

Technische Informatie Schöck Novomur®

Oktober 2016



Schöck Nederland BV
Amersfoortseweg 15A
7313 AB Apeldoorn
Tel: +31 55 526 88 20
Email: info-nl@schoeck.com
www.schoeck.com

Schöck Novomur®

Inhoudsopgave

	Pagina	
Bouwfysica		
Thermische isolatie	4 - 6	
Vochtwerking	7	
Thermische bruggen aan de fundering van een gebouw	8	
Vergelijking van isolatiemethoden	9 - 12	
λ_{eq} berekenen	13 - 14	
Analyse thermische isolatie	15 - 16	
Brandbeveiliging	17	
Brandbeveiliging en geluidsisolatie	18	

Schöck Novomur/Schöck Novomur® light	19 - 24	
--------------------------------------	---------	--

Bouwfysica

Novomur® /
Novomur® light

Bouwfysica

Thermische isolatie

Algemene informatie

Thermische bruggen zijn aansluitingen binnen een bouwconstructie die door materiaal- of constructiefactoren beter warmte geleiden dan de aangrenzende delen. Omdat warmte via een thermische brug wordt afgevoerd, neemt de oppervlaktetemperatuur aan de naar binnen gerichte zijde eromheen af.

Hoewel er onderscheid wordt gemaakt tussen geometrisch en materiaalgerelateerde thermische bruggen, is er in de meeste gevallen sprake van een combinatie van beide. Hoeken en randen van muren zijn typische voorbeelden van een geometrische thermische brug. Een materiële thermische brug ontstaat bijvoorbeeld wanneer een homogene wandstructuur wordt onderbroken door een inhomogeen materiaal met goede warmtegeleiding. Aansluitingen van balkonplaten vormen een combinatie van een geometrische (koelribeffect) en een materiële thermische brug (metselwerk/gewapend beton). Op dezelfde manier ontstaan thermische bruggen aan de fundering van een gebouw door een combinatie van een geometrie en materiaal.

Het warmteverlies via de thermische brug neemt evenredig toe met het verschil tussen de binnen- en de buitenluchttemperatuur.

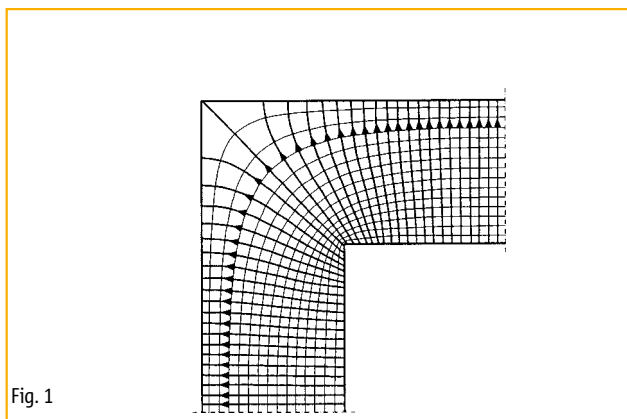


Fig. 1

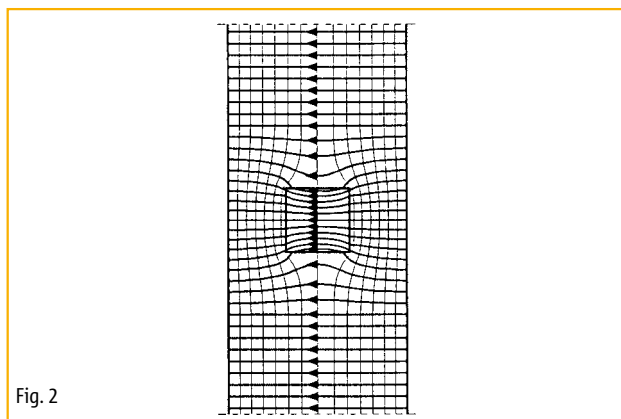


Fig. 2

Warmtestroomlijnen (pijl) en isothermen bij een uitwendige hoek van een gebouw (afb. 1: geometrische thermische brug), en bij een muurconstructie die bestaat uit inhomogeen materiaal met een goede thermische geleidbaarheid (afb. 2: materiële thermische brug). Warmtestroomlijnen en isothermen staan altijd loodrecht op elkaar.

De volgende thermische isolatie-effecten treden op wanneer er warmte verloren gaat via een thermische brug:

▶ Verhoogde warmtebehoefte

Omdat extra verwarmingsenergie nodig is om een constante binnentemperatuur te handhaven, kan verwacht worden dat de energiekosten zullen stijgen.

▶ Kans op schimmelvorming en condensatie

Als de oppervlaktetemperaturen binnenshuis dalen, stijgt de relatieve vochtigheid van oppervlakken rond thermische bruggen, Dit vergroot de kans op schimmelvorming (zie afb. 4, pagina 5). Daalt de minimum oppervlaktetemperatuur tot onder het dauwpunt, dan ontstaat condensatie (zie afb. 3, pagina 5), wat ernstige bouwschade kan veroorzaken.

Bouwfysica

Thermische isolatie

Dauwpunttemperatuur

De dauwpunttemperatuur Θ_t van een ruimte is de temperatuur waarbij de omgevingslucht geen vocht meer kan vasthouden en dit tot waterdruppels condenseert. De relatieve luchtvochtigheid in de ruimte is dan 100%.

Contact met koudere componentoppervlakken zorgt ervoor dat de lagen van de omgevingslucht dalen tot dezelfde temperatuur als de koude oppervlakken. Als een thermische brug een oppervlaktetemperatuur heeft die lager is dan de dauwpunttemperatuur, ligt de temperatuur van de lucht op precies dit punt ook onder het dauwpunt. Hierdoor condenseert het vocht in die laag van de omgevingslucht op het koude oppervlak en ontstaat condens.

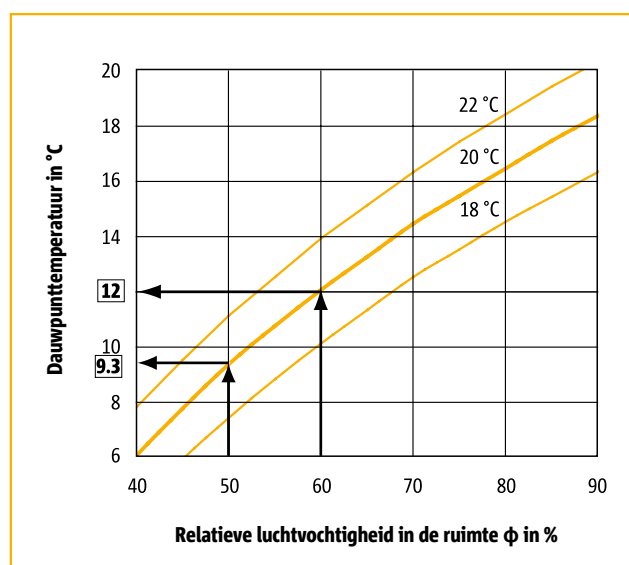
De dauwpunttemperatuur is afhankelijk van de omgevingsluchttemperatuur en de luchtvochtigheid in de ruimte (zie afb. 3). Hoe hoger de luchtvochtigheid en luchttemperatuur in een kamer, hoe meer de dauwpunttemperatuur stijgt en hoe eerder condensvorming ontstaat op koudere oppervlakken.

Een gemiddeld binnenklimaat is ca. 20 °C met 50% relatieve vochtigheid. De dauwpunttemperatuur bedraagt hier 9,3 °C. Ruimtes die vaak aan vocht worden blootgesteld, zoals badkamers, kunnen al snel een hogere luchtvochtigheid van 60% of meer bereiken. Hierdoor ligt de dauwpunttemperatuur hoger en is er een verhoogd risico op condensvorming. Bij een luchtvochtigheid van 60% in een ruimte is de dauwpunttemperatuur al 12,0 °C (zie afb. 3). De stijging van de curve in figuur 1 toont duidelijk deze nauwe samenhang tussen de dauwpunttemperatuur en de vochtigheidsgraad in de ruimte: een kleine stijging van de vochtigheid leidt al tot een aanzienlijke stijging van de dauwpunttemperatuur. Als gevolg hiervan neemt ook het risico van condensatie op de koude componentoppervlakken aanzienlijk toe.

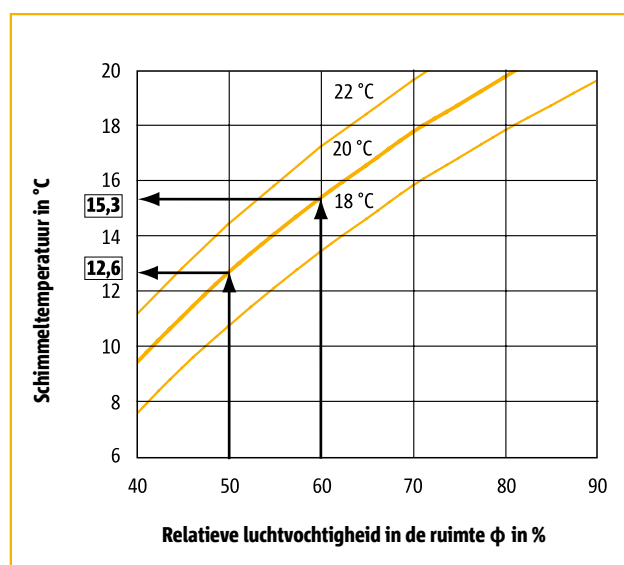
Schimmeltemperatuur

Schimmelvorming op oppervlakken van bouwdelen kan al optreden bij een luchtvochtigheid in de ruimte van slechts 80%. Dit betekent dat er op koude componentoppervlakken schimmel begint te groeien als het oppervlak minimaal zo koud is dat het vochtgehalte van de direct aangrenzende luchtlaag 80% bereikt. De temperatuur waarbij dit gebeurt, heet de schimmeltemperatuur Θ_s .

Dat houdt in dat schimmel ontstaat bij temperaturen die nog boven de dauwpunttemperatuur liggen. Bij een binnenklimaat van 20 °C / 50% is de schimmeltemperatuur 12,6 °C (zie afb. 4), en dus 3,3 °C hoger dan de dauwpunttemperatuur (zie afb. 10). De schimmeltemperatuur is dan ook een belangrijkere factor dan de dauwpunttemperatuur als het gaat om het vermijden van bouwschade (schimmelvorming). Dat de binnenoppervlakken warmer zijn dan de dauwpunttemperatuur van de omgevingslucht is niet voldoende: ook de oppervlaktetemperaturen moeten hoger zijn dan de schimmeltemperatuur!



Afb. 3: Relatie tussen vochtigheid en temperatuur in de ruimte voor dauwpunttemperatuur



Afb. 4: Relatie tussen vochtigheid en temperatuur in de ruimte voor schimmeltemperatuur

Bouwfysica

Thermische isolatie

Bouwschade veroorzaakt door verhoogde vochtigheid in woonruimtes

▶ **Vochtplekken op binnenmuren**

Veroorzaken schade aan behang, pleisterwerk en houten betimmering en zorgen voor stofophoping. Stofnesten vormen een ideale voedingsbodem voor schimmel.

▶ **Schimmelvorming**

Bij vochtgehaltes van 80% of hoger op componentoppervlakken kan schimmelvorming ontstaan. In woningen betekent dit een gevaar voor de gezondheid, omdat schimmelsporen zich via de lucht verspreiden en door bewoners worden ingeademd. Dit kan leiden tot allergie-gerelateerde ziekten zoals astma.

▶ **Geleidelijke afname van de thermische isolatie**

Omdat water relatief goed warmte geleidt, zorgt vocht in metselwerk ervoor dat de oppervlaktetemperatuur verder daalt, wat leidt tot een geleidelijk voortschrijdende afname van het temperatuur- en vochtregulerend vermogen.

▶ **Verminderd woongenot**

Als het metselwerk erg vochtig is, wordt prettig wonen een moeilijke zaak, zelfs bij constante verwarming.



Afb. 5: Voorbeeld van schimmelvorming in een hoek



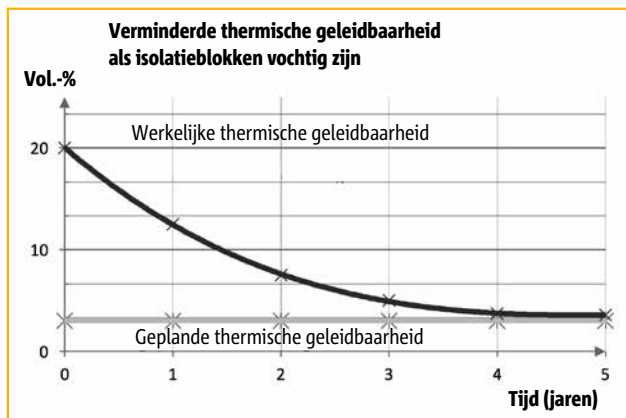
Afb. 6: Voorbeeld van bouwschade door schimmelvorming

Bouwfysica

Vochtwerking

De werkelijke thermische geleidbaarheid en dus ook de isolatieprestatie van bouw materiaal wordt in belangrijke mate bepaald door het vochtgehalte: hoe vochtiger het materiaal, des te hoger de thermische geleidbaarheid en dus hoe lager de isolatieprestatie van het materiaal.

Dit komt doordat de poriën zich vullen met water naarmate de luchtvochtigheid toeneemt. Omdat water beter warmte geleidt dan lucht, neemt de thermische geleidbaarheid van het materiaal toe naarmate de vochtigheid stijgt. De thermische geleidbaarheid van een poreus isolatieblok stijgt bijvoorbeeld met ongeveer 8% per 1 vol. % toename van het vochtgehalte.



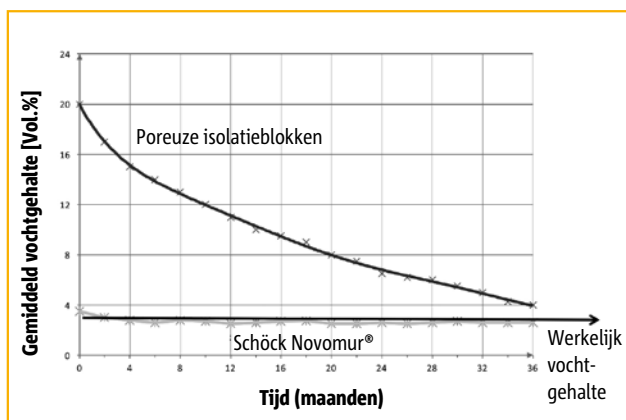
Afb. 7: Verminderde thermische geleidbaarheid van vochtige isolatieblokken

Een blik op de gegevens van een kelderplaat laat deze interactie heel duidelijk zien: om het probleem van thermische bruggen te vermijden is hier een dragend thermisch isolatie-element nodig. Deze isolatie-elementen, die als eerste rij bouw blokken worden gelegd, hebben mogelijk capillaire absorptie-eigenschappen, wat problematisch wordt wanneer er tijdens de bouw grote hoeveelheden water worden gebruikt voor het bouwen van de schil. Met name de laag blokken boven de kelderplaat wordt blootgesteld aan enorme vochtbelasting en neemt vocht op tot het punt van volledige verzadiging. Dit verhoogde vochtgehalte zorgt voor een sterke vermindering van de isolatieprestatie.

Zolang de isolatieblokken extra vocht bevatten, is de thermische isolatie van de kelderplaat niet optimaal. Dit veroorzaakt problemen zoals condensatie en schimmelgroei, en leidt tot meer warmteverlies.

Omdat de blokken aan alle kanten zijn ingesloten, kan het tijdens de bouw fase opgenomen vocht slechts zeer langzaam worden afgestaan. De egalisatielaag is aan de buitenmuur omsloten door een extern thermisch isolerend materiaal en aan de binnenmuur door de bovenverdieping met contactgeluidisolatie en vloerconstructie.

Onder deze geometrische omstandigheden kan de eerste rij blokken moeilijk het opgeslagen vocht afvoeren. Daardoor vertoont de egalisatielaag zeer lang een verhoogde thermische geleidbaarheid, waardoor het risico op schimmelgroei en bouwschade toeneemt. In sommige gevallen kan het jaren duren voordat de berekende thermische isolatieprestatie wordt bereikt.



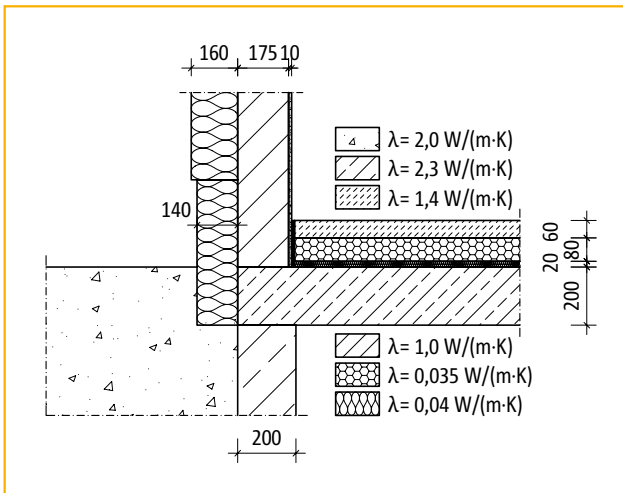
Afb. 8: Droogtijd van vochtige isolatieblokken

FEM-simulaties¹⁾ uitgevoerd door het Fraunhofer-Institut für Bauphysik laten zien dat de werkelijke thermische geleidbaarheid van poreuze isolatieblokken veel hoger is dan de berekende waarde gedurende de ongeveer 5 jaar die verstrijken voordat de blokken volledig zijn gedroogd. Ter vergelijking: in diezelfde periode is de thermische geleidbaarheid van Schöck Novomur® en Novomur® light slechts marginaal verhoogd. Schöck Novomur® en Schöck Novomur® light zijn dragende thermische isolatie-elementen die nagenoeg geen capillaire absorptie vertonen. Hun classificatie als waterwerend volgens DIN 4108 deel 3 betekent dat ze slechts een verwaarloosbare hoeveelheid water opnemen tijdens de bouw fase. Het gevaar dat tijdens de bouw fase vocht doordringt in de kelderplaat is daarmee van de baan. Schöck Novomur® en Schöck Novomur® light zorgen direct vanaf het begin voor effectieve thermische isolatie en verminderen het risico op bouwschade en schimmelgroei.

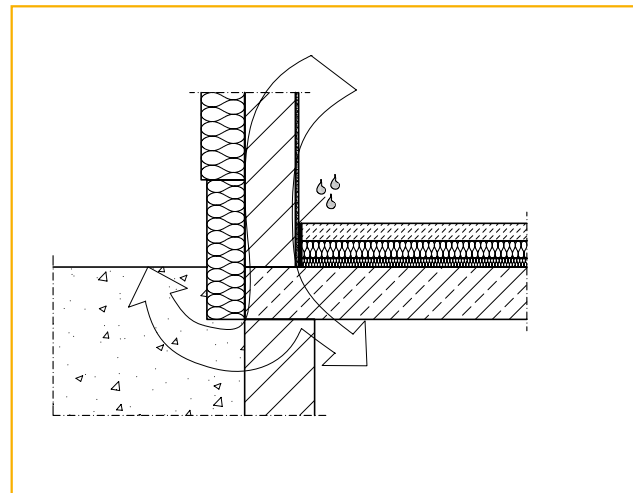
¹⁾ Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP Holzkirchen – rapportnr. HTB-5/2000

Bouwfysica

Thermische bruggen aan de fundering van een gebouw



Afb. 9: Dwarsdoorsnede van de fundering van een gebouw zonder isolatie



Afb. 9: Dwarsdoorsnede van de fundering van een gebouw zonder isolatie

Omdat er steeds strengere eisen gelden voor de energiezuinigheid van een gebouw, neemt ook de noodzaak om thermische bruggen te minimaliseren verder toe. Op dit moment is ongeveer 17% van het totale warmteverlies van gebouwen met een goede warmte-isolatie (KfW 40-norm, norm voor energiezuinige woningen) toe te schrijven aan thermische bruggen.

Van dit verlies nemen raamkozijnen (ca. 6%), balkonaansluitingen (ca. 3% bij vrijdragende balkons) en verbindingen tussen buiten- en binnenmuur (circa 8%) het grootste deel voor hun rekening.

Thermische bruggen aan de fundering van een gebouw spelen dus een enorme rol in de energiezuinigheid, gezien de lengte en geometrische configuratie van de constructie.

De uiterst problematische combinatie van buiten- en binnenmuren die onderhevig zijn aan zware belasting ($\lambda \approx 1,0 - 2,3 \text{ W / (m.K)}$) en op de kelderplaat moeten worden geplaatst en daardoor de isolatiemantel van het gebouw doorboren ($\lambda \approx 0,04 \text{ W / (m.K)}$) (thermische isolatie op de buitenmuren en thermische isolatie op de kelder- of ondergrondse garageplaat) vormt een enorme uitdaging bij het ontwerpen van een efficiënte isolatiemantel.

Variabelen die het energieverlies aan de fundering van een gebouw beïnvloeden

De thermische geleiding via dichte bouwdeelen wordt grotendeels geminimaliseerd door buitenmuren te isoleren en te zorgen voor oppervlakte-isolatie boven en/of onder de beganen grondplaat

Omdat oppervlakteisolatie in toenemende mate wordt toegepast, spelen ook thermische bruggen een steeds belangrijkere rol. Om dit kritieke probleem op te vangen, worden aanvullende maatregelen toegepast die de thermische bruggen van het ontwerp isoleren (door de isolatie vanaf de onderkant van de plaat 50-100 verder door te trekken dan aansluiting tussen muur en plaat, zie afb. 13).

Deze aanpak resulteert echter niet in een bevredigend succes. Met aanvullende isolatie kan de kritische oppervlaktetemperatuur van 12,6 °C niet worden gewaarborgd, zie afb.14.

Het probleem wordt nog versterkt omdat bouwmaterialen voor muren gemakkelijk vocht absorberen. Met name tijdens de bouwphase worden ze blootgesteld aan vocht van buitenaf. De zeer hoge capillaire werking van deze poreuze componenten resulteert in vochtige materialen, wat vervolgens weer leidt tot een verminderde isolatieprestatie. Doordat de eerste laag blokken aan alle kanten wordt omsloten door isolatiematerialen, vloerconstructies, gips en dergelijke hebben de muurmaterialen meerdere jaren nodig om te drogen. Gedurende deze tijd bieden de wandmaterialen een suboptimale isolatie die ver onder het berekende niveau blijft.

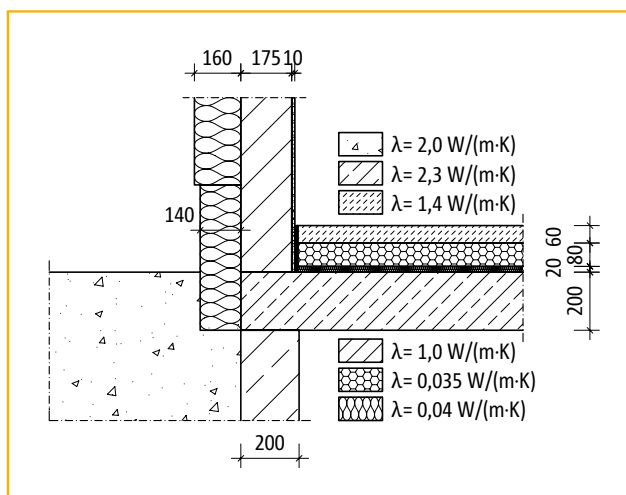
Bouwfysica

Vergelijking van isolatieprocedures

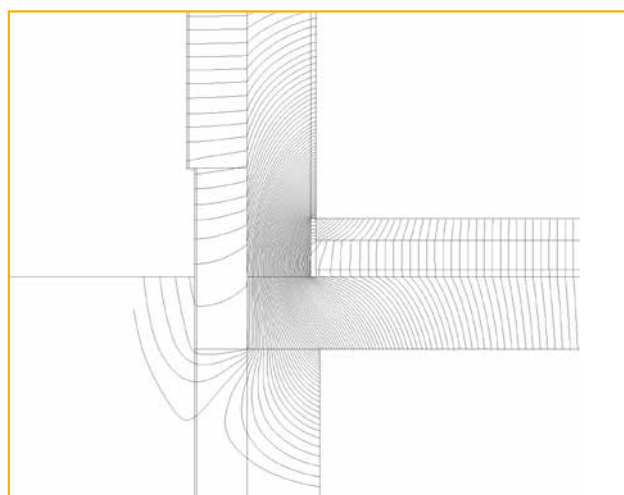
Fundering van een gebouw zonder isolatie

Als de fundering niet geïsoleerd is, onderbreken de bakstenen muren de isolatiemantel tussen de isolatie van de buitenmuur en de isolatie boven de kelderplaat (zie afb. 11). In combinatie met de hoge thermische geleidbaarheid van de bakstenen ($\lambda \approx 1.0 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$), resulteert dit in een enorme thermische brug aan de fundering van het gebouw (zie afb. 12). Dit betekent het volgende:

- ▶ Verhoogd warmteverlies resulterend in hogere verwarmingskosten
- ▶ Verlaagde oppervlaktetemperatuur in de ruimte
- ▶ Risico van condensatie en schimmelgroei



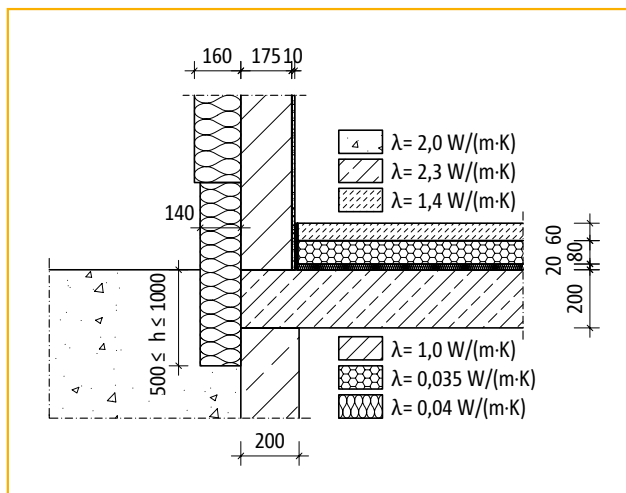
Afb. 11: Fundering van een gebouw zonder isolatie



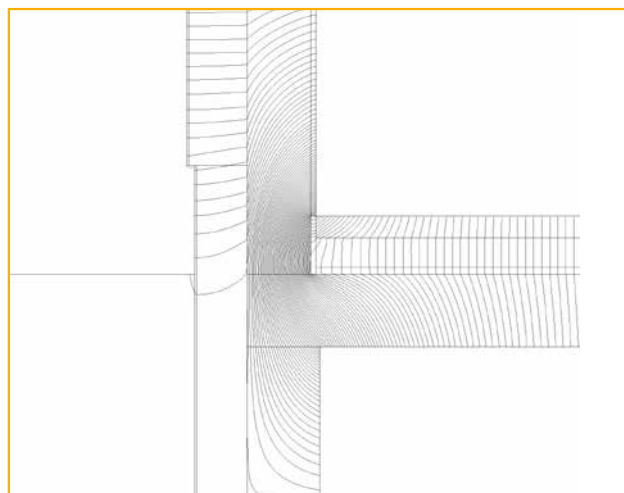
Afb. 12: Warmtestromen in een fundering zonder isolatie

Constructieve isolatiemaatregelen

Om thermische bruggen aan de fundering van een gebouw te verminderen, wordt de isolatie van de buitenmuur vaak doorgetrokken tot in de grond om perimeterisolatie te bieden (zie afb. 13). Behalve dat deze oplossing niet onaanzienlijke kosten met zich meebrengt, is de resulterende isolerende werking onbevredigend (zie afb. 14). Met name onder een diepte h van ongeveer 0,5 m is niet bewezen dat de isolatieprestatie verbetert door de perimeterisolatie verder naar beneden door te trekken (zie afb. 15).



Afb. 13: Constructieve isolatiemaatregelen

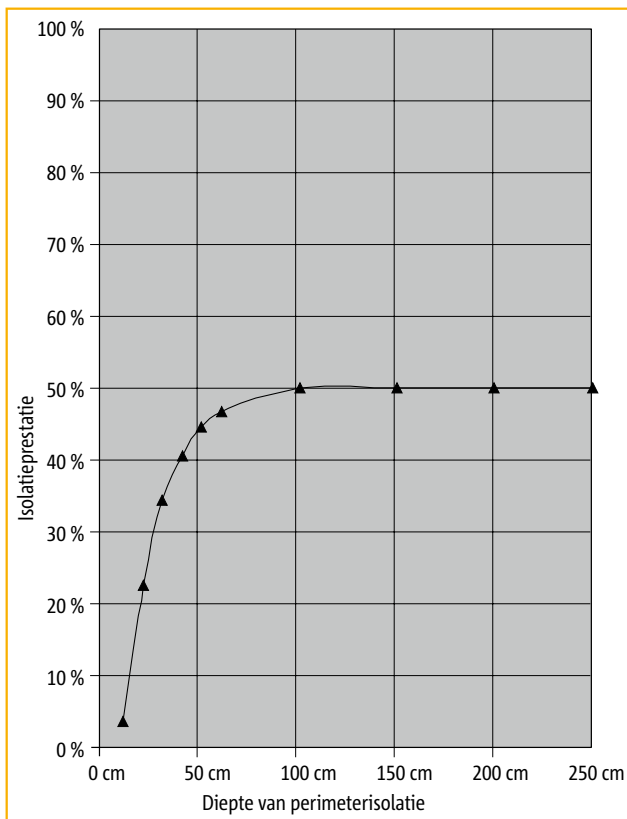


Afb. 14: Warmtestromen van constructieve isolatiemaatregelen

Bouwfysica

Vergelijking van isolatiemethoden

Zoals hierboven beschreven, is het toepassen van randisolatie enkel zinvol tot een bepaalde diepte in de grond. De volgende grafiek laat zien dat de isolatieprestatie slechts marginaal verbetert door isolatie aan te brengen tot dieper dan ongeveer 0,5 m.



Afb. 15: Isolatieprestatie van constructieve isolatiemaatregelen

Deze constructieve isolatiemaatregel levert een totale verbetering op van slechts circa 50%, ongeacht de diepte.

Bouwfysica

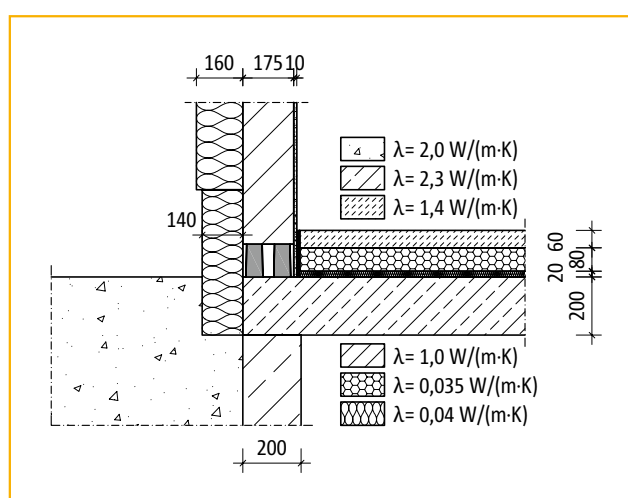
Vergelijking van isolatiemethoden

Isoleren met Schöck Novomur® en Novomur® light

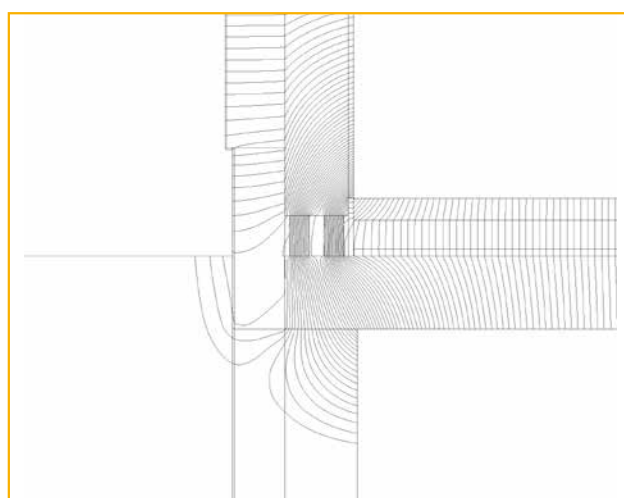
Schöck Novomur® en Schöck Novomur® light zijn dragende thermische isolatie-elementen die tussen de isolatie van de buitenmuur en de isolatie boven de kelderplaat worden geplaatst (zie afb. 16). Hierdoor ontstaat een constante en zeer efficiënte thermische isolatie (zie afb. 17).

Dit betekent het volgende:

- ▶ Minimaal warmteverlies, wat resulteert in lagere verwarmingskosten
- ▶ Hogere oppervlaktetemperatuur in de ruimte tot ruim boven de kritische schimmeltemperatuur
- ▶ Geen risico op schimmelvorming en condensatie
- ▶ Gezond binnenklimaat



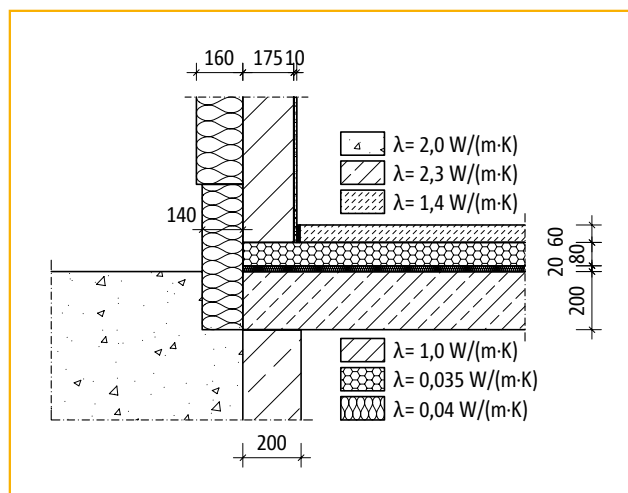
Afb. 16: Efficiënte thermische isolatie met Schöck Novomur®



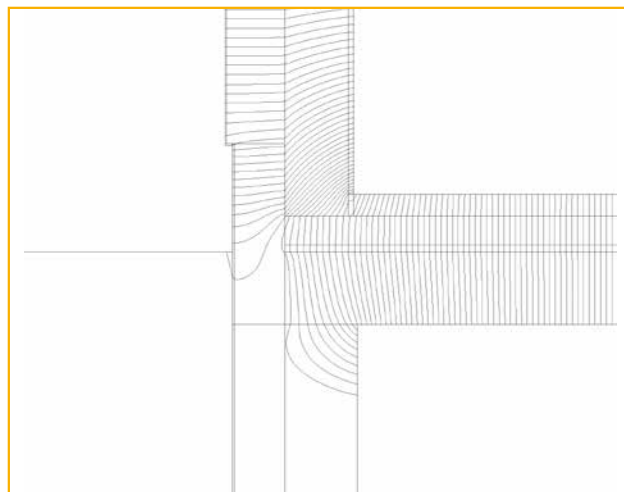
Afb. 17: Warmtestromen met Schöck Novomur®

Fundering van een gebouw met theoretisch ideale isolatie

Om de isolatieprestatie van de hierboven beschreven constructieve maatregelen te kunnen vergelijken, wordt het theoretisch ideale geval van een volledig omsloten isolatielaag weergegeven (zie afb. 18 en 19). Het is in de praktijk echter vrijwel onmogelijk om een dergelijke oplossing te realiseren.



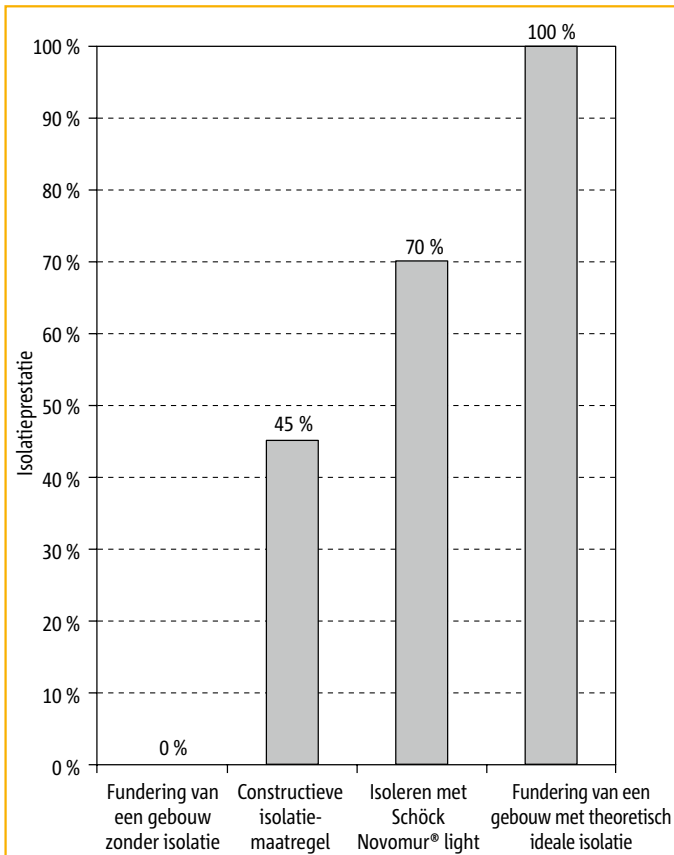
Afb. 18: Fundering van een gebouw met theoretisch ideale isolatie



Afb. 19: Warmtestromen rond de fundering van een gebouw met theoretisch ideale isolatie

Bouwfysica

Vergelijking van isolatiemethoden



Afb. 20: Vergelijking van de isolatieprestatie van de hierboven beschreven

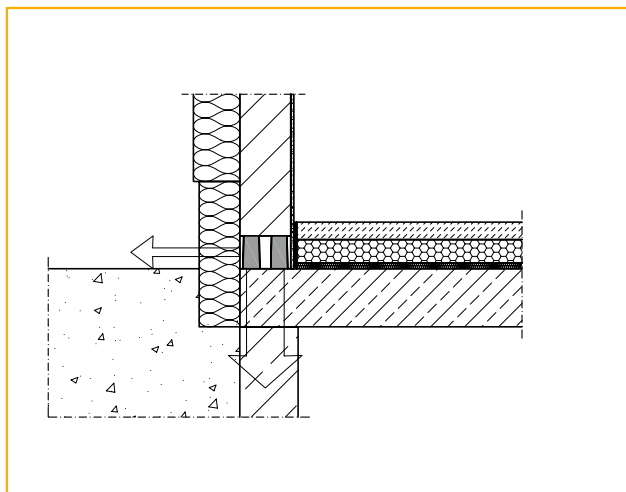
Vergeleken met de fundering van een gebouw met theoretisch ideale isolatie, biedt Schöck Novomur® duidelijk de beste isolatieprestatie van de hier beschreven alternatieven. Terwijl een constructieve isolatiemaatregel minder dan half zo goed presteert als een fundering van een gebouw met theoretisch ideale isolatie, realiseert Schöck Novomur® 70%.

Bovendien wordt dankzij de waterwerende eigenschappen van Schöck Novomur®-materialen tijdens de bouwphase slechts een verwaarloosbare hoeveelheid water opgenomen. Het resultaat: effectieve isolatie vanaf het eerste begin.

Bouwfysica

Afleiding λ_{eq}

Kenmerkend voor thermische bruggen aan de fundering van een gebouw is dat zowel warmte als belasting in dezelfde richting worden overgedragen. Zoals hierboven uitgelegd zijn er in het ontwerp van een fundering tal van factoren die de warmteoverdracht kunnen beïnvloeden. Bijzonder belangrijk is hierbij dat warmte van de begane grond zowel verticaal naar de daaronder gelegen ruimtes (in een eventueel niet verwarmde kelder / ondergrondse garage en in de omliggende grond), als horizontaal door de muur en eventueel aangrenzende ruimte beweegt. Hetzelfde geldt voor Novomur®: warmte beweegt zowel horizontaal als verticaal door deze isolatie-elementen, zie afb. 21.



Afb. 21: Warmtestromen door Schöck Novomur®

Waarom verschillen deze thermische bruggen van lijnvormige bruggen?

Balkonaansluitingen zijn een voorbeeld van lijnvormige thermische bruggen, waar warmte alleen horizontaal van binnen naar buiten beweegt omdat er maar één koude zone is: de buitenkant. Daarentegen zorgen onverwarmde kelders of ondergrondse garages - en de omliggende grond - dat warmte zowel verticaal als horizontaal beweegt bij de fundering van een gebouw.

Thermische geleidbaarheid van inhomogene producten

De structuur van Novomur® isolatie-elementen is niet homogeen. Ze bestaan uit een ondersteunende en een isolerende structuur die ongelijk in de dwarsdoorsnede zijn aangebracht, zie afb. 34. Hierdoor geeft het materiaal een andere warmteoverdracht in horizontale dan in verticale richting. Vanwege de interne structuur van Schöck Novomur® is de horizontale thermische geleidbaarheid veel lager dan de verticale.

Bouwfysica

Berekenen λ_{eq}

De λ van het product is nodig om de warmtestroom door de thermische brug te berekenen. Met geschikte softwareprogramma's voor bouwfysica is het mogelijk de warmtestroom door de thermische brug te berekenen. Die wordt uitgedrukt in een ψ -waarde (zie het hoofdstuk 'Analyse thermische isolatie' voor meer informatie). Omdat in deze software niet meer dan één λ per materiaal kan worden ingevoerd, hebben we aanbevelingen opgesteld voor het berekenen van de warmtestroom in de fundering van uw gebouw.

λ_{eq} berekenen om inhomogeniteit weer te geven

De eenvoudigste methode gebruikt de verticale λ van het product; dit is de lagere waarde en levert dus een conservatief resultaat op. Analyse van de invloed van de horizontale en verticale warmtestromen levert een nauwkeuriger resultaat op. Daaruit blijkt dat in alle mogelijke configuraties een regelmatig patroon zichtbaar is. Simpel gezegd: 90% van de warmte stroomt verticaal en 10% horizontaal. (Een uitgebreide studie van de parameters heeft dit resultaat gevalideerd.) Vervolgens kan uit deze verhouding een zeer exacte waarde voor het berekenen van λ_{eq} worden afgeleid:

$$\lambda_{eq} = 0,9 \cdot \lambda_v + 0,1 \cdot \lambda_h$$

$$\lambda_{eq,Novomur} = 0,248 \frac{W}{m \cdot K}$$

$$\lambda_{eq,Novomur\ light} = 0,182 \frac{W}{m \cdot K}$$

Deze waarde kan vervolgens in een geschikt softwareprogramma worden ingevoerd om de thermische weerstand, uitgedrukt als ψ , voor een constructie te berekenen. In onderstaande tabel staan de gemiddelde thermische geleidbaarheid in verticale en horizontale richting voor een gedetailleerdere analyse.

Breedte Schöck Novomur® element [cm]	Gemiddelde thermische geleidbaarheid [W/ (m · K)]	
	Verticale richting	Horizontale richting
11.5 - 24.0	$\lambda_v = 0.266$	$\lambda_h = 0.088$

Afb. 22: Thermische geleidbaarheid van Novomur®

Breedte Schöck Novomur® light element [cm]	Gemiddelde thermische geleidbaarheid [W/ (m · K)]	
	Verticale richting	Horizontale richting
11.5 - 24.0	$\lambda_v = 0.193$	$\lambda_h = 0.083$

Afb. 23: Thermische geleidbaarheid van Novomur® light

Bouwfysica

Analyse thermische isolatie

Energiebesparingsverordening en thermische bruggen

Met de inwerkingtreding van de energiebesparingsverordening (EnEV) op 1 februari 2002 werd in Duitsland de lage energienorm voor nieuwbouw bindend. Om thermische isolatie te realiseren die aan deze norm voldoet, is bijzondere aandacht voor thermische bruggen noodzakelijk. Isolatie van de buitenkant van een gebouw kan namelijk alleen effectief zijn als thermische bruggen worden vermeden of geïsoleerd. De Duitse energiebesparingsverordening schrijft voor het eerst expliciet voor dat bij het bepalen van de warmtebehoefte ook thermische bruggen in de berekening moeten worden meegenomen.

Volgens EnEV moet het specifieke warmteverlies door geleiding H_T als volgt worden berekend:

$$H_T = \sum F_i \cdot U_i \cdot A_i + H_{WB}$$

$\sum F_i \cdot U_i \cdot A_i$ beschrijft het warmteverlies via de dichte delen (wanden, vloerplaten, enz.) met U_i als de warmtedoorgangscoefficiënt (voorheen: k-waarde) van wand i met extern oppervlak A_i en temperatuurreductiefactoren F_i . H_{WB} geeft aan hoe groot het aandeel warmteverlies is dat wordt veroorzaakt door geleiding via thermische bruggen.

Case 1: Zonder analyse van thermische bruggen

Ervan uitgaande dat geen verdere analyse van thermische bruggen wordt aangeleverd, geldt het volgende:

$$H_{WB} = \Delta U_{WB} \cdot A_{ges} \text{ where: } \Delta U_{WB} = 0.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}), A_{ges} = \sum A_i \text{ (totale oppervlakte van de buitenkant van het gebouw.)}$$

d.w.z. een forfaitaire waarde ΔU_{WB} wordt opgeteld bij de gemiddelde U -waarde van de gebouwschil (aftrek voor het niet meeberekenen van thermische bruggen). Deze toevoeging aan de U -waarde komt ongeveer overeen met een gemiddelde stijging van de U -waarde met een vrij aanzienlijke 30%.

Case 2: Analyse methode voor thermische bruggen volgens bijlage 2 van de DIN 4108

Bijlage 2 van de DIN 4108 geeft toepassingsvoorbeelden van minimale isolatiemaatregelen voor thermische bruggen.

Als de aansluitdetails overeenkomen met deze toepassingsvoorbeelden, wordt de forfaitaire waarde

ΔU_{WB} verlaagd tot $0,05 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$, wat overeenkomt met een stijging van 15% van de gemiddelde U -waarde.

Case 3: Exacte berekening van thermische bruggen

Door effectieve maatregelen voor het isoleren van thermische bruggen toe te passen (zoals Schöck Novomur® en Schöck Isokorb®) ontstaan veel lagere waarden voor H_{WB} . In dergelijke gevallen is het zinvol de thermische bruggen exact te berekenen met behulp van de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt ψ volgens EN 10211. Hierbij geldt het volgende:

$$H_{WB} = \sum F_j \cdot \psi_j \cdot l_j + \sum F_k \cdot \chi_k$$

Variabele ψ vertegenwoordigt de (buitenste) waarde van de lineaire warmtetransmissie ψ (ook bekend als de warmteverliescoëfficiënt) van de lineaire thermische brug j die l_j lang is. χ_k is de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van puntvormige thermische brug k . Omdat de thermische isolatie-analyse volgens EnEV gebaseerd moet zijn op buitenoppervlakken, geldt dit ook voor de toegepaste ψ -waarden.

Bouwfysica

Analyse thermische isolatie

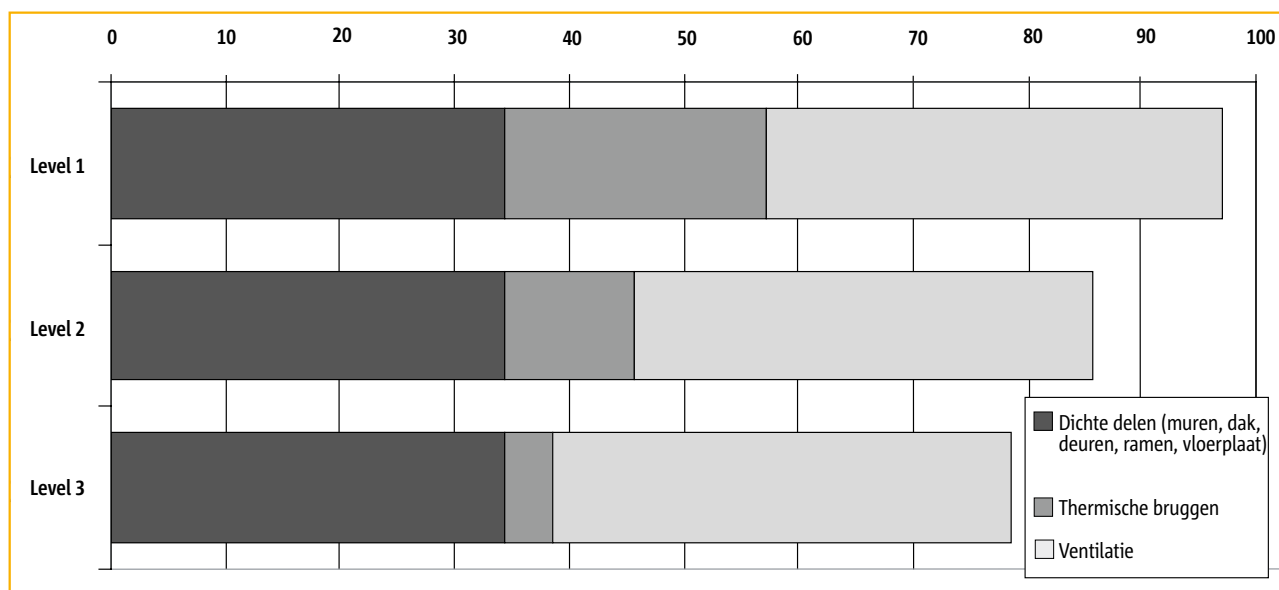
Analyseniveaus	1. Zonder analyse van thermische bruggen	2. Algemene meeberekening van thermische bruggen volgens bijlage 2 van de DIN 4108	3. Exacte analysemethode voor thermische bruggen
Beschrijving	Thermische bruggen in een gebouw worden niet individueel geanalyseerd of komen niet overeen met de toepassingsvoorbeelden vermeld in bijlage 2 van de DIN 4108.	De maatregelen voor het isoleren van thermische bruggen komen overeen met de toepassingsvoorbeelden die zijn vermeld in bijlage 2 van de DIN 4108.	De gegevens van thermische bruggen worden opgenomen in erkende tabellen voor thermische bruggen of berekend met behulp van FE-software.
Bewijs door analyse	$H_{WB} = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) A_{ges}$	$H_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) A_{ges}$	$H_{WB} = \sum F_j \cdot \psi_j \cdot l_j + \sum F_k \cdot \chi_k$
Daling van de gemiddelde U-waarde van de gebouwschil met	ca. 30%	ca. 15%	ca. 5% (als de thermische bruggen goed geïsoleerd zijn).

Afb. 24: Analyseniveaus van thermische bruggen volgens EnEV

Volgens afb. 24 daalt de isolatiefactor van een gebouw van ca. 95% tot 70-85% als de gegevens voor efficiënte isolatie van thermische bruggen niet exact worden berekend. Dit moet vervolgens worden gecompenseerd door extra maatregelen die tijd en geld kosten (bijv. dikkere isolatie van de buitenmuur).

Level 3 voor thermische bruggen is zeer eenvoudig uit te voeren met behulp van de Novomur® λ_{eq} -waarden, waardoor het mogelijk is warmteverlies door geleiding te minimaliseren.

Aandeel warmteverlies door geleiding en ventilatie in de jaarlijkse primaire energievraag [kWh/(m² • a)]



Afb. 25: Aandeel van een thermische brug in de warmtebehoefteberekening volgens de EnEV, voor een gemiddeld appartementsgebouw en uitgesplitst naar analyseniveau (bron: Bauphysik, uitgave 1, 02/2002)

Bouwfysica

Brandbeveiliging

Technische brandveiligheidseisen voor appartementsgebouwen

De bouwvoorschriften die in elke Duitse deelstaat van kracht zijn, bepalen de technische brandveiligheidseisen voor het bouwen van muren.

Artikel 28 (1) van de Duitse Musterbauordnung (modelbouwverordening - MBO) specificeert de weerstand tegen branduitbreiding als algemene eis voor buitenmuren. Deze weerstand moet gedurende een bepaalde tijd gegarandeerd zijn.

De technische brandveiligheidseisen van de MBO specificeren brandwerendheid – d.w.z. minimale R90-classificatie - voor draagmuren in woongebouwen van niet onbelangrijke hoogte (d.w.z. het vloerniveau van de bovenste etage ligt op één plaats minstens meer dan 7 m boven het maaiveld). Voor specifieke gebouwen gelden echter de bepalingen van de toepasselijke bouwvoorschriften van de deelstaat.

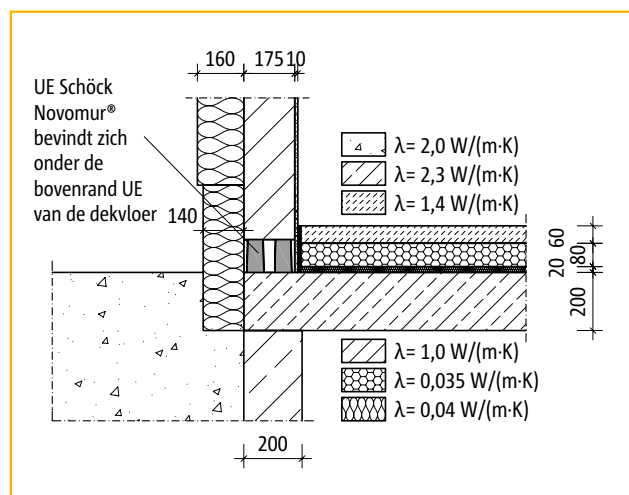
Brandweerstandsklassen REI30 en REI90

De classificatie van scheidingswanden in brandweerstandsklassen REI30 en REI90 volgens EN 13501-2 of EN 1996-1-2 in combinatie met EN 1996-1-2 / NA blijft geldig bij gebruik van Schöck Novomur® / Novomur® light, onder voorwaarde dat de installatie als volgt wordt uitgevoerd:

- Installeer elementen in de constructie zodanig dat de bovenrand (UE) van het dragende thermische isolatieelement zich onder de bovenrand van de dekvloer bevindt.
- Als alternatief kunt u beide zijden van de elementen bedekken met een pleisterlaag van ten minste 15 mm dik volgens EN 1996-1-2, punt 4.2 (1) of
- Stroken gipskartonplaat (minimaal 12,5 mm dik en minimaal zo hoog als het element) aan beide zijden bevestigen volgens DIN 18180
- Als alternatief kunt u het pleisterwerk of de stroken gipsplaat aan één zijde vervangen door gevelmetselwerk.

De classificatie van niet-scheidende wanden in brandweerstandsklassen R30 en R90 volgens EN 13501-2 of EN 1996-1-2 in combinatie met EN 1996-1-2 / NA blijft geldig bij gebruik van Schöck Novomur® / Novomur® light.

Extra brandveiligheidsmaatregelen zijn niet nodig.



Afb. 26: REI30 / REI90 classificatie van brandmuren

Bouwfysica

Brandbeveiliging en geluidsisolatie

Brandmuren

Schöck Novomur® mag in principe niet worden gebruikt voor brandmuren.

Als Schöck Novomur® aan beide zijden wordt ommanteld met een geschikte dekvloerconstructie, kan een passend brandbeveiligingsonderzoek de geschiktheid voor gebruik als brandmuren in individuele gevallen bevestigen.

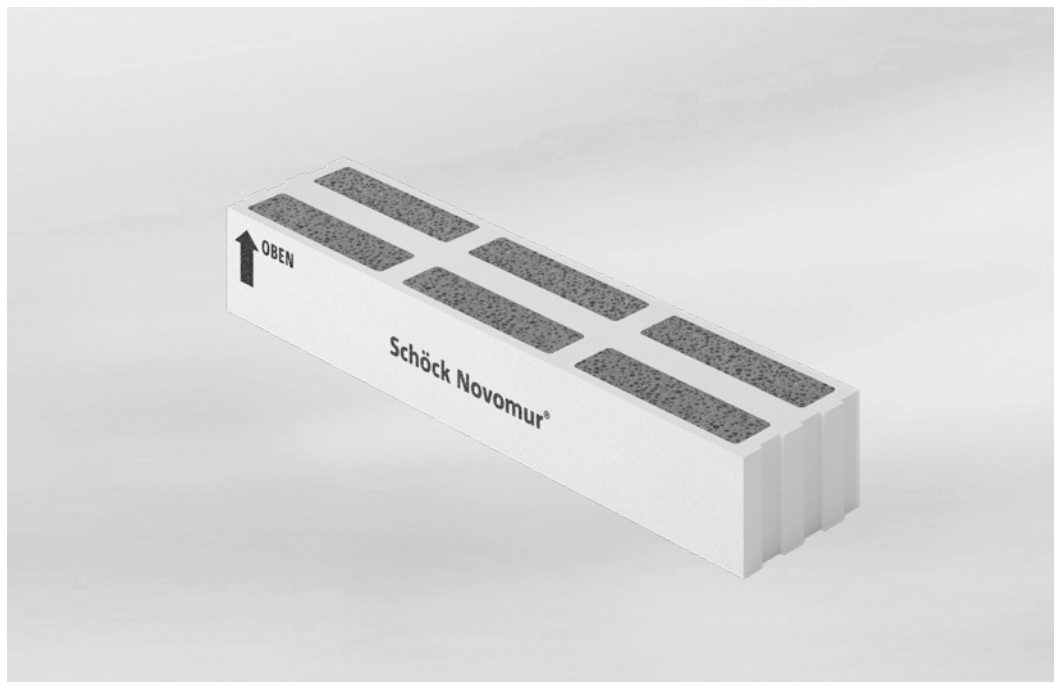
Geluidsisolatie

Volgens de resultaten van akoestische metingen op een testbank wordt de luchtgeluidsisolatie van een muur met Schöck Novomur® niet nadelig beïnvloed (zie testrapport nr. L 97.94 - P 18 en supplement P 225/02 van 29-07-2002, ITA - Ingenieurgesellschaft für Technische Akustik, Wiesbaden).

Voorkom het ontstaan van akoestische bruggen door de lucht als gevolg van een gebrekkig afgedichte de muur (bijv. stootvoegen) door de muur volledig te bedekken met gips (aan minstens één zijde).

Schöck Novomur®/Novomur® light

Dragende, waterwerende thermische isolatie-elementen ter voorkoming van thermische bruggen aan de fundering van een gebouw



Afb. 27: Schöck Novomur® type 20 - 17.5

Toepassingen:

Eerste of laatste laag van gemetselde muren

- ▶ Novomur®: Druksterkteklasse 20
- ▶ Novomur® light: Druksterkteklasse 6
- ▶ Eenvoudig ontwerp volgens EN 1996-3/NA voor gebouwhoogtes ≤ 20 m
- ▶ Gebruiken met dunbedmortel en normale mortel
- ▶ Goede planningsbetrouwbaarheid, bouwcode goedgekeurd, thermische prestatie getest, brandveiligheid getest, vochtprestatie getest
- ▶ Geclassificeerd als waterwerend volgens DIN 4108 deel 3

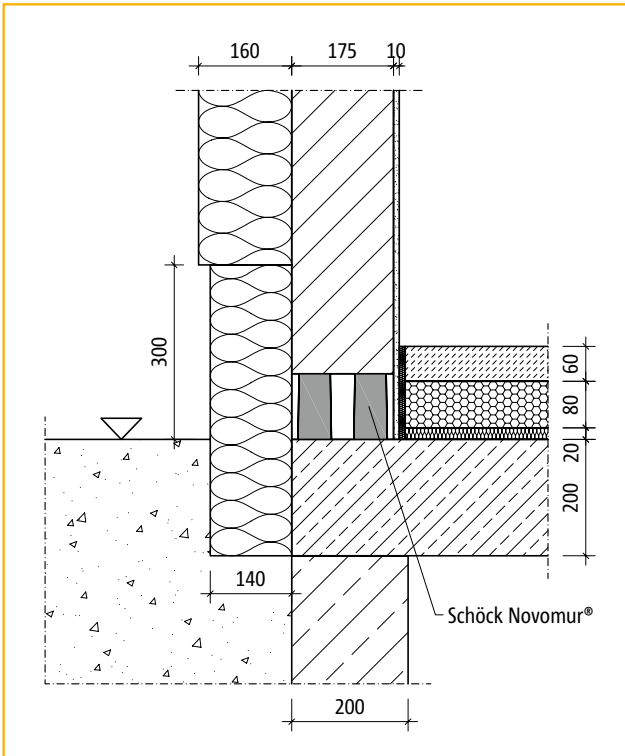
Inhoud

Page

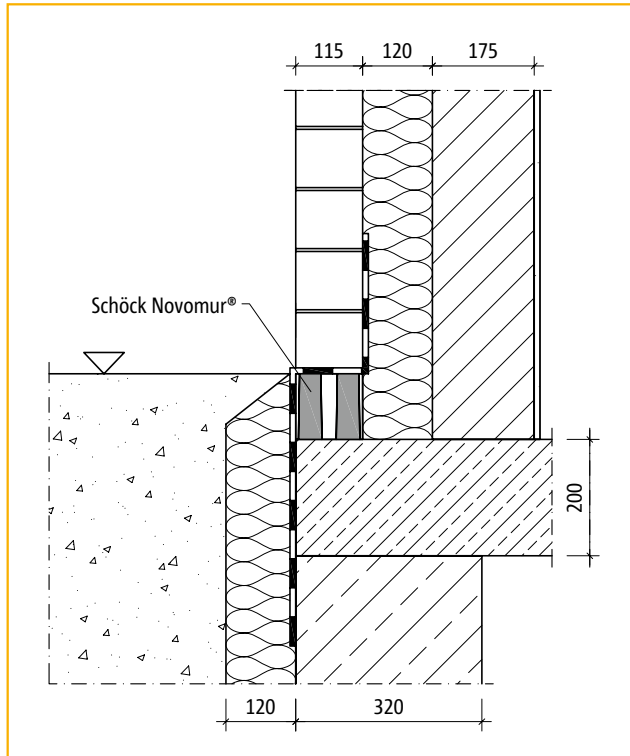
Installatielocatie	20
Afmetingen/Gewichten/Materialen	21
Ontwerp	22 - 23
Installatie/advies	24

Schöck Novomur®/Novomur® light Inbouwpositie

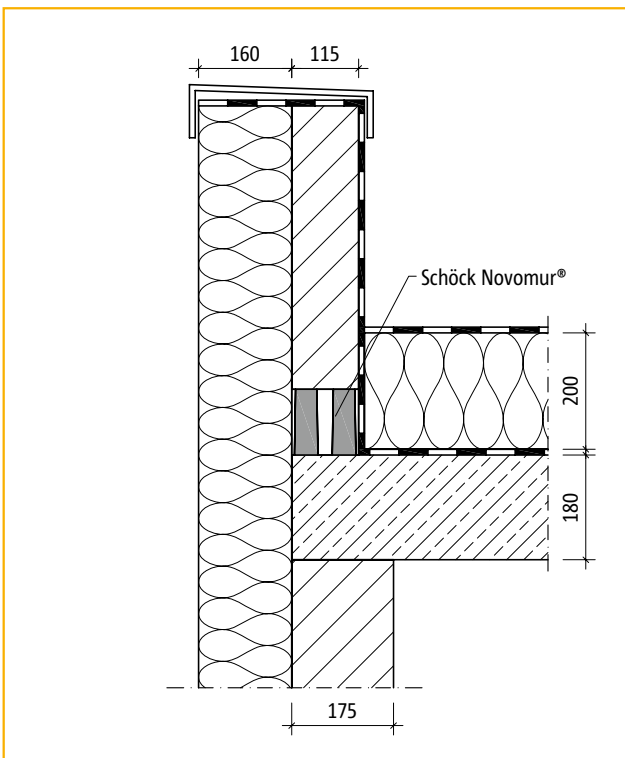
Novomur® /
Novomur® light



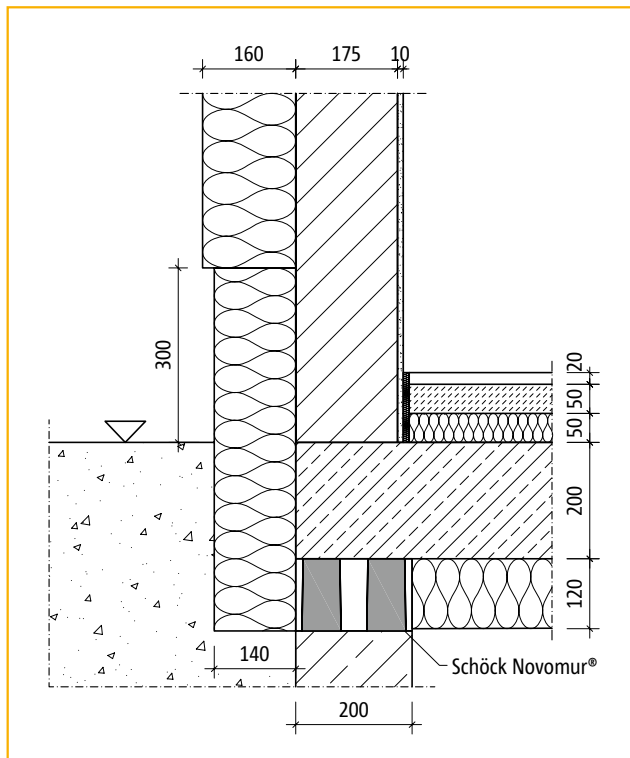
Afb. 28: Schöck Novomur® geïnstalleerd in een bouwsysteem met externe thermische isolatie



Afb. 29: geïnstalleerd in gevuld spouwmuursysteem



Afb. 30: Schöck Novomur® geïnstalleerd in de borstwering



Afb. 31: Schöck Novomur® geïnstalleerd onder de keldervloer

Schöck Novomur®/Novomur® light

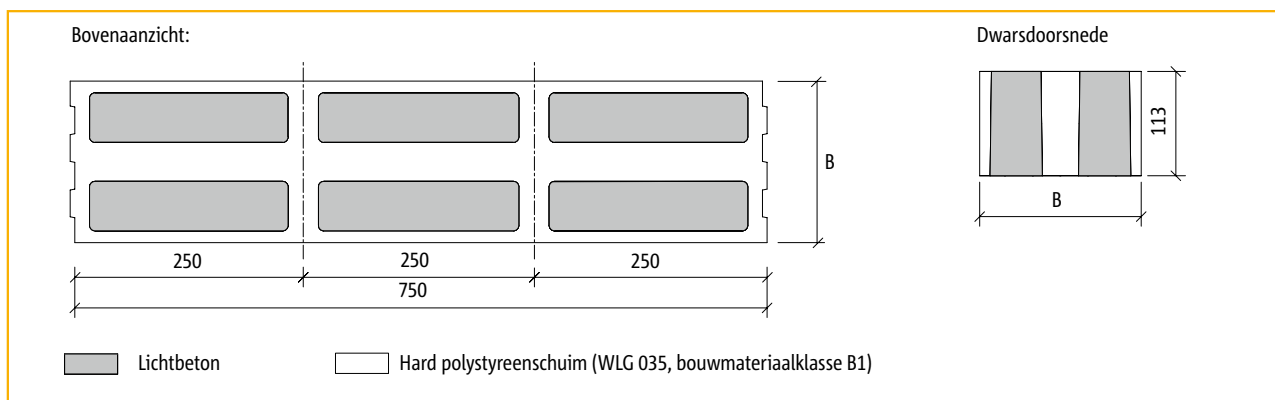
Afmetingen/Gewichten/Materialen

Schöck Novomur® type	Druksterkteklasse	Breedte element [mm]	Hoogte [mm]	Lengte [mm]	Gewicht [kg]
20 - 11.5	20	115	113	750	9.3
20 - 15		150			12.1
20 - 17.5		175			14.1
20 - 20		200			16.1
20 - 24		240			19.3

Afb. 32: Overzicht van types Novomur®

Schöck Novomur® type	Druksterkteklasse	Breedte element [mm]	Hoogte [mm]	Lengte [mm]	Gewicht [kg]
6 - 11.5	6	115	113	750	6.8
6 - 15		150			8.9
6 - 17.5		175			10.4
6 - 20		200			11.9
6 - 24		240			14.2

Afb. 33: Overzicht van types Novomur®



Afb. 34: Schöck Novomur®/Novomur® light afmetingen

Novomur® /
Novomur® light

Novomur®/Novomur® light

Ontwerp

Novomur® druksterkteklasse f_k			
Druksterkteklasse van kalkzandsteen / massieve baksteen	Kenmerkende waarde f_k van druksterkte in N/mm ² voor metselwerk met		
	Normale metselmortel uit groep		Dunbedmortel
	II a	III	
12	4.2	4.2	4.7
16	4.4	4.4	5.5
20	5.0	5.0	6.3
28	5.0	5.0	6.3

Afb. 35: Druksterkteklasse f_k of Novomur®

Novomur® light druksterkteklasse f_k			
Druksterkteklasse van kalkzandsteen / massieve bakstenen	Kenmerkende waarde f_k van druksterkte in N/mm ² voor metselwerk met		
	Normale metselmortel uit groep		Dunbedmortel
	II a	III	
≥ 12	2.6	2.6	3.1

Afb. 36: druksterkteklasse f_k of Novomur® light

Absorbeerbare normaalkracht van metselwerk in combinatie met Novomur®/ Novomur® light n_{Rd} [kN/m] = $T^{1.1} * f_k$ [N/mm ²]							
Vrije wandhoogte h [m]	Muurdikte t [cm]	Tussensteunen	Eindsteunen				
			Plafondplaat				Dakplaat
			Volledig ondersteunde plaat a/t = 1.0				a/t = 1.0
			Overspanning lf [m]				
			≤ 6.0	≤ 4.5	5.0	5.5	6.0
2.50	11.5	36	36				21
	15.0	57	57			51	28
	17.5	71	71	67	59	33	
	20.0	80	80	77	68	37	
	24.0	102	102	92	81	45	
2.75	11.5	32	32				21
	15.0	54	54			51	28
	17.5	69	69	67	59	33	
	20.0	77	77	77	68	37	
	24.0	99	99	92	81	45	
3.00	24.0	96	-	-	-	-	45

Tussenliggende waarden mogen niet worden geïnterpoleerd. ¹⁾T = tabelwaarde

Afb. 37: Maattabel voor metselwerk gecombineerd met Novomur®/Novomur® light

Opmerkingen over het gebruik van de maattabel

- ▶ Schöck Novomur® wordt berekend met behulp van de vereenvoudigde rekenmethode volgens EN 1996-3/NA.
- ▶ Schöck Novomur® mag alleen gebruikt worden in de onderste of bovenste laag van metselwerk.

Novomur®/Novomur® light

Ontwerp

- ▶ Volgens de vereenvoudigde rekenmethoden gespecificeerd in EN 1996-3 / NA, NDP voor 4.1 (1) P, verificatie van de algehele stabiliteit gebaseerd op slechts 50% van de waarde verkregen door de vergelijking NA.19 / NA.24, zij het niet meer dan de verkregen waarde wanneer f_{vk} / f_{vt} is 0,2 N/mm². Het laagste cijfer moet gebruikt worden.
- ▶ Als de afschuiving van de muur is geverifieerd volgens EN 1996-1-1, A.6.2 in combinatie met EN 1996-1- / NA, NCI voor 6,2, moet de berekening van VR_{dt} worden gebaseerd op slechts 50% van de waarde verkregen door de vergelijking NA.19 / NA.24, zij het niet meer dan de verkregen waarde wanneer f_{vk} / f_{vt} is 0,2 N/mm². Het laagste cijfer moet gebruikt worden.
- ▶ Muren met Schöck Novomur® / Novomur®-light komen mogelijk niet in aanmerking bij het overwegen van de verstijving van gebouwen in aardbevingsregio's van zone 2 en 3 volgens DIN 4149-1: 2005-04.
- ▶ De berekening van de kniklengtes moet gebaseerd zijn op muren die aan slechts twee zijden zijn geschoord.
- ▶ Buigspanningen van metselwerk blootgesteld aan belastingen loodrecht op het vlak mogen niet in de berekening worden meegenomen. Indien analyse de absorptie van deze belastingen moet aantonen, mag een draagvermogen alleen loodrecht op de horizontale verbindingen worden verondersteld, met uitsluiting van buigspanning.

Voorbeeld van meting van buitenmuur

Novomur® 20 - 17.5

Kalkzandsteen blokken, druksterkteklasse 20 Dunbedmortel

Muurdikte	17.5 cm
Vrije hoogte	2.75 m
Overspanning	5.5 m

Tabelwaarde uit afb. 37: 67

f_k uit afb. 35: $f_k = 6.3$ N/mm²

$$n_{Rd} = 67 * 6.3 = 422 \text{ kN/m}$$

Novomur®/Novomur® light

Installatie/advies

Algemene opmerkingen

- ▶ Metselwerk moet altijd composiet zijn.
- ▶ Schöck Novomur® moet altijd met de gemarkeerde zijde naar boven worden geplaatst.
- ▶ Schöck Novomur® kan met standaard bouwgereedschap op lengte worden gezaagd. Deelblokken moeten minimaal één raster lang zijn, d.w.z. minimaal 250 mm. Deelblokken mogen niet naast elkaar worden geplaatst.
- ▶ Gleuven en uitsparingen die het dragende gedeelte verzwakken, zijn niet toegestaan.
- ▶ Schöck Novomur® mag niet op elkaar worden gebouwd.
- ▶ Een afdichting (membraan) is vereist conform DIN 18195 deel 4. .
- ▶ In tegenstelling tot EN 1996-2 / NA, NCI bijlage NA D, sectie NA.D1 (4), mag een eventuele overstek van de bakstenen buitenschil van een gevulde niet-dragende spouwmuur niet meer dan 10 mm over het thermische isolatie-element uitsteken.
- ▶ Bij plaatsing in de buitenschil van gevuld spouwmetselwerk moet Schöck Novomur worden beschermd tegen het binnendringen van vocht.

Installatie boven de kelderplaat

- ▶ Schöck Novomur® blokken moeten dicht bij elkaar worden geplaatst in een bed van MG IIa / III normale mortel.
- ▶ Wacht na het plaatsen van de blokken tot de mortel voldoende is uitgehard om het werk te hervatten zonder de positie van de elementen in gevaar te brengen.
- ▶ Bij het bouwen van muren uit kalkzandsteen in dunbedmortel moeten de elementen zorgvuldig worden uitgelijnd om ervoor te zorgen dat ze vlak en horizontaal zijn.

Installatie onder de kelderplaat

- ▶ De plaat moet volledig worden ondersteund door Schöck Novomur®.
- ▶ Er moet worden voldaan aan de eisen voor het waterdicht maken van gebouwen volgens DIN 18195.

Colofon

Uitgever: Schöck Bauteile GmbH
Vimbucher Strasse 2
76534 Baden-Baden, Germany
Tel.: +49 7223 9670

Uitgave: October 2016

Copyright: © 2016, Schöck Bauteile GmbH
De inhoud van deze publicatie mag
niet geheel of gedeeltelijk aan derden
ter beschikking worden gesteld
zonder schriftelijke toestemming
van Schöck Bauteile GmbH.
Alle technische gegevens, tekeningen,
enz. zijn auteursrechtelijk beschermd.

Technische wijzigingen kunnen worden
doorgevoerd zonder voorafgaande kennisgeving
Uitgave: Oktober 2016

Schöck Nederland BV
Amersfoortseweg 15A
7313 AB Apeldoorn
Tel: +31 55 526 88 20
Email: info-nl@schoeck.com
www.schoeck.com

