepen
	χ	Puntbouwknoepen

i Info

ψ , χ , $\theta_{si,min}$ en f_{Rsi} worden altijd bepaald voor een specifieke bouwknoop – een specifieke constructie waarin een bepaalde Isokorb® is ingebed. Vandaar dat deze waarden altijd afhankelijk zijn van de constructie, terwijl λ_{eq} en R_{eq} alleen het thermische effect van een Schöck Isokorb® beschrijven. Wanneer de eigenschappen van een constructie en ook het type Isokorb® of de isolatiedikte worden gewijzigd, 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.

Producteigenschappen thermische isolatie

Equivalente warmtegeleidbaarheid λ_{eq}

De equivalente warmtegeleiding λ_{eq} is de totale warmtegeleiding van alle componenten van de Schöck Isokorb® 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 bouwknop berekeningen en omdat elk product een individuele geometrie en uitrusting heeft, resulteert dit voor elke Schöck Isokorb® 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 Isokorb® in de Europese technische beoordeling (European Technical Assessment – ETA) gevalideerd.

Met de bouwknopsoftware die op de markt verkrijgbaar is, kan met behulp van de thermische randvoorwaarden volgens NBN 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.

De equivalente warmtegeleiding λ_{eq} kan worden gebruikt om aan te tonen dat het om een passiefhuis gaat met de juiste thermische isolatie.

Beoordelingsmethode thermische isolatie

Bepaling van bouwknopen en lineaire warmteverliezen

Bepaling van de minimale binnenoppervlaktetemperatuurfactor.

De minimale temperatuurfactor welke nodig is om schimmelvorming te voorkomen, is een functie van de binnenklimaatklasse en de gemiddelde binnentemperatuur van een ruimte. Desondanks is het in de meeste landen gebruikelijk om maar één prestatie-eis te hanteren, die voor de meeste binnenklimaten de garantie biedt dat het risico op schimmelproblemen beperkt is. WTCB (WTCB-tijdschrift zomer 1997) beveelt aan dat de temperatuurfactor tenminste gelijk moet zijn aan 0,70.

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie beschrijft het warmteverlies via de gebouwschil. Om de warmteverliezen te bepalen wordt het warmteverlies via oppervlaktes bepaald. Daarnaast wordt er rekening gehouden met het warmteverlies via bouwknopen.

De totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie (H_T) wordt volgens NBN 62-002 bepaald door:

$$H_T = H_D + H_g + H_U$$

Waarbij:

- H_D : is de warmteoverdrachtscoëfficiënt door overdracht direct naar de buitenomgeving, in W/K
- H_g : is de warmteoverdrachtscoëfficiënt door overdracht naar de grond en niet-verwarmde kelders en kruipruimtes in contact met de grond, in W/K
- H_U : de warmteoverdrachtscoëfficiënt door overdracht naar de buitenomgeving via aangrenzende niet-verwarmde ruimtes in W/K

De totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie kan ook geformuleerd worden als:

$$H_T = H_{D;construction} + H_{g;construction} + H_{U; construction} + H_{D;junctions} + H_{g;junctions} + H_{U;junctions}$$

$$H_T = H_{T;construction} + H_{T;junctions}$$

Waarbij:

- $H_{T;construction}$: is de totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie door de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak heen;
- $H_{T;junctions}$: is de totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie door de bouwknopen heen, volgens bijlage VIII van het energiebesluit;

De methode waarmee $H_{T;junctions}$ berekend wordt, kan vrij gekozen worden uit één van de drie onderstaande opties, maar moet dezelfde zijn voor alle energiesectoren behorende tot eenzelfde beschermd volume:

- Optie A: Gedetailleerde methode
- Optie B: Methode van de EPB-aanvaarde bouwknopen
- Optie C: Forfaitaire toeslag

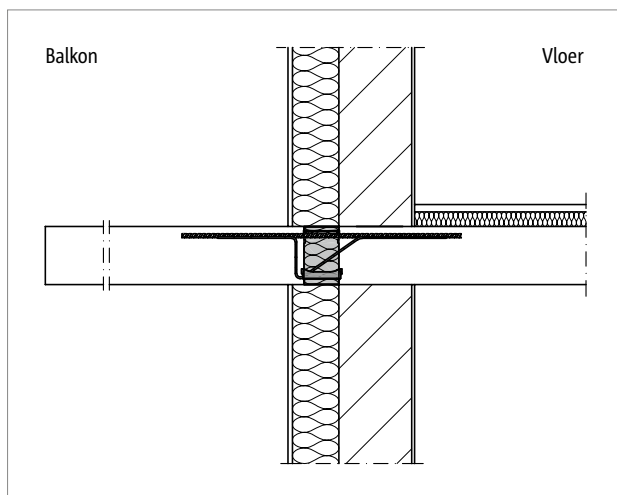
Beoordelingsmethode thermische isolatie

Optie A: Gedetailleerde methode

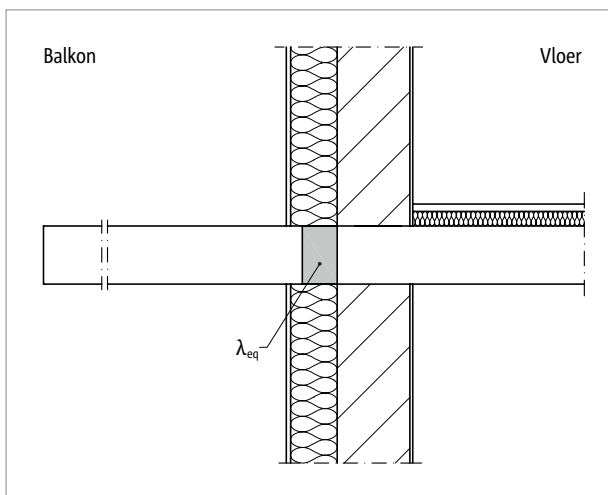
Bij deze methode worden alle bouwknopen uitgerekend aan de hand van gevalideerde software. De exacte Ψ_e waarden worden dan ingevoerd. Eventueel kan ook de waarde bij ontstentenis ingevoerd worden. Deze methode wordt zelden toegepast omdat het een zeer arbeidsintensieve methode is, die het gebruik van gespecialiseerde software vraagt. De toeslag is sterk projectafhankelijk en dus op voorhand niet bekend.

Indien een gedetailleerde bouwknop berekening 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 Isokorb® 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/bn



Afb. 5: Doorsnede met gedetailleerd Schöck Isokorb®-model



Afb. 6: Doorsnede met vervangend isolatie-element

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

i Bouwknopcalculator

De Schöck bouwknopcalculator kan ook worden gebruikt om de bouwfysische eigenschappen, zoals ψ of f_{Rsi} te bepalen. De bouwknopen worden in vijf stappen snel en gemakkelijk gemodelleerd en de relevante parameters worden bepaald.

De bouwknopcalculator vindt u online op:

psi.schock-belgie.be

Optie B: Methode van de EPB-aanvaarde bouwknopen

Deze optie tracht de invloed van de bouwknopen in te rekenen op een eenvoudige manier. Indien alle bouwknopen goed ontworpen zijn (EPB-aanvaard), wordt de invloed van deze bouwknopen ingerekend als een toeslag. Knooppunten die niet voldoen moeten apart ingerekend worden. Dit kan door gebruik te maken van de uitgerekende Ψ_e -waarde (analoog met optie A) of door gebruik te maken van de waarde bij ontstentenis. Door het inbrengen van de niet EPB-aanvaarde bouwknopen zal er nog een extra toeslag toegekend worden. Optie B voorziet een mogelijkheid om op een eenvoudige manier aan te tonen dat een bouwknop goed gedetailleerd is. Het grote voordeel is dat het rekenwerk voor het inrekenen van bouwknopen tot een minimum is beperkt. Het is wel belangrijk dat er genoeg aandacht besteed wordt aan het ontwerp van de bouwknopen.

Beoordelingsmethode thermische isolatie

Optie C: Forfaitaire toeslag

Indien er geen inspanningen gedaan worden om bouwknopen goed te ontwerpen, worden de bouwknopen ingerekend via een grote toeslag. Deze optie is niet aan te raden omdat het risico op slecht gedimensioneerde bouwknopen toeneemt. Hierdoor neemt ook het risico voor condensatie en schimmelproblemen toe. Bovendien wordt het door de alsmaar strengere eisen moeilijker om deze optie nog te gebruiken.

De niet-geïsoleerde balkonaansluiting

Bij niet-geïsoleerde aansluitingen van balkonplaten leidt de combinatie van een geometrische bouwknop (koelrib-effect van de balkonplaat) en de lage warmteweerstand van beton tot een groot warmteverlies, zodat de niet-geïsoleerde balkonaansluiting tot de meest kritische bouwknopen van de uitwendige scheidingsconstructie hoort. Het gevolg is een sterke daling van de oppervlaktetemperaturen ter plaatse van balkonaansluiting en een groot energieverlies. In de bevestigingszone van het niet-geïsoleerde balkon is er daardoor een grote kans op schimmelvorming.

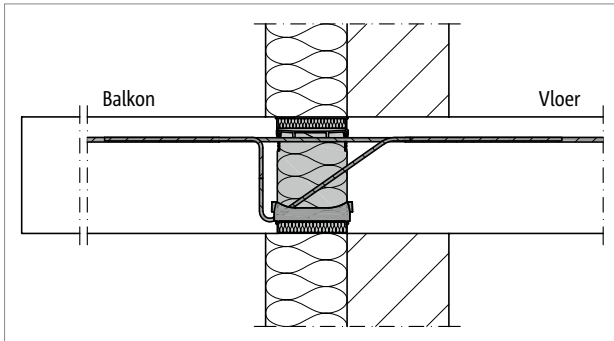
Effectieve thermische isolatie met Schöck Isokorb®

De Schöck Isokorb® is, door de bouwfysisch en constructief geoptimaliseerde constructie (minimale wapeningsdoorsneden, gebruik van materialen met bijzonder lage warmtegeleidbaarheid), een zeer effectieve isolatie van de balkonaansluiting.

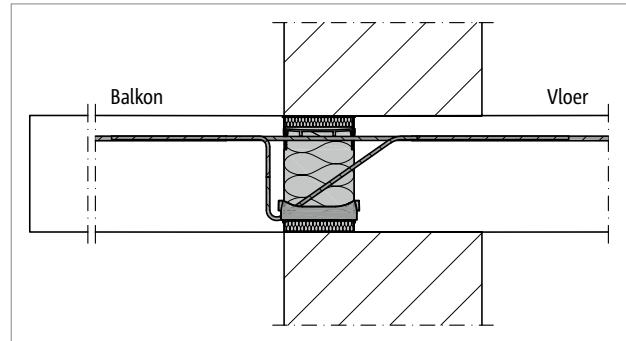
Bouwknopdetails

Uitvoering van balkons, galerijen en luifels

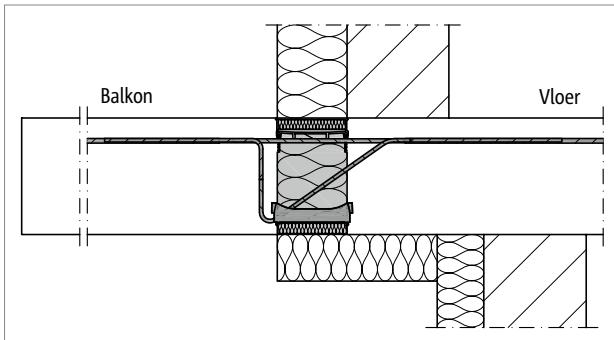
Schöck Isokorb® moet altijd in de isolatielaag worden gepositioneerd, gelijklopend met de binnenrand van het isolatiemateriaal. Bij monolithische constructies zoals enkelwandig metselwerk wordt Isokorb® gelijk met de buitenrand van de muurconstructie geplaatst. Bij luifels wordt Isokorb® ook gelijk met de binnenrand van de isolatie in de isolatielaag van de muur gepositioneerd. Zorg ervoor dat de isolatielaag nooit wordt onderbroken. Vooral bij het plaatsen van vensters en deuren moet erop gelet worden dat deze zich in de isolatielaag bevinden.



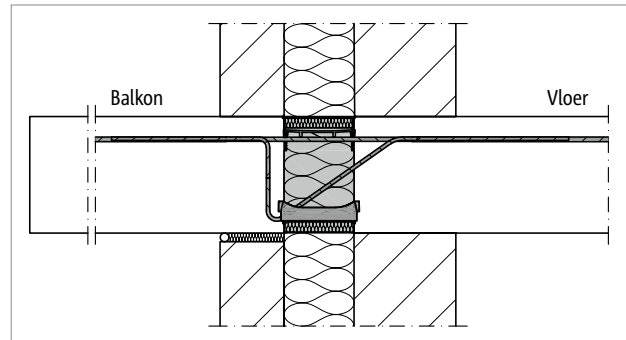
Afb. 7: Schöck Isokorb® XT type K: Aansluiting bij geïsoleerd stucwerk



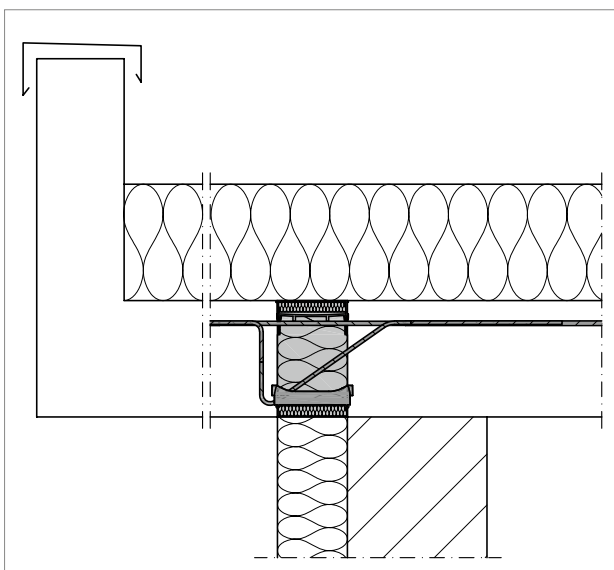
Afb. 8: Schöck Isokorb® XT type K: Aansluiting bij enkelwandig metselwerk



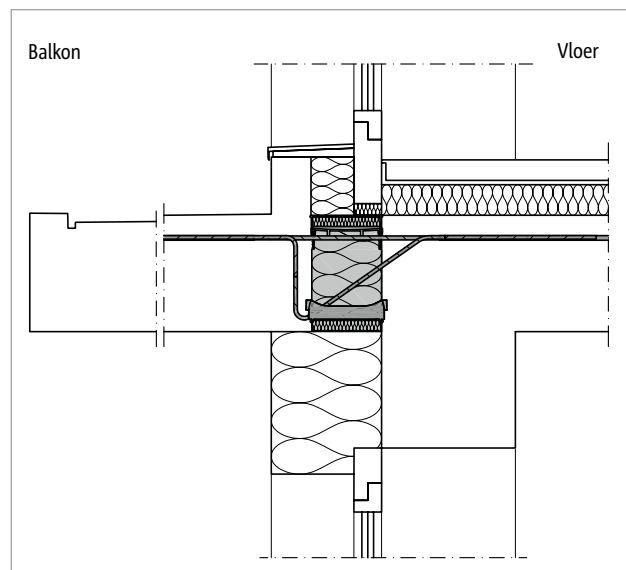
Afb. 9: Schöck Isokorb® XT type K: Aansluiting bij indirect ondersteunde vloerplaat en geïsoleerd stucwerk



Afb. 10: Schöck Isokorb® XT type K: Aansluiting bij dubbelwandig metselwerk met spouwisolatie



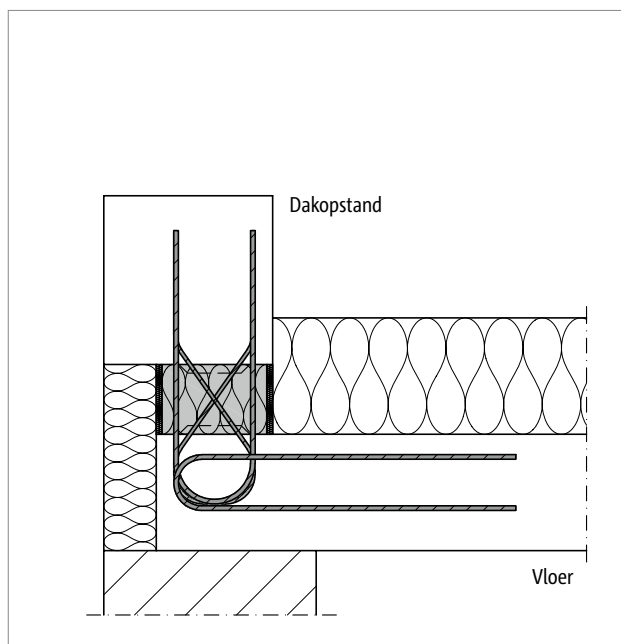
Afb. 11: Schöck Isokorb® T type K: Aansluiting van een luifel



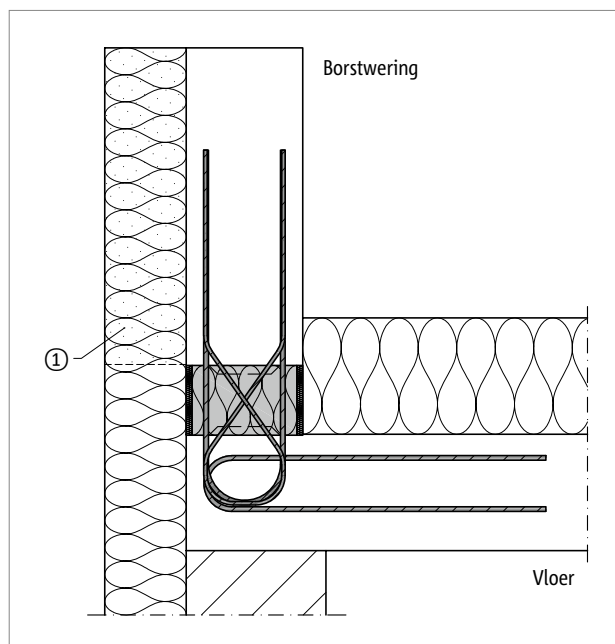
Afb. 12: Schöck Isokorb® T type K: Aansluiting met vensterdetail boven en onder de aansluiting

Bouwknoopdetails

Uitvoering van dakopstanden en borstweringen

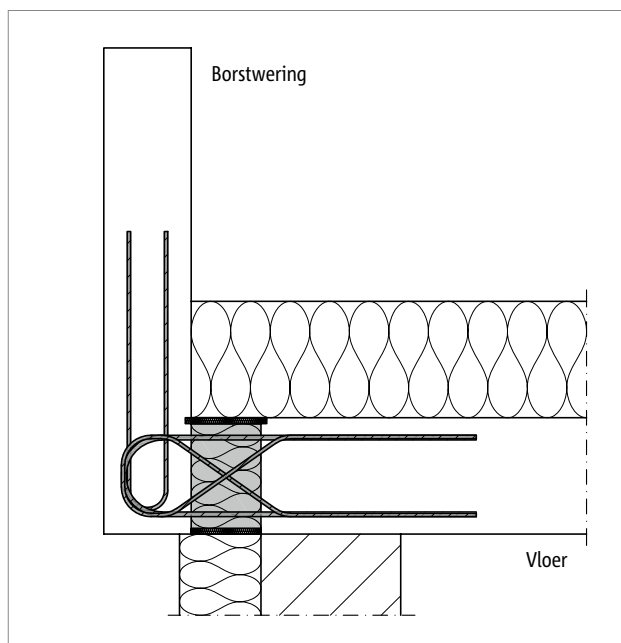


Afb. 13: Schöck Isokorb® T type A: Aansluiting van een dakopstand (type A-MM1-VV1)

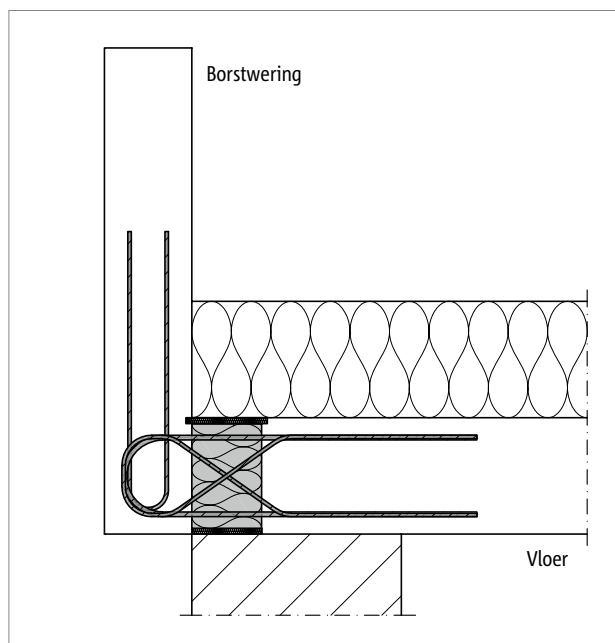


Afb. 14: Schöck Isokorb® T type A: Aansluiting van een borstwering (type A-MM2-VV1)

Bij het uitvoeren van een dakopstand moet u erop letten dat Schöck Isokorb® zich altijd in de isolatielaag bevindt. Het is niet nodig om de dakopstand rondom te isoleren. De gemarkeerde isolatie ① hoeft om energetische redenen niet te worden geplaatst. De isolatie wordt meestal alleen vanuit praktische overwegingen tot aan de bovenkant van de dakopstand geplaatst.



Afb. 15: Schöck Isokorb® T type F: Aansluiting van een uitkragende borstwering met geïsoleerd stucwerk



Afb. 16: Schöck Isokorb® T type F: Aansluiting van een uitkragende borstwering bij thermisch isolerend metselwerk

