

— Binnenmuuroplossingen

Keramische binnenmuurstenen Geluidsoplossingen



Toekomstgericht bouwen.
Met de kracht van Wienerberger.

Inhoud

	pagina
1 Inleiding	3
2 De theorie	4
2.1 Wat is geluid?	4
2.2 Frequentiebanden	4
2.3 Hard en zacht geluid	5
2.4 Rekenen aan geluid: 1+1=4!	6
2.5 Wijze van voortplanting van geluid en gebruikte termen	6
2.6 Doorgifte en gedrag van geluid in een constructie	8
2.7 Normen en regelgeving	9
2.8 Kwaliteitsklassen	10
2.9 Aanduidingen luchtgeluidisolatie/contactgeluidsisolatie	10
2.10 Uitwerking eisen Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL)	11
3 Gedrag van constructies	12
3.1 (Na)galm	12
3.2 Geluidsabsorptie	12
3.3 Massa	14
3.4 Coïncidentie	14
3.5 Enkelvoudige en dubbele wand	15
3.6 Bouwknopen	16
4 Standaard geluidsooplossingen	17
4.1 Principeoplossingen	17
4.2 Vloeren	17
4.3 Woningbouw eengezinswoningen	18
4.4 Meergezinswoningen/Appartementen	21



De brochure “Geluidsooplossingen” is een uitgave van Wienerberger. Deze publicatie is met zorg samengesteld. Er kunnen echter geen rechten aan worden ontleend.

Inleiding

Geluid in eengezinswoningen en meergezinswoningen

Sommige geluiden vinden we aangenaam. Andere geluiden vinden we hinderlijk. Kortom, de manier waarop we geluid ervaren is heel subjectief en sterk persoonsgebonden.

Voor het publiek tijdens een popconcert in de open lucht kan de muziek niet hard genoeg zijn. Terwijl omwonenden het misschien als zeer hinderlijk ervaren. Toch kunnen we het over één ding eens zijn: constante blootstelling aan storende en/of te harde geluiden kan leiden tot geestelijke en lichamelijke klachten.

Deze brochure neemt de woning/het appartement als uitgangspunt. Geluid ontstaat zowel binnen als buiten de woning. Als bescherming tegen geluid van

buiten is de uitwendige scheidingsconstructie maatgevend. Uit ervaring blijkt dat in een buitengevel de steenachtige muur geen maatgevend onderdeel is voor de geluidsprestatie van buiten naar binnen. In vrijwel alle gevallen zijn de raamopeningen inclusief het toegepaste glas in combinatie met de kierdichtingen en ventilatieopeningen maatgevend. Bij geluid dat binnen de woning wordt geproduceerd is de scheidingsconstructie tussen woningen, met haar aansluitingen, wel een bepalende factor.

In deze brochure vind je oplossingen om aan de prestatie-eisen te kunnen voldoen die het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL) stelt aan geluidsisolatie. Maar voordat je daaraan begint, is het goed om te weten wát geluid eigenlijk is. En: hoe gedraagt het zich?



De theorie

2.1 Wat is geluid?

Geluid bestaat uit drukschommelingen (trillingen) in de lucht. De trillingen planten zich voort als geluidsgolven. Vergelijk het met een druppel in een plas water.

Bij een geluidsgolf in lucht treden verdunningen en verdichtingen op (negatieve en positieve geluidsdruk). De luchtdeeltjes voeren een trilling uit rond hun evenwichtstoestand. Deze trilling geven de luchtdeeltjes aan elkaar door. Dit noemt men een longitudinale golfbeweging. De golflengte bij een longitudinale golf is de afstand tussen twee verdichtingen.

Deze trillende luchtdeeltjes, die hun beweging aan elkaar overdragen, vormen samen een geluidsgolf.

Trillen de luchtdeeltjes langzaam, dan hoor je een lage toon. Bij snelle trillingen ontstaat een hogere frequentie. Het aantal trillingen per seconde bepaalt dus de frequentie of toonhoogte. We duiden dat aan met de eenheid Hertz (Hz).

Het menselijk oor neemt geluiden waar met een frequentie tussen de 20 en 20.000 Hz. Een normaal horende volwassene hoor tot ongeveer 15.000 Hz. Een zuivere toon bestaat uit een geluid waarvan de geluidsdruk sinusvormig in de tijd verandert. Zuivere tonen komen weinig voor. Normaal gesproken hoor je geluiden die bestaan uit een verzameling van geluidsgolven in meerdere frequenties.



2.2 Frequentiebanden

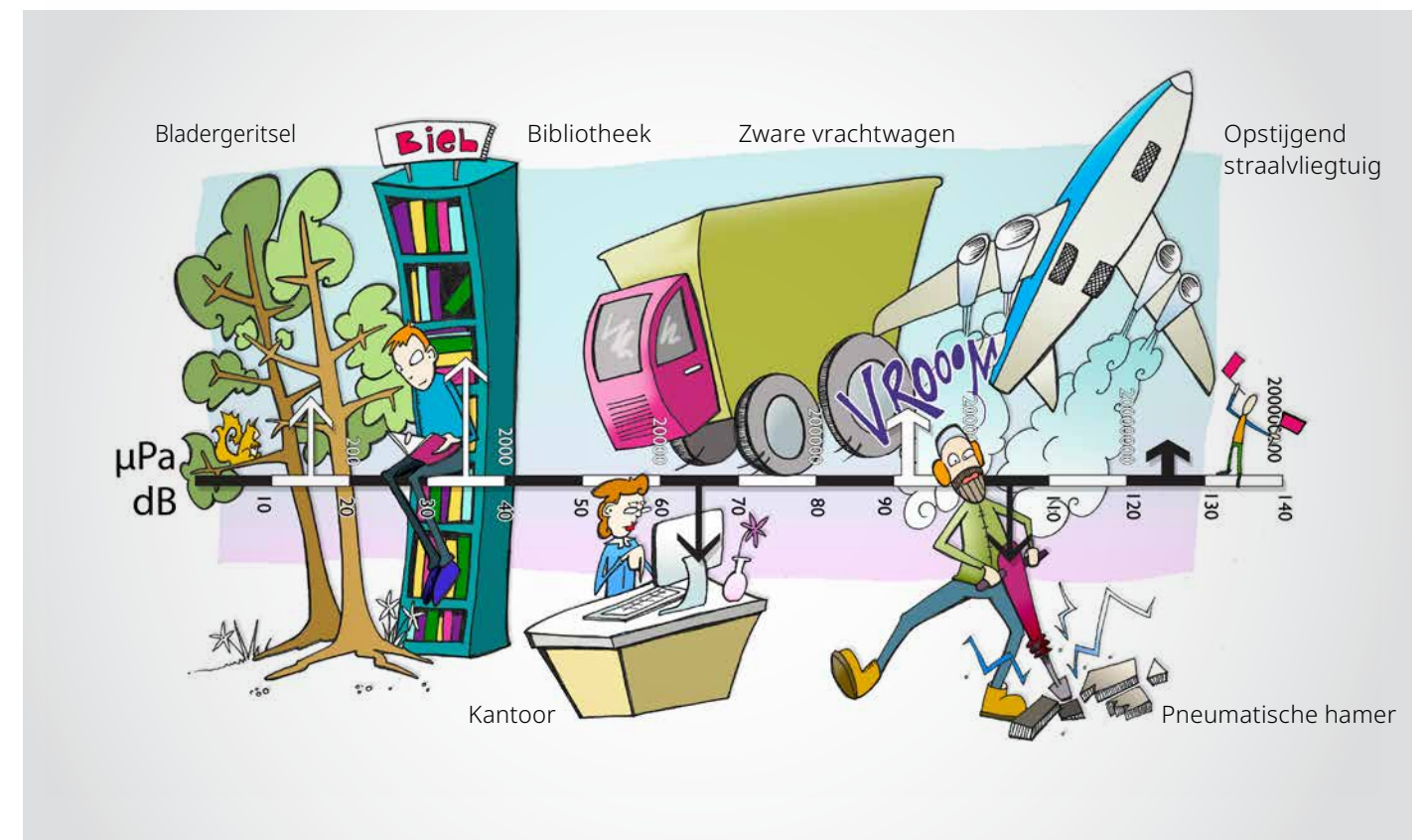
Een geluidssignaal bestaat uit meerdere frequenties. Bij metingen wordt het geluidsspectrum opgedeeld in groepen van frequenties, uitgedrukt in frequentiebanden. Bij laboratoriummetingen gebruikt men de onderverdeling in tertsbanden, bijvoorbeeld 100 Hz, 125 Hz, 160 Hz, 200 Hz, 250 Hz, 315 Hz, etc. In de praktijk gebruiken we meestal octaafbanden. Die

vind je ook in deze brochure. Benoeming van de frequentiebanden gebeurt veelal op basis van hun middenfrequentie. Iedere middenfrequentie van een opeenvolgende octaafband ligt een factor 2 uit elkaar. De meest relevante frequentiebanden voor de (lucht) geluidsisolatie tussen woningen zijn 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz en 4000 Hz.

2.3 Hard en zacht geluid

Geluidsgolven veroorzaken luchtdrukverschillen. De amplitude (zie figuur op blz. 4) is de maximale luchtdrukvariatie van een geluidsgolf. Hoe groter de amplitude, des te sterker is het geluid. Het gehoororgaan bepaalt uit de geluidsdruk de luidheid van het geluid. De eenheid van luchtdruk is Pascal (1 Pa = 1N/m²).

Het menselijk oor is gevoelig voor luchtdrukvariëaties vanaf $2 \cdot 10^{-5}$ Pa (slechts een vijf miljardste van de atmosferische druk) tot 20 Pa, de maximale drukvariatie van een geluidsgolf tot de pijngrens. Wanneer een geluid te zacht is (druk lager dan $2 \cdot 10^{-5}$ Pa) hoor je het geluid dus niet. Dat is de gehoordrempel.



Het menselijk oor is niet voor alle tonen even gevoelig. De gevoeligheid van het oor is het grootst rond 1.000 Hz. Voorbeeld: een toon van 1.000 Hz en 30 dB ervaar je als even luid als een lagere toon van 63 Hz en 53 dB. Een mens is dus minder gevoelig voor lagere tonen. Doordat de gevoeligheid van ons oor niet

voor alle frequenties gelijk is, worden meetresultaten bewerkt met een weging die de waarneming van ons oor het dichtst benadert. Een aanduiding die we nog veel tegenkomen is dB (A), tegenwoordig spreken we over een A-gewogen geluidsniveau L_A in dB.

2.4 Rekenen aan geluid: 1+1= 4!

Wanneer we rekenen in dB is 1+1 niet gelijk aan 2. Een verdubbeling van de geluidsdruk betekent een stijging van het geluidsniveau met 3 dB. Dit komt door het logaritmische verband (= 10 log 2). Om het

geluidsniveau met 10 dB toe te laten nemen moet de sterkte van de geluidsbron worden vertienvoudigd. Voor 20 dB is een verhonderdvoudiging nodig.

x 10

50 dB

60 dB -> dus + 10 dB

Voorbeeld

50 dB x 10 (vertienvoudigd)

=

50 + 10 log 10 = 60 dB

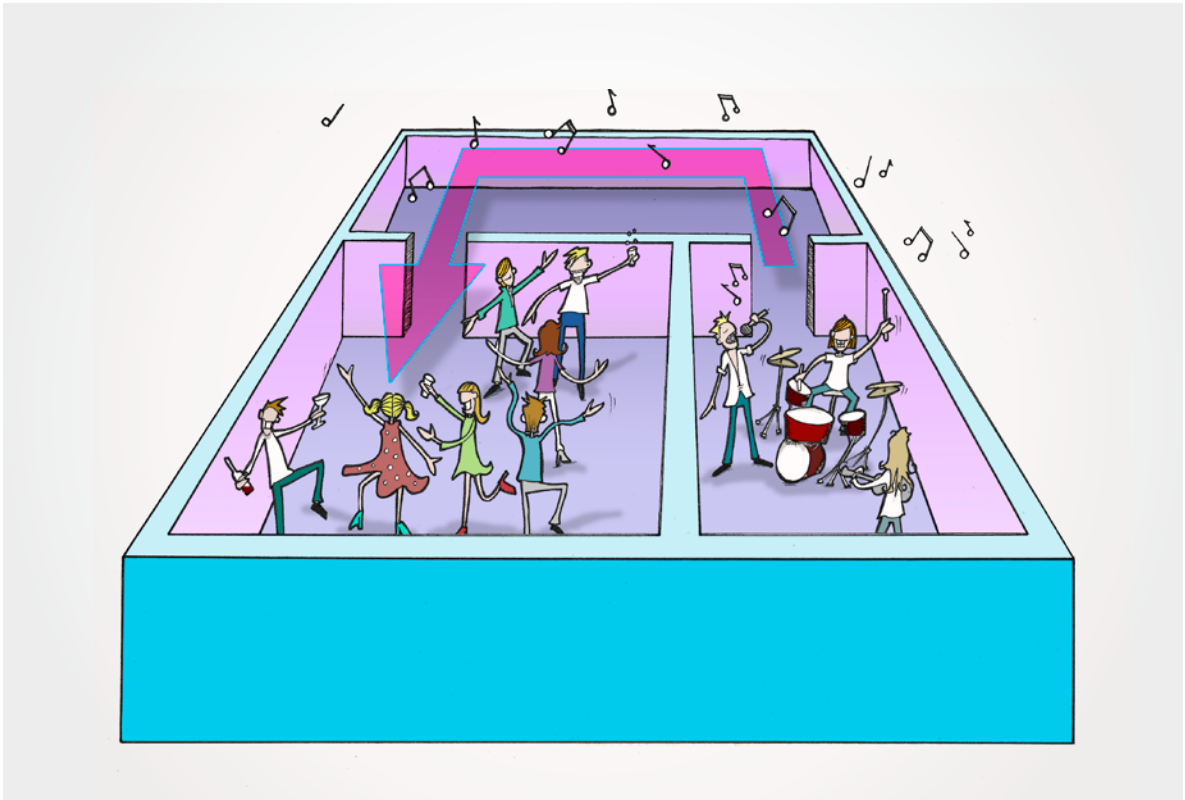
en geen 500 dB!

2.5 Wijze van voortplanting van geluid en gebruikte termen

Omloopgeluid

Deze term staat voor geluid dat direct via de lucht wordt overgebracht van het vertrek waar het geluid wordt geproduceerd (zend) naar een ander vertrek (ontvang). Tijdens het ontwerpen van een gebouw

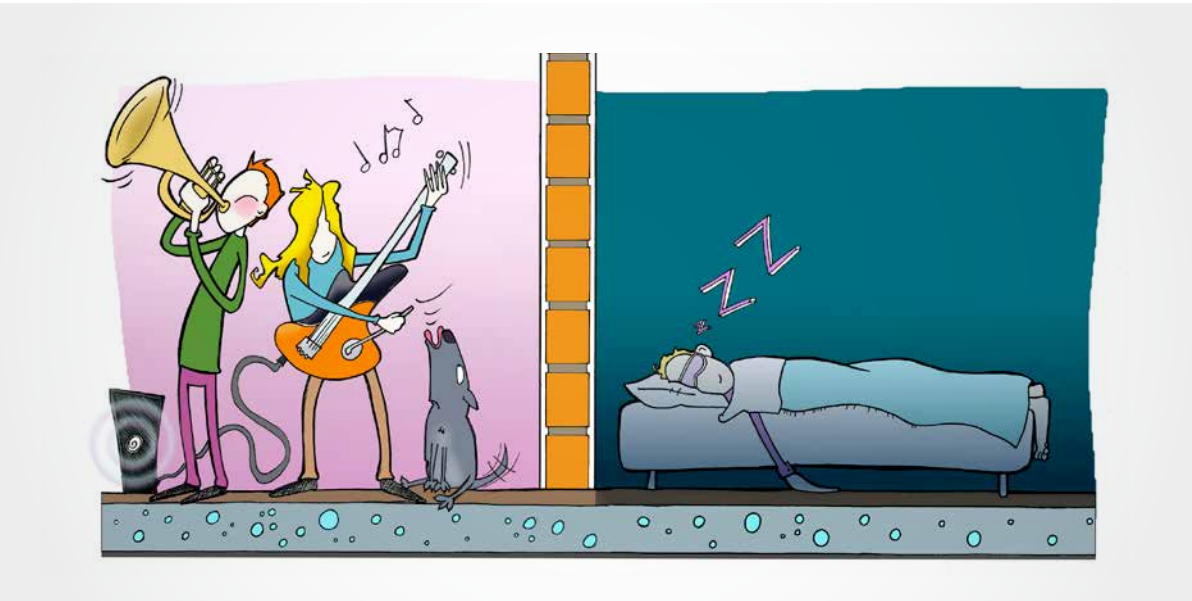
moet daarom rekening worden gehouden met de opzet van de scheidingsconstructie. Via de gang, een verlaagd plafond, een luchtkanaal of een galerij kan luchtgeluid worden overgebracht.



Luchtgeluid

Luchtgeluid bestaat uit geluidsgolven opgewekt door een (lucht)geluidsbron in de ruimte. Hierbij bestaat geen rechtstreeks contact tussen de geluidsbron en de constructie van muren en vloeren. Vervolgens

brenkt luchtgeluid de constructie in trilling. Deze straalt op haar beurt weer luchtgeluid af. Dit bereikt weer de naastgelegen ruimte.



Contactgeluid

Contactgeluid is geluid dat een constructie (een vloer, een wand, een trap) door direct contact aan het trillen wordt gebracht. De trillende constructie laat op

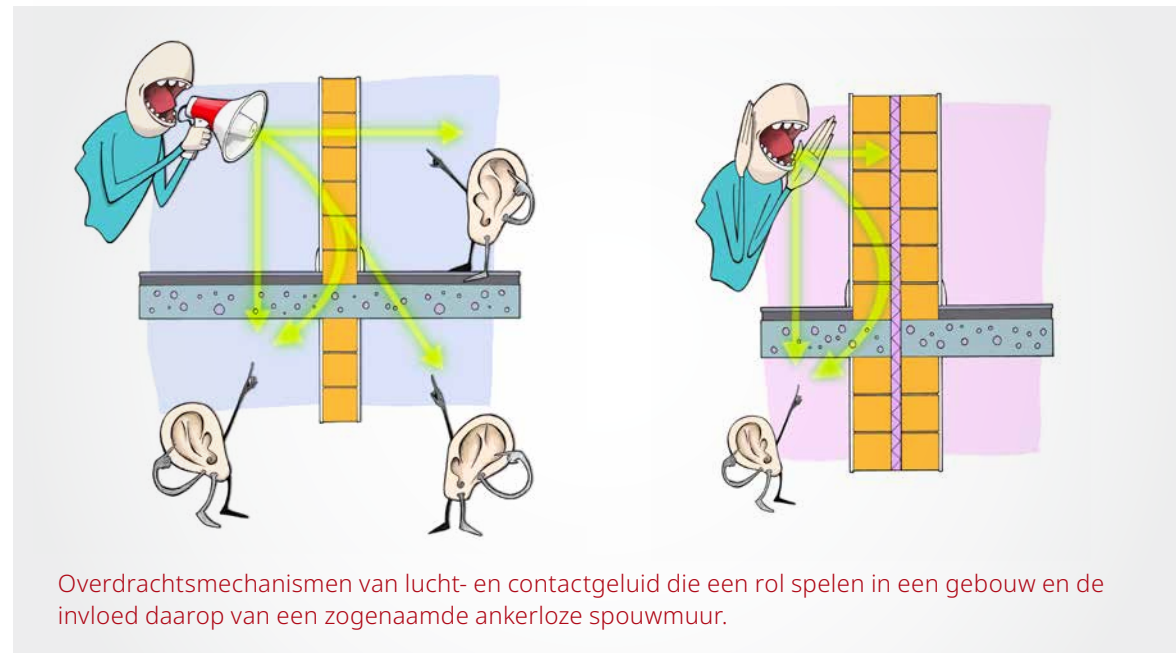
haar beurt de omringende lucht trillen en bereikt zo het oor via luchtgeluid.



2.6 Doorgifte en gedrag van geluid in een constructie

Afhankelijk van de constructie kan geluid via verschillende wegen worden doorgegeven in de constructie. De figuren tonen de overdrachtsmechanismen van lucht- en contactgeluid die een rol spelen in een

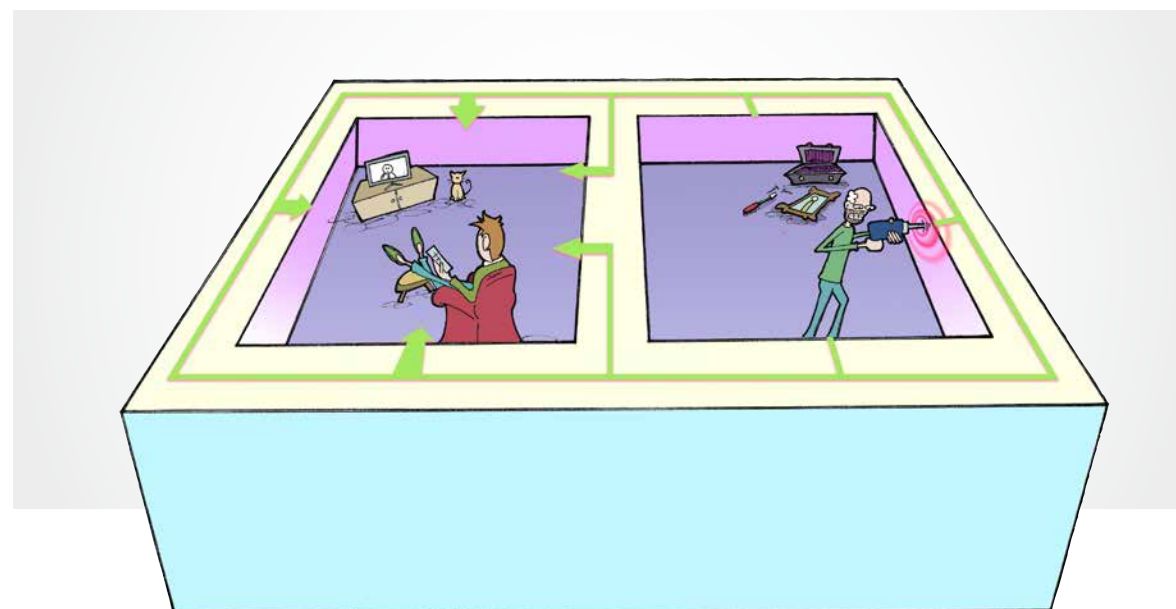
gebouw en de invloed daarop van een zogenaamde ankerloze spouwmuur. Later gaan we nog in op de verticale overdracht.



Flankerend geluid

De overdracht van geluid is niet alleen afhankelijk van de scheidingsconstructie maar ook van de aansluiting tussen de onderlinge constructiedelen. Door deze aansluitingen te ontkoppelen, zijn betere resultaten mogelijk. Nauwkeurige en nette uitvoering van deze

details zijn dus heel belangrijk voor de werkelijke prestatie van een constructie. Een correct uitgevoerde dilatatie in het baksteenbuitenblad van de gevel tussen twee woningen is, bij een traditionele ankerloze spouwmuur, al positief voor de geluidsisolatie.



2.7 Normen en regelgeving

Het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL) bevat minimale (prestatie)eisen waaraan altijd moet worden voldaan. Met betrekking tot het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL) zijn de volgende normen en praktijkrichtlijnen momenteel van toepassing:

- NEN 5077 Geluidswering in gebouwen; bepalingmethoden.
- NPR 5086, Geluidswering in woongebouwen – Geluidswering van lichte, woningscheidende wanden
- NPR 5272, Geluidswering in gebouwen – Aanwijzing voor de toepassing van het rekenvoorschrift voor de geluidswering van gevels op basis van NEN-EN 12354-3
- NPR 5070, Geluidswering in woongebouwen – Voorbeelden van wanden en vloeren in steenachtige draagconstructies
- NEN 1070, Geluidswering in gebouwen – Specificatie en beoordeling van de kwaliteit
- NTA 5098, Geluidlabeling van producten voor vloerafwerking
- NPR 5071, Geluidswering in woongebouwen. Voorbeelden van maatregelen tegen galm, en afgestemd op NEN 1070
- NTR 5076, Installatiegeluid in woningen en woongebouwen.

We kennen in Nederland naast een norm ook de zogenaamde NPR (praktijkrichtlijn) welke op hun beurt een praktische benadering en/of uitleg geven over het specifieke onderwerp waarvoor deze NPR geschreven is. Soms worden in een NPR voorbeeldconstructies uitgewerkt waarvan je aan mag nemen dat deze voldoen aan de prestaties eisen uit het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL). Overigens kunnen andere constructies, die niet in de praktijkrichtlijn staan, ook voldoen aan de eisen. Daarmee is er een vangnet voor ontwikkelingen en toepassingen.

Een vergunning kan worden verleend als aantoonbaar is dat aan de doelstelling en het niveau van de prestatie-eis wordt voldaan. Hiervoor bevat het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL) een gelijkwaardigheidsbepaling. Toepassingen als genoemd in deze brochure wijken deels af van de huidige NPR (Nederlandse Praktijk Richtlijn) maar worden door middel van deze brochure verder uitgewerkt. De manier van uitwerken is gebaseerd op de NPR 5070.

Het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL) stelt eisen aan;

- **Bescherming tegen geluid van buiten (paragraaf 4.3.1)**
Een gebouwschil beschermt tegen verkeerslawaaï, vliegtuiglawaai en andere geluidsbronnen van buiten. Deze prestatie, de geluidswering van de gevel, wordt bepaald volgens de NEN 5077. De eis is onder meer afhankelijk van de geluidsbelasting van de gevel.
- **Bescherming tegen geluid van installaties (paragraaf 4.3.2)**
Verschillende installaties in een gebouw - denk aan een toilet, een warmwatertoestel of een lift - produceren ongewenst geluid. Het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL) stelt eisen aan het volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke geluidsniveau van installaties.
- **Geluidswering tussen verblijfsruimten van dezelfde gebruiksfunctie (paragraaf 4.3.3)**
De bescherming tegen lucht- en contactgeluid binnen een gebouw wordt bepaald volgens NEN 5077.
- **Beperking van galm (paragraaf 4.3.4)**
De beperking van galm gaat geluidhinder tegen in een verblijfsruimte van een woning. De hoeveelheid galm wordt bepaald door NEN-EN 12354-6.
- **Geluidswering tussen ruimten van verschillende gebruiksfuncties (paragraaf 4.3.5)**
Deze afdeling stelt de eisen voor de lucht- en contactgeluidsisolatie tussen woningen onderling. De eisen worden bepaald volgens de NEN 5077.



2.8 Kwaliteitsklassen

De wettelijke criteria kunnen niet voor iedereen hinder voorkomen. Daarom wordt vaak een percentage van 20% van de bevolking geaccepteerd dat hinder onder-

vindt. Er zit ook verschil in de aard van het geluid. Een constant geluid is vaak minder hinderlijk dan een wisselend geluid. En ook het tijdstip van de dag is bepalend.

In de tabel ziet je de waardes voor NEN 5077

Niveau	% gehinderden	Luchtgeluid $D_{nT,A,k}$ NEN 5077	Contactgeluid $L_{nT,A}$ NEN 5077	Kwaliteitscijfer k
Comfort	5 tot 10%	57 dB	49 dB	k=2
Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL)	10 tot 25%	52 dB	54 dB	k=3

NEN 1070 classificeert de eisen aan geluidswering in gebouwen. Het drukt de verschillende akoestische eisen uit in kwaliteitsklassen. Om een indruk te geven

wat men kan verwachten bij de keuze van het kwaliteitscijfer is in de NEN 1070 een tabel opgenomen welke e.e.a. tastbaar maakt (zie tabel hierboven)

2.9 Aanduidingen luchtgeluidsisolatie/contactgeluidsisolatie

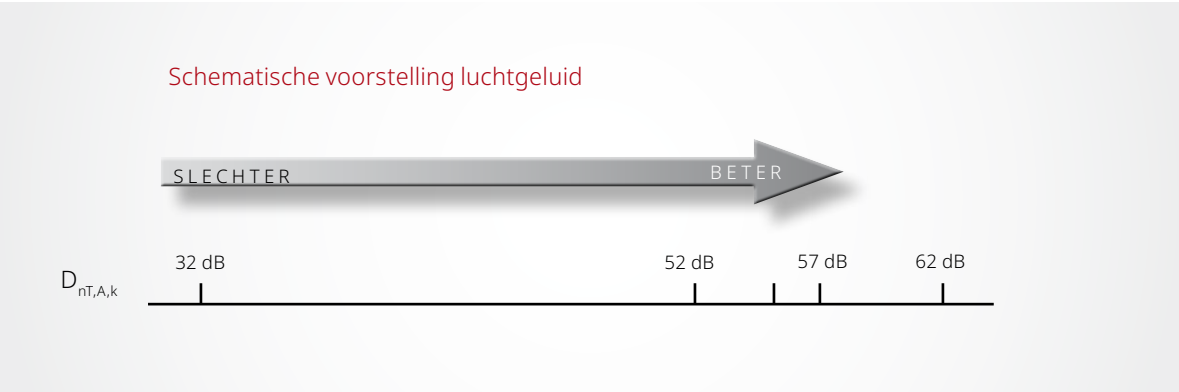
In de norm NEN 5077 is de term voor luchtgeluid vervangen door $D_{nT,A,k}$ (A-gewogen* genormeerd* karakteristiek luchtgeluidsniveau verschil) in dB.

- Genormeerd: het gemeten geluidsniveau is onafhankelijk gemaakt van de inrichting en indeling van de ontvangruimte.

Deze term is een ééngetalsaanduiding. Dat wil zeggen dat de geluidsisolatie voor verschillende toonhoogten (spectrum, octaafbanden) volgens een genormeerde frequentieweging zijn omgerekend naar één getal.

Voor luchtgeluid geldt: hoe hoger de waarde voor $D_{nT,A,k}$ des te beter de waarde.

- A-gewogen: gecorrigeerd voor de gevoeligheid van het menselijk oor volgens de A-weging.



Beleving- en verwachtingen bij geluid

Basisklasse III

Indicatief 10-25% gehinderden.
Bescherming tegen ontoelaatbare storing, uitgaande van een gedrags/ leefpatroon waarbij men rekening houdt met elkaar. Spraak soms waarneembaar, maar niet verstaanbaar. Zeer luide spraak verstaanbaar, harde muziek goed hoorbaar. Loopgeluiden e.d soms storend. Ontoelaatbare storing door installatiegeluid wordt in het algemeen voorkomen.

Comfortklasse II

Indicatief 5-10% gehinderden.
Onder normale omstandigheden een goede bescherming, zonder al te veel beperkingen aan bewo-

nersgedrag. Gewone spraak niet hoorbaar, hardere spraak en muziek soms hoorbaar maar niet verstaanbaar. Zeer luide spraak en muziek, feestjes duidelijk hoorbaar, maar spraak niet verstaanbaar. Loopgeluiden in het algemeen niet storend hoorbaar. Installatiegeluiden soms storend.

N.B deze uitleg kun je beschouwen als een indicatie. Immers beleving en mogelijk ondervinden van geluidhinder is afhankelijk van vele factoren. Bijvoorbeeld; tijdstip (ochtend, middag, nacht), achtergrondgeluiden in de eigen woning, frequentie optreden hinderlijk geluid, gevoeligheid voor geluid.
Bron; NEN 1070

2.10 Uitwerking eisen Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL)

Een aantal eisen uit het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL), hoofdstuk gezondheid:

kierdichtingen. Zijn er geen raamopeningen, dan voldoet de baksteen buitengevel aan de eis van het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL).

• Bescherming tegen geluid van buiten (paragraaf 4.3.1)

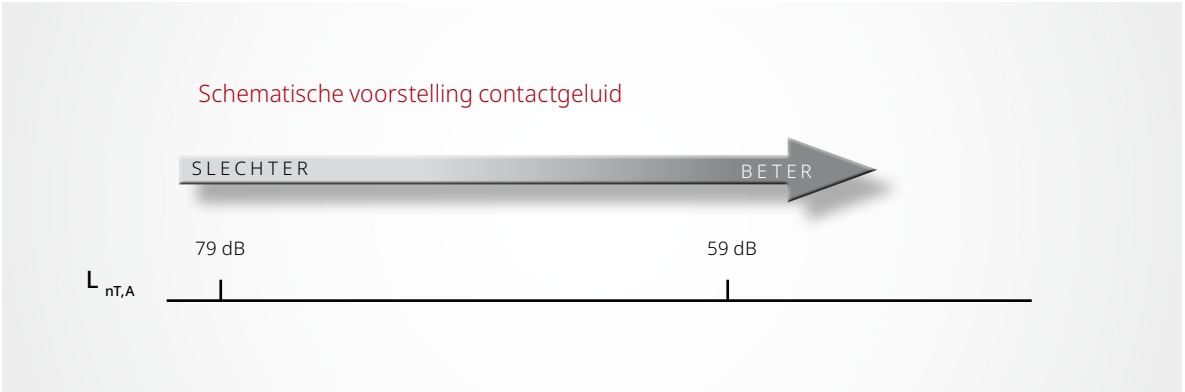
Dit artikel stelt de prestatie-eisen aan de geluidswering van de gevel vast. Het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL) stelt een minimum eis aan de geluidswering, onafhankelijk van de ligging van de woning en zijn geluidsbelasting. Voor een verblijfsgebied (bijvoorbeeld de woonkamer) is minimaal een karakteristieke geluidswering van de uitwendige scheidingsconstructie van 20 dB(A) vereist. De eis aan de karakteristieke geluidswering van de gevel van nieuwbouwwoningen bedraagt maximaal 35 dB(A). Uit ervaring blijkt dat in een baksteen buitengevel met ramen en/of deuren de muren vrijwel niet bepalend zijn voor de geluidsprestatie. Maatgevend zijn de raamopeningen inclusief het toegepaste glas in combinatie met de ventilatieopeningen en

• Geluidswering tussen ruimten van verschillende gebruiksfunctie (paragraaf 4.3.4)

Deze afdeling geeft de eisen aan voor de lucht- en contactgeluidsisolatie tussen woningen onderling (NEN 5077). Hieronder valt de woningscheidende wand.

Om deze eisen te kunnen realiseren is een module ontwikkeld waarmee je wand/vloerkeuzes kunt maken om te voldoen aan de geluidseisen (www.wienerberger.nl). Natuurlijk horen bij deze keuzes details die ook worden benoemd en uitgewerkt.

Voor contactgeluid geldt: hoe lager de waarde voor $L_{nT,A}$ des te beter de isolatie.



Gedrag van constructies

3.1 (Na)galm

Geluid in een ruimte komt op directe wijze vanaf de bron bij ons oor. Maar het kan ons ook op indirecte wijze bereiken. Bijvoorbeeld als het geluid wordt weerkaatst op de omringende wanden. De tijd dat een geluid hierdoor in een ruimte naklinkt, noemt men nagalmtijd. Deze drukken we uit in seconden. Het geeft de tijd aan dat het geluidsniveau 60 dB in geluidsterkte daalt na het uitschakelen of onderbreken van de geluidsbron. De nagalmtijd is afhankelijk van het volume en de vorm van de ruimte, het oppervlak in m² en de absorptiecoëfficiënt van de gebruikte materialen.

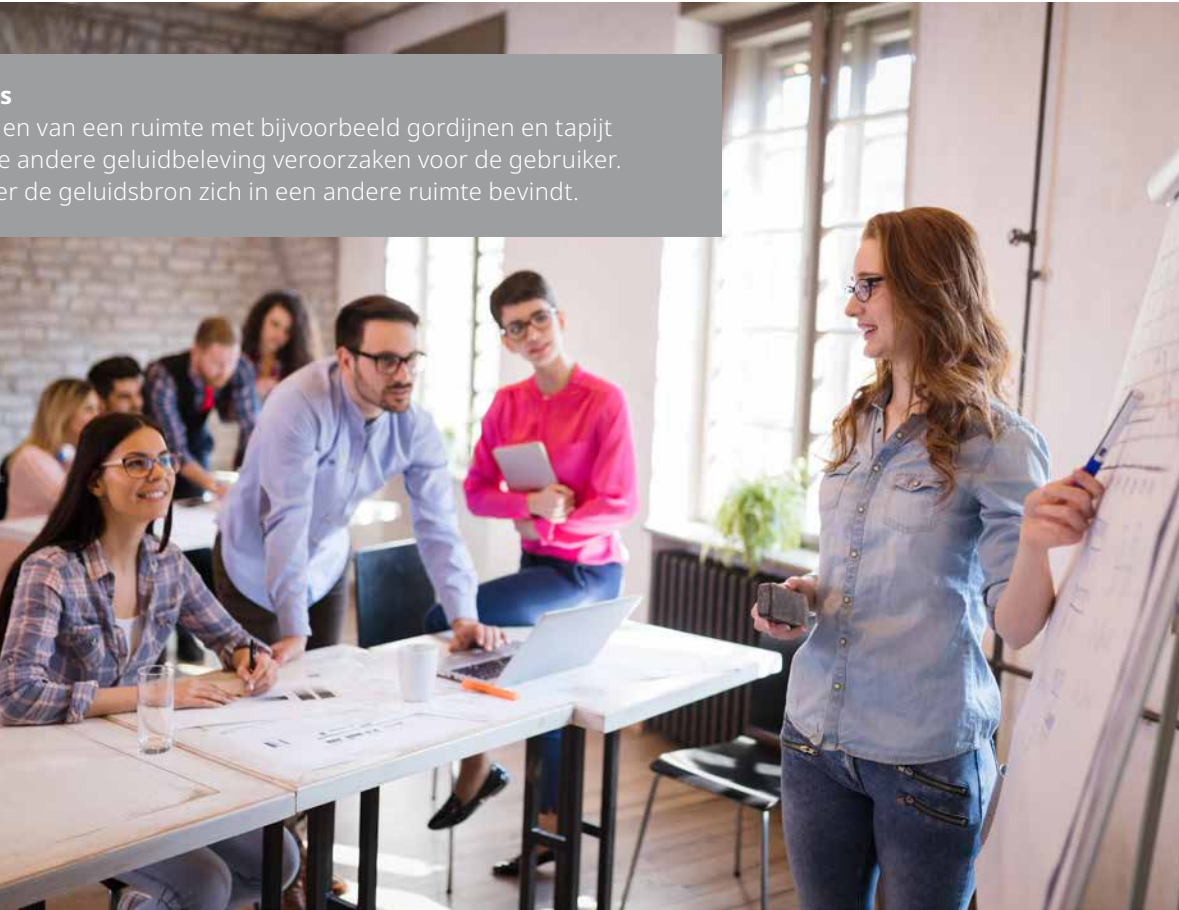
Afhankelijk van de bestemming van een ruimte, is een kortere of een langere nagalmtijd wenselijk. In een ruimte met een korte nagalmtijd (bijvoorbeeld een stoffenatelier) kost het veel moeite om luid te spreken of bijvoorbeeld te musiceren. In een ruimte met een lange nagalmtijd zullen de geluiden door elkaar heen klinken (echo-effect) en zodoende moeilijk zijn te onderscheiden. In deze ruimtes is de verstaanbaarheid vaak matig.

Het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL) kent richtwaarden voor de gewenste nagalmtijd in verschillende ruimten:

Woning	0,5 seconde = referentie T ₀ voor D _{nTA,k} (en voorheen I _{lu,k})
Schoollokaal	0,6-0,8 seconde
Schouwburg	0,9-1,3 seconde
Kantoorruimte	0,5-0,7 seconde

Tips & trucs

Het aankleden van een ruimte met bijvoorbeeld gordijnen en tapijt kan een hele andere geluidbeleving veroorzaken voor de gebruiker. Ook wanneer de geluidsbron zich in een andere ruimte bevindt.

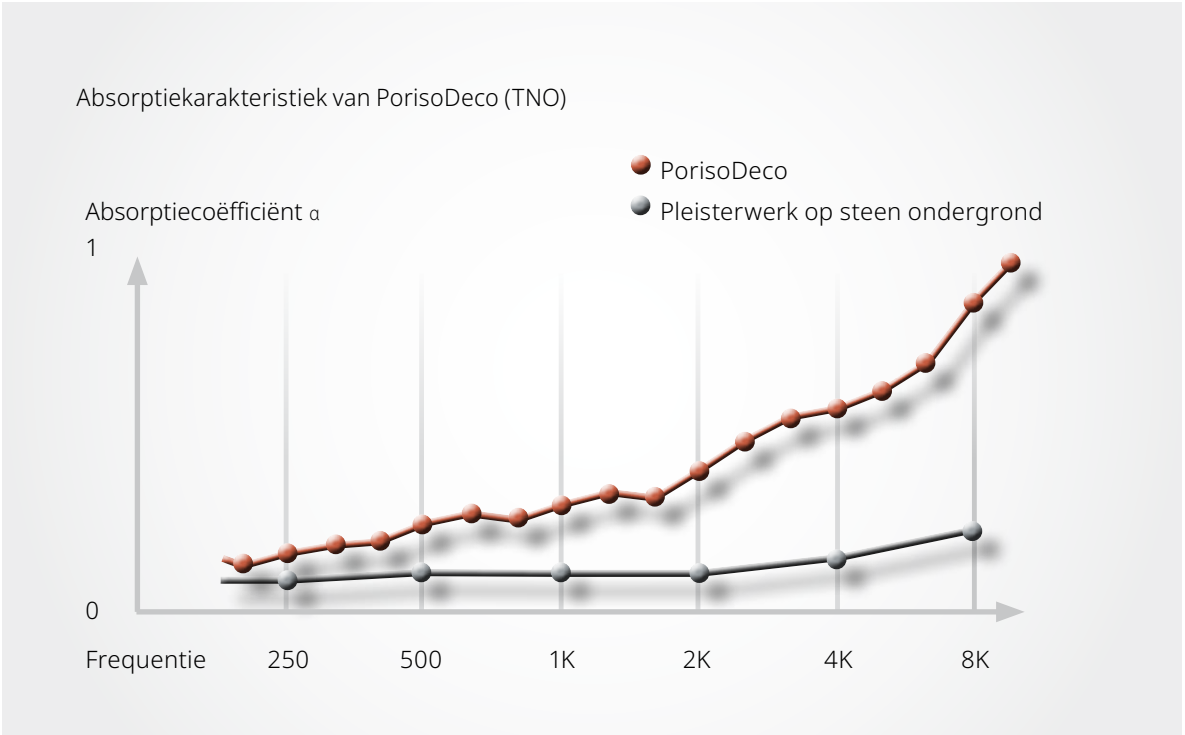
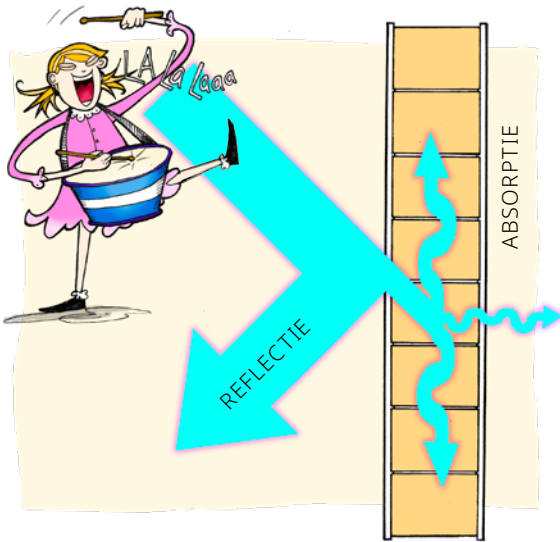


3.2 Geluidsabsorptie

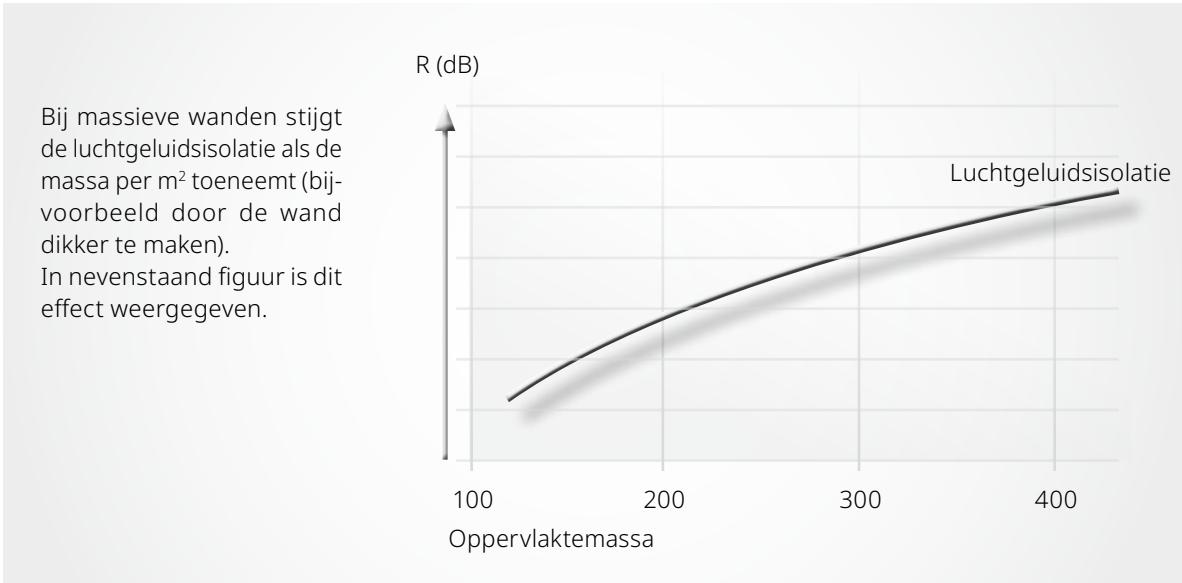
De geluidsabsorptie van een wand is een maat voor dat deel van het geluid dat niet door de wand wordt gereflecteerd of teruggekaatst. Wordt al het geluid doorgelaten, dan is er 100% geluidsabsorptie. Dit is het geval als men een raam openzet en er geen hoge gebouwen aanwezig zijn tegenover dit raam die het geluid reflecteren. Alle geluidsgolven die op het geopende raam vallen, gaan naar buiten en komen niet terug. De reflectie is dus 0% is en de absorptie 100%. Daarom wordt de totale absorptie uitgedrukt in 'm² open raam'. De geluidsabsorptie van een (poreuze) wand wordt meestal veroorzaakt door omzetting van geluidenergie in warmte in de poriën en niet door doorlating door de wand.

Meestal wordt geluidsabsorptie niet uitgedrukt in % maar in een factor tussen de 0 en 1. Een materiaal dat bijvoorbeeld 60% absorbeert, kent een absorptiecoëfficiënt $\alpha = 0,6$.

De absorptiecoëfficiënt α ligt in principe altijd tussen de 0 en 1. De absorptie is niet in alle frequentiegebieden gelijk. Een materiaal dat veel geluid absorbeert in de lage frequenties, doet dit in de hoge frequenties meestal minder (of andersom).



3.3 Massa



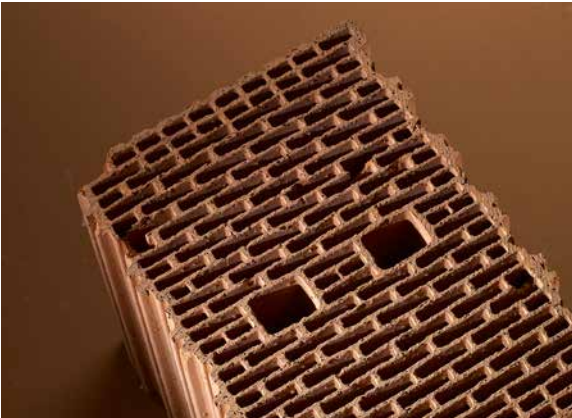
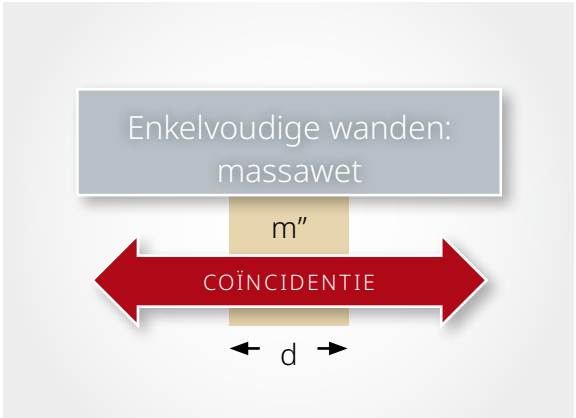
Een verdubbeling van de massa resulteert in een verbetering van circa 6 dB. De logaritme van de massa bepaalt de isolatiewaarde in dB. Dit heet de massawet.

Zoals gezegd is de luchtgeluidsisolatie afhankelijk van de massa (gewicht) van de enkelvoudige wandconstructie.

3.4 Coïncidentie

Elke homogene wandconstructie heeft een eigen frequentie waarop ze makkelijker trilt. Valt de frequentie van de invallende geluidsgolf samen met de eigenfrequentie van de wand, dan is de geluidsisolatie slecht. Deze frequentie heet de coïncidentiefrequentie f_c en is afhankelijk van de stijfheid, de inbouw wijze en de oppervlaktemassa van de wand.

Bij de coïncidentiefrequentie gaat de massawet niet op. Dit resulteert in een verslechtering van de geluidsisolatie bij deze frequentie. Bij steenachtige constructies ligt de coïncidentiefrequentie ongeveer tussen de 150 en 400 Hz, afhankelijk van de dikte en de massa.

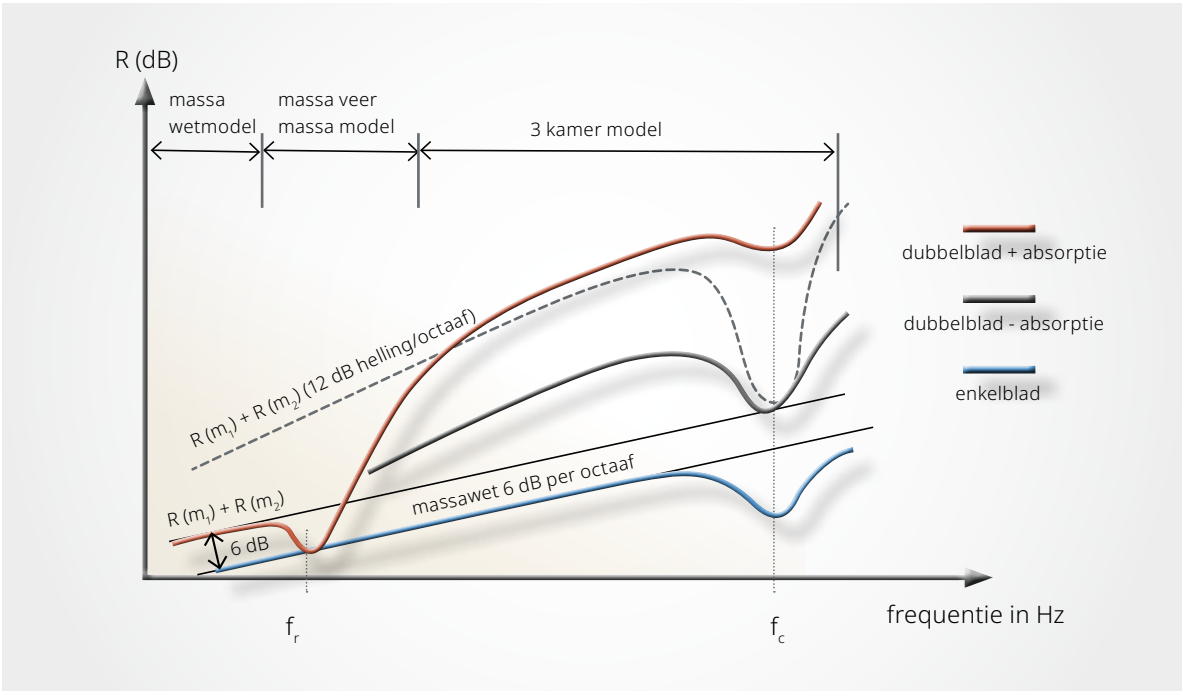


3.5 Enkelvoudige en dubbele wand

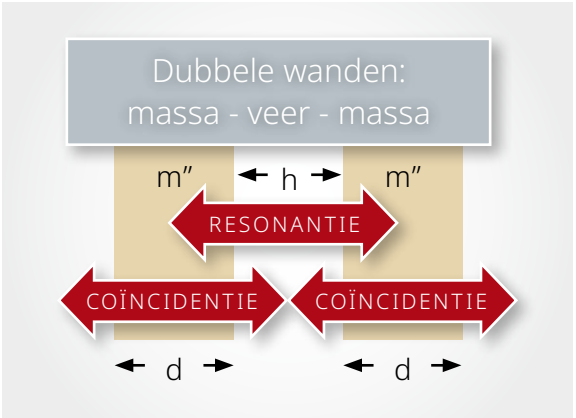
Twee identieke wanden naast elkaar met daartussen een zeer grote (> 1 m) luchtspouw zouden in theorie de isolatiewaarde moeten verdubbelen. Er is immers sprake van twee scheidingsconstructies (2 massa's). Is de luchtspouw smaller, dan gaat dit niet op. Een smalle luchtspouw is namelijk erg resonantiegevoelig en werkt daardoor als een veer die trillingen eenvoudig overbrengt bij de resonantiefrequentie f_r . Maar boven de resonantiefrequentie neemt de geluidsisolatie juist sterker toe dan bij een enkelvoudige wand.

Een geluidsabsorberend materiaal in de luchtspouw kan dit effect versterken. Het 'massa-veer-massa' effect is het grote voordeel van het toepassen van dubbele wanden omdat de resonantiefrequentie zeer laag is.

In het onderstaande figuur zie je de geluidsisolatie van een enkele muur en een ankerloze spouwmuur als functie van de geluidsfrequentie.



Dubbele wanden volgens het 'massa-veer-massa' principe zijn wat betreft de geluidsisolatie veel efficiënter dan enkelvoudige wanden met hetzelfde globale gewicht (zie het verschil tussen de lijn aangeduid met $R(m_1) + R(m_2)$ en de rode lijn). Bij zeer lage tonen is er geen effect van de luchtspouw en wordt de massawet gevolgd (6 dB verschil). Iets voordat de resonantiefrequentie f_r van het 'massa-veer-massa' systeem wordt bereikt, neemt de geluidsisolatie af naar een dieptepunt bij f_r om daarna weer snel toe te nemen. De toename gaat veel sneller dan bij enkelvoudige wanden. Voor de hogere frequenties wordt daarom een veel grotere geluidsisolatie bereikt dan bij enkelvoudige wanden.



De luchtgeluidsisolatie tussen woningen wordt meestal beoordeeld vanaf +/- 100 Hz. Vanaf deze frequentie worden woongeluiden meestal hinderlijk. Kies dus een spouwscheidingsconstructie, waarbij de resonantiefrequentie lager ligt dan 50 Hz. Bij een ankerloze spouwmuur met een spouw van 5 cm en twee spouwbladen met een oppervlaktemassa van 200 kg/m², bedraagt de resonantiefrequentie f_r 27 Hz.

$$f_r = \frac{120}{\sqrt{m''_{\text{tot}} d}}$$

Deze formule geldt voor twee identieke spouwbladen:
 m''_{tot} = totale massa wand in kg/m² (dus beide bladen)
 d = spouwbreedte in meter

Met een spouw van 3 cm en spouwbladen met een oppervlaktemassa van 150 kg/m² is de spouwresonantie 40 Hz. De resonantiefrequentie voor een scheidingswand met twee spouwbladen Porotherm PM25

met een dikte van 14 cm en een met glaswol en/of steenwol van lichte persing gevulde spouw van 3 cm, valt daarmee buiten het beoordelingsgebied.

3.6 Bouwknopen

Een geluidsonderbreking tussen de vloer en wand, met een zogenaamde Sonicstrip van Wienerberger, kan de doorgifte van flankerend geluid sterk verminderen.

Toepassing van een Sonicstrip voorkomt overdracht van trillingen in de constructie. Het is essentieel bij de toepassing van relatief lichte steenachtige wanden in appartementen.

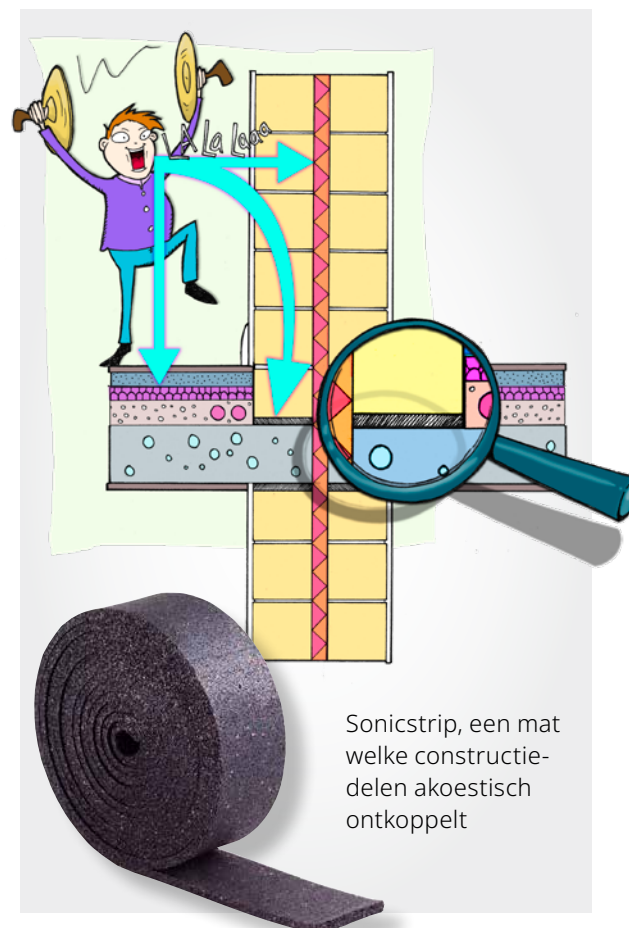
TIPS & TRUCS

Een ankerloze spouwmuur moet ook echt ankerloos zijn. Dus: ook zonder koppeling tussen de wanden/bladen. Valspecie en slechte uitvoering hebben een negatieve invloed op het eindresultaat.

De benodigde constructieve koppelingen tussen woningen met wapeningsstaven die in de vloer worden gelegd, beïnvloeden de directe geluidsisolatie van de ankerloze spouwmuur nauwelijks. Ze hebben wel invloed op flankeren van de geluidsoverdracht. Dat geldt ook voor doorlopende vloeren.

Belangrijk

Vul bij toepassing van kanaalplaatvloeren de gaten/holtes aan de uiteinden met een door de fabrikant



Sonicstrip, een mat welke constructiedelen akoestisch ontkoppelt

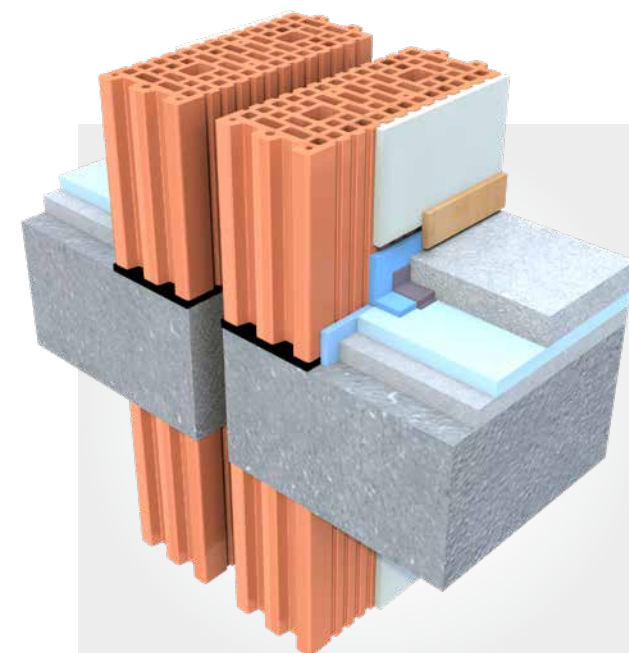
meegeliverde kunststof dop of met een zacht isolatiemateriaal.

4. Standaard geluidsooplossingen

4.1 Principeoplossingen

Voor een eenvoudige keuze tijdens jouw ontwerp zijn drie principeoplossingen uitgewerkt; één voor de normale woningbouw (eengezins/grondgebonden woningen) en twee oplossingen voor gestapelde woningbouw/appartementenbouw. Natuurlijk zijn er andere mogelijkheden, die door een akoestisch adviseur kunnen worden nagerekend met de akoestische prestaties die bij de details vermeld staan. De details zelf vind je op onze website.

Alle oplossingen die in hoofdstuk 4 worden genoemd zijn in eerste instantie bedoeld om te voldoen aan de geluidwering volgens Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL) $D_{nT,A,k} = 52$ dB (zie ook hoofdstuk 2.9 van deze brochure) behalve daar waar uitdrukkelijk gesproken wordt over de "comfortklasse" $D_{nT,A,k} = 57$ dB.



TIPS & TRUCS

Let er bij een hechtende dekvloer op dat de Sonicstrips aan de onderzijde vrij blijven. Je kunt hiervoor randstroken gebruiken. Snijd het pleisterwerk aan de bovenzijde van de wand in. Dat is belangrijk om ook daar de ontkoppeling te handhaven! Plinten moeten vrij blijven van de dekvloer.

4.2 Vloeren

Eerst aandacht voor de vloeren, want daarin bestaan diverse mogelijkheden. Enkele basisprincipes voor een goede contactgeluidsisolatie:

- Geef de vloer voldoende massa.
- Onderbreek de vloeren indien mogelijk op de woningscheiding.
- Breng een zogenaamde 'zwevende dekvloer' aan die volledig is losgekoppeld van de dragende structuur (alleen van belang voor contactgeluidsisolatie).

Bij een zwevend opgelegde dekvloer wordt op de ruwe vloer een uitvlaklaag aangebracht met daarin leidingen. Hier bovenop komt een slappe, veerkrachtige laag. Daarop komt de dekvloer. Breng zwevende dekvloeren zeer zorgvuldig aan. Vooral de leidingdoorvoeren en randstroken langs de wanden verdienen extra aandacht. Breng bij een hechtende dekvloer een randstrook aan zodat de dekvloer geen rechtstreeks contact heeft met de wand.

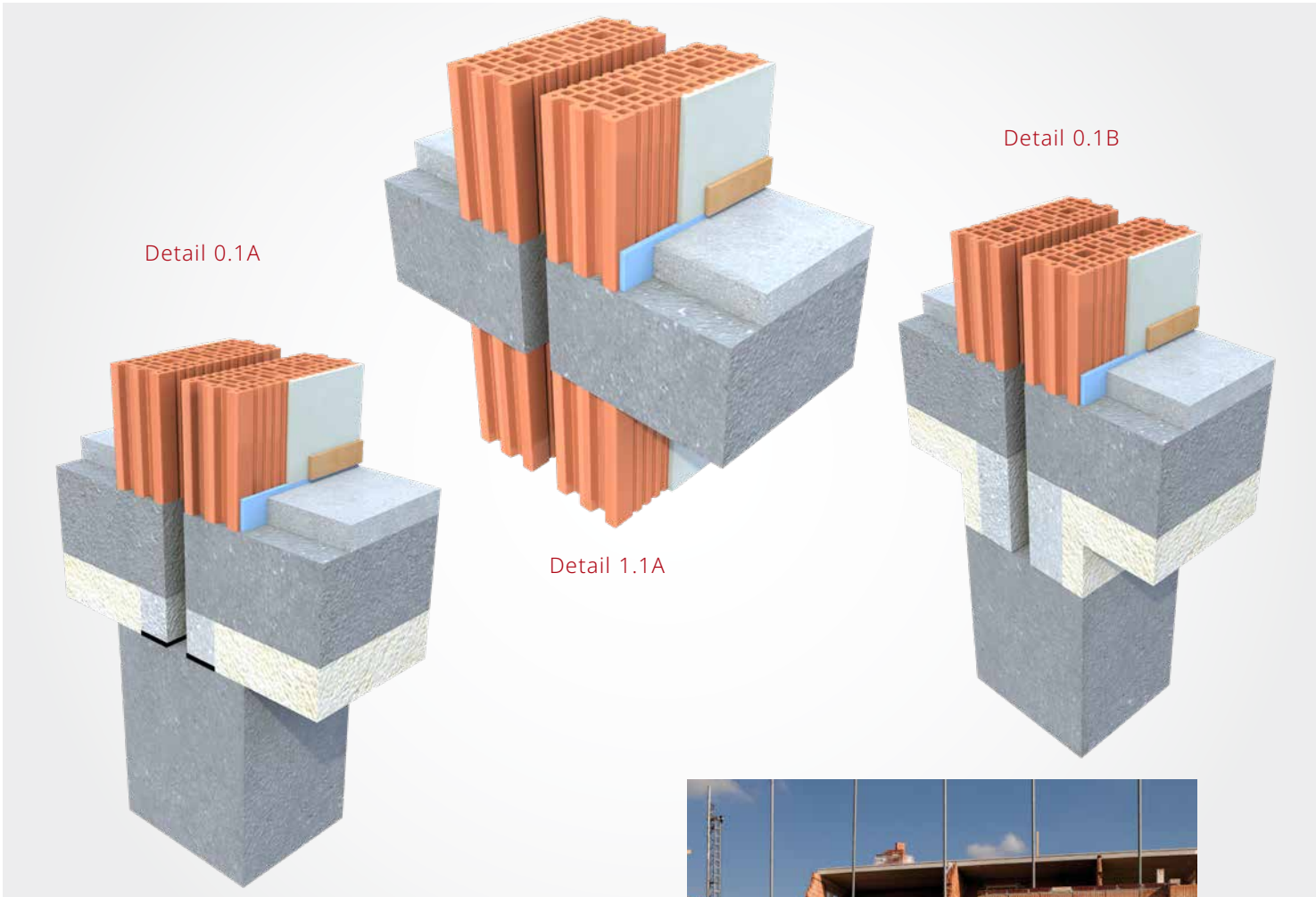


4.3 Woningbouw eengezinswoningen

Knoop begane grond, principedetailleringen

De vloer op de woningscheiding mag niet doorlopen. Een combinatie met een in detail 0.1B-verdiept gewicht > 300 kg/m² op verdiept aangelegde fundering van 500- peil is een oplossing. Een andere optie is een zware vloer met een minder verdiepte fundering of een lichtere vloer op een akoestisch ontkoppelings-

materiaal detail 0.1A (welke geschikt is voor de gekozen toepassing en afgestemd op de optredende belasting). Dit voorkomt flankerende geluidoverdracht. De randvoorwaarden van mogelijkheden in wand/vloercombinaties zie je op www.wienerberger.nl. Sonicstrips tussen wanden en vloeren zijn niet nodig.



Belangrijk

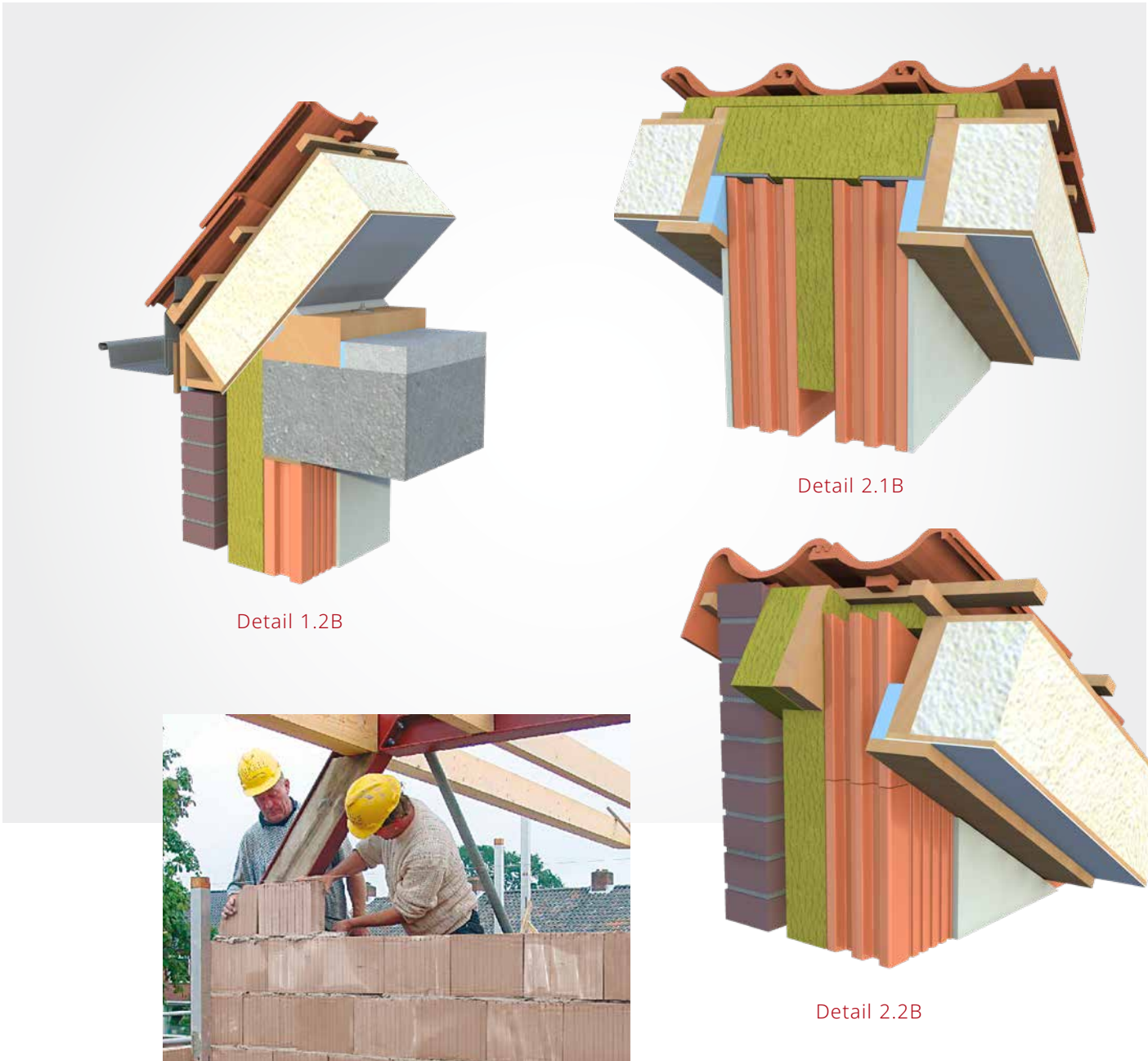
Vul bij toepassing van kanaalplaatvloeren de gaten/holtes aan de uiteinden met een door de fabrikant meegeleverde kunststof dop of met een zacht isolatiemateriaal.

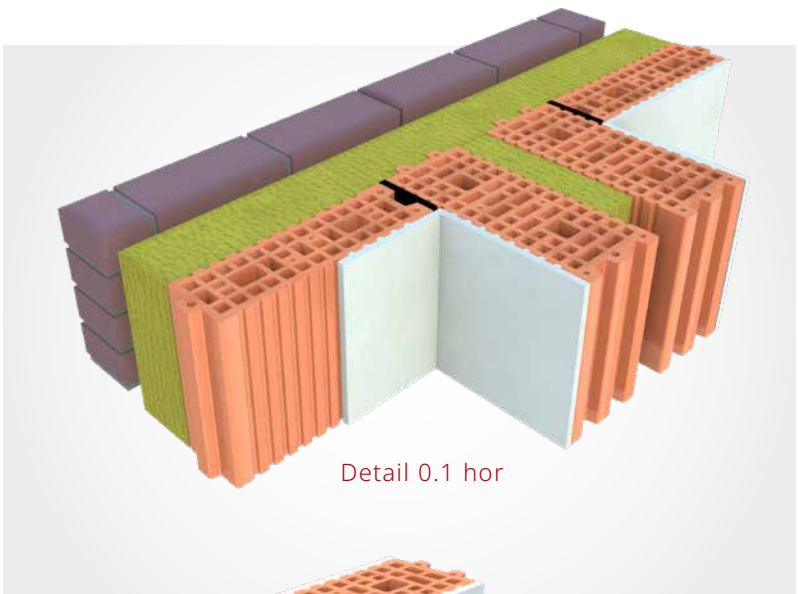


Knoop dak, principedetailleringen

Op de zolderverdieping is bij dit type woningen met ankerloze spouwmuur het uitvoeringsdetail belangrijk. Bij een hellend dak is dat belangrijk vanwege de flankerende geluidsisolatie. Voer daarvoor de zogenaamde minerale wol barrière juist uit en breng relatief lichte dakplaten aan zoals in detail 2.1B getekend. Bij dit detail moet je er rekening mee houden dat om te aan de comfortklasse k=2 te voldoen er aanvullen-

de voorzieningen moeten worden getroffen door extra gipsplaten onder de dakplaten aan te brengen zie www.wienerberger.nl. Is er sprake van een plat dak dan moet de dakvloer bij voorkeur zijn onderbroken op de woningscheiding en een gewicht hebben >250 kg/m² - zie principedetail 2.1A sonic boven (pag 23).

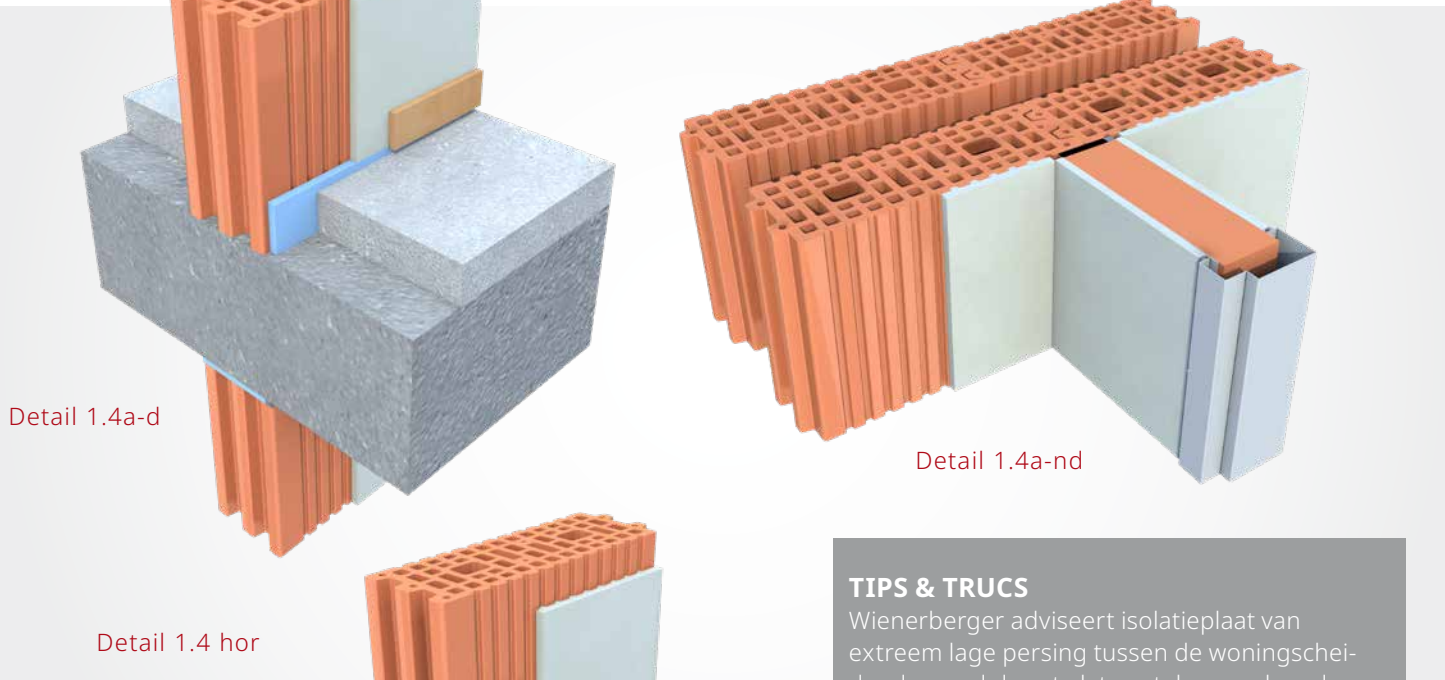




Detail 0.1 hor

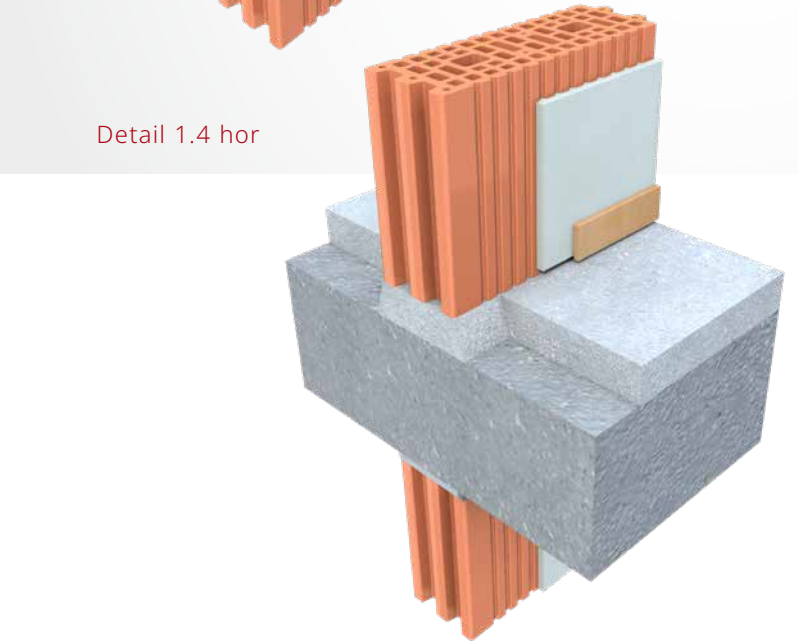
Knoop gevel, principedetaillering

Laat de woningscheidende wand doorlopen. De gevelsluitende delen bij voorkeur flexibel of met een beperkt aantal ankers op de woningscheidende wand aansluiten. Zie detail 1.1 hor. Voor een betere geluidsprestatie is een verticale dilatatie wenselijk op de woningscheiding in het gemetseld buitenblad. Ramen of deuren in de gevelsluitende delen, dicht bij de woningscheidende wand, kunnen de geluidsprestatie nadelig beïnvloeden. Ze zorgen voor omloopgeluid. Ook 'harde' isolatieplaten die doorlopen over de woningscheiding kunnen de geluidsisolatie reduceren. Zorg dus dat deze worden onderbroken.



Detail 1.4a-d

Detail 1.4a-nd



Detail 1.4 hor

TIPS & TRUCS

Wienerberger adviseert isolatieplaat van extreem lage persing tussen de woningscheidende wand door te laten steken en daar de harde isolatieplaten tegen te stuiken.

Kamerscheidende wanden, principedetailleringen

Kamerscheidende wanden kunnen als dragende – of Niet-dragende wand worden uitgevoerd. Indien ze dragend worden uitgevoerd staan deze wanden altijd op de ruwe vloer. Niet-dragende wanden kunnen op de hechtende dekvloer worden gezet (detail 1.4a-d) en aan de bovenzijde flexibel worden aangesloten op de verdiepingsvloer (detail 1.4a-nd).

4.4 Meergezinswoningen/Appartementen

Hier geldt, bij uitvoering in relatief lichte Porothermproducten, de ankerloze spouwmuur als basis.

Vloeren

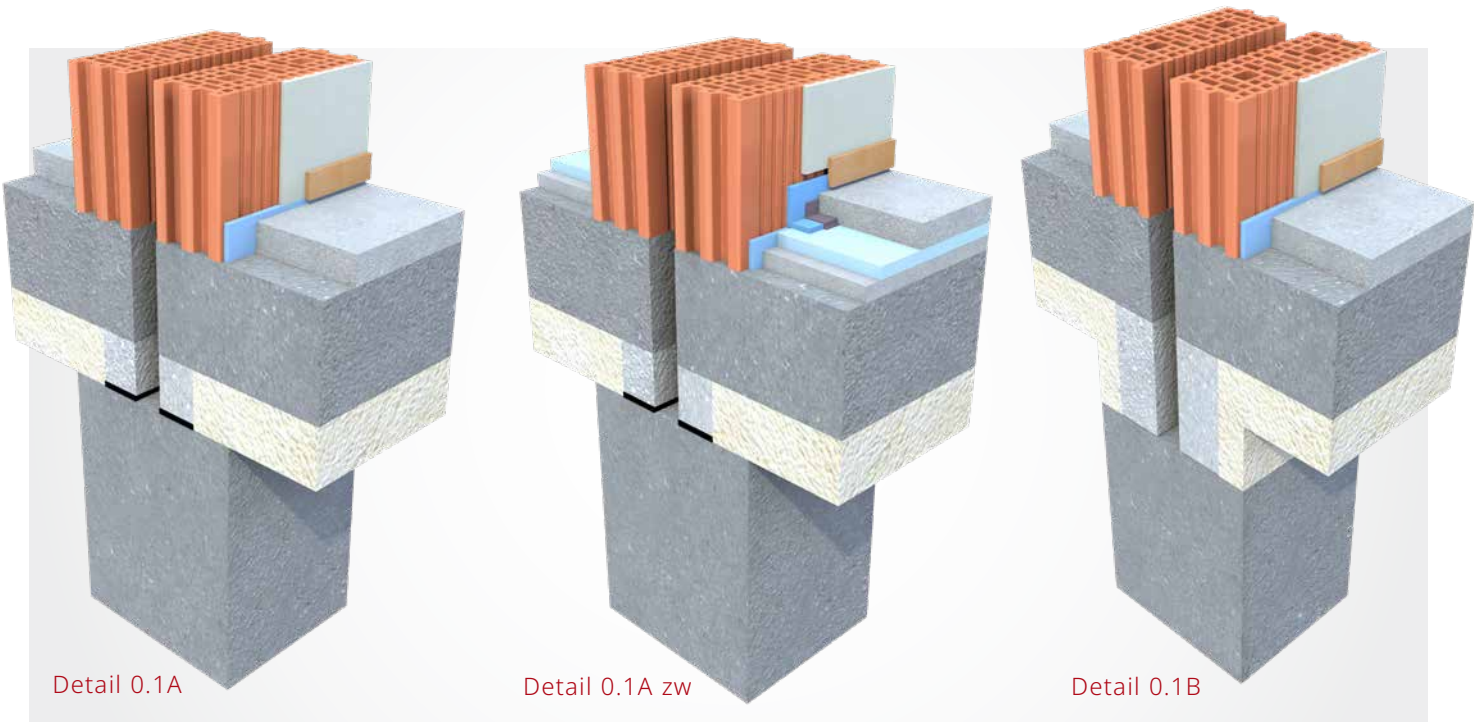
Principe vloer in 2 mogelijkheden:

- Oplossing 1: (verdiepings)vloeren die zijn onderbroken op de woningscheiding.
- Oplossing 2: (verdiepings)vloeren die doorlopen over de woningscheiding (doorgaande vloer).

4.4 A Oplossing onderbroken verdiepingsvloer

Bij deze vloeren is een Sonicstrip onder de muren essentieel. Bij dit principe zijn de horizontale flankerende overdrachtswegen ontkoppeld door de vloer

en de verticale door de Sonicstrip. Afhankelijk van het vloergewicht kan een zwevende dekvloer noodzakelijk zijn.



Detail 0.1A

Detail 0.1A zw

Detail 0.1B

Knoop begane grond - principedetailleringen

De vloer op de woningscheiding mag niet doorlopen. Een in detail 0.1B-verdiept gewicht > 300 kg/m² op verdiept aangelegde fundering van 500- peil is een oplossing. Een andere optie is een zware vloer met een minder verdiepte fundering of een lichtere vloer op een akoestisch ontkoppelingsmateriaal detail 0.1A (welke geschikt is voor de gekozen toepassing en afgestemd op de optredende belasting). Dit voorkomt flankerende geluidoverdracht. Op www.wienerberger.nl ziet je de randvoorwaarden van mogelijkheden in wand/vloercombinaties. Er kan

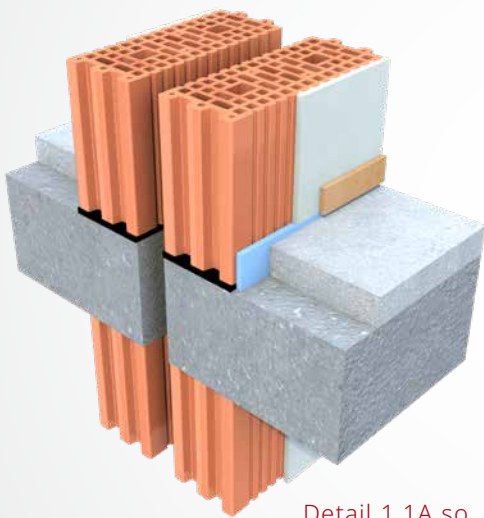
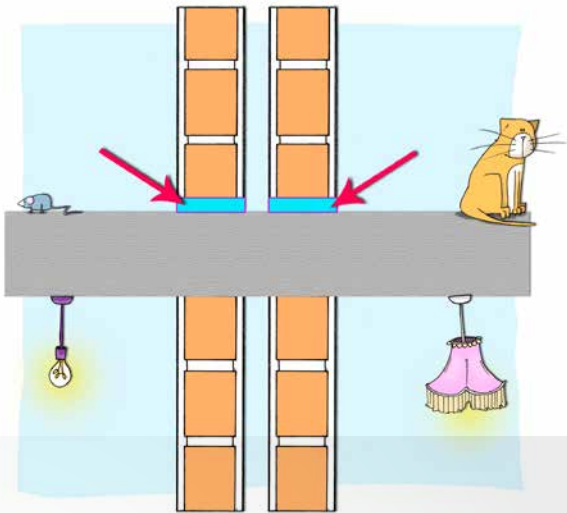
TIPS & TRUCS

Indien er constructieve koppelingen noodzakelijk zijn tussen de woningen/appartementen dan kan dit het beste op de zware delen (vloeren) worden toegepast door een aantal staven rond 16 mm toe te passen. Bij voorkeur echter geen koppelingen toepassen.

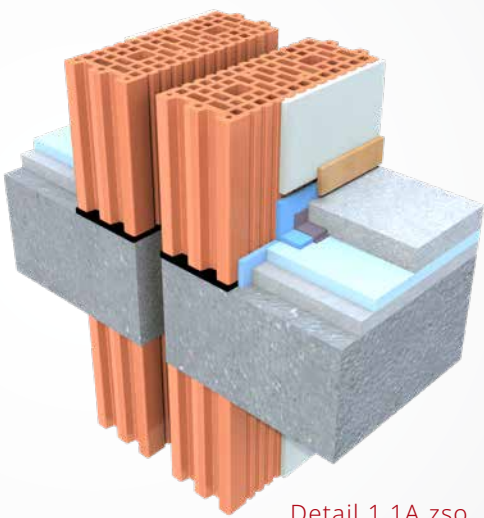
een zwevende dekvloer noodzakelijk zijn bij hogere comfortklassen uit de NEN 1070 en bij specifieke wand/vloercombinaties.

Knoop verdieping, principedetailleringen

Voor appartementen is een ankerloze spouwmuur tussen de woningen van groot belang. Ook hier loopt de vloer op de woningscheiding niet door. Een Sonicstrip aan de onderzijde van de wand is noodzakelijk. Zie detail 1.1A so. Een zwevende dekvloer is altijd noodzakelijk bij de comfortklasse en wanneer de Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL)-eis moet worden gehaald met vloergewichten < 800 kg/m². Zie detail 1.1A zso



Detail 1.1A so



Detail 1.1A zso

Knoop dak, principedetailleringen

Op de zolderverdieping is bij dit type woningen, met ankerloze spouwmuur, het uitvoeringsdetail belangrijk. Bij een hellend dak is dat belangrijk vanwege de flankerende geluidsisolatie. Voer daarvoor de zogenaamde minerale wol barrière juist uit en breng relatief lichte dakplaten aan zoals in het detail getekend.

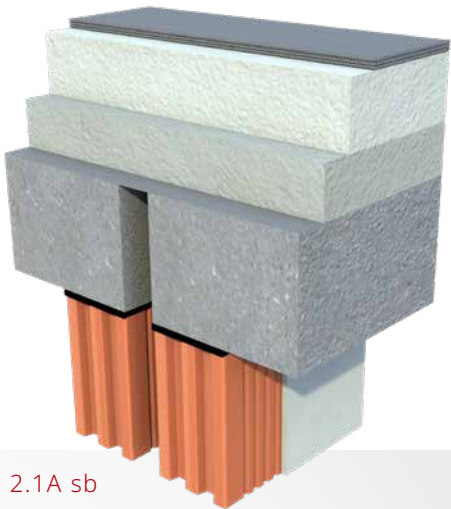
Bij dit detail moet je er rekening mee houden dat,

om te aan de comfortklasse k=2 te voldoen, er aanvullende voorzieningen moeten worden getroffen door extra gipsplaten onder de dakplaten aan te brengen. Zie pagina 19.

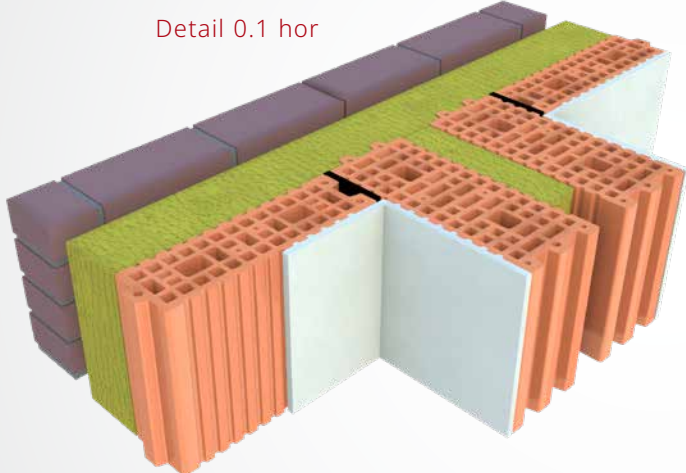
Is er sprake van een plat dak, dan moet de dakvloer bij voorkeur zijn onderbroken op de woningscheiding en een gewicht hebben >250 kg/m² – principe als in detail 2.1A Sonic boven en 2.2A sb.

Knoop gevel, principedetaillering

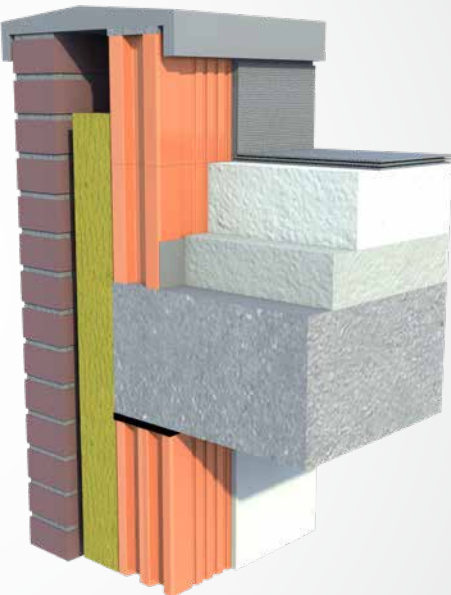
Laat de woningscheidende wand doorlopen en sluit de gevelsluitende delen bij voorkeur flexibel of met beperkt aantal ankers op de woningscheidende wand aan. Zie detail 0.1 hor. In het buitenblad is de toepassing van een dilatatie wenselijk voor een betere geluidsprestatie. Ramen of deuren in de gevelsluitende delen, dicht bij de woningscheidende wand, kunnen de geluidsprestatie nadelig beïnvloeden. Ze zorgen voor omloopgeluid. Ook 'harde' isolatieplaten die doorlopen over de woningscheiding kunnen de geluidsisolatie reduceren. Zorg dus dat deze worden onderbroken.



Detail 2.1A sb



Detail 0.1 hor



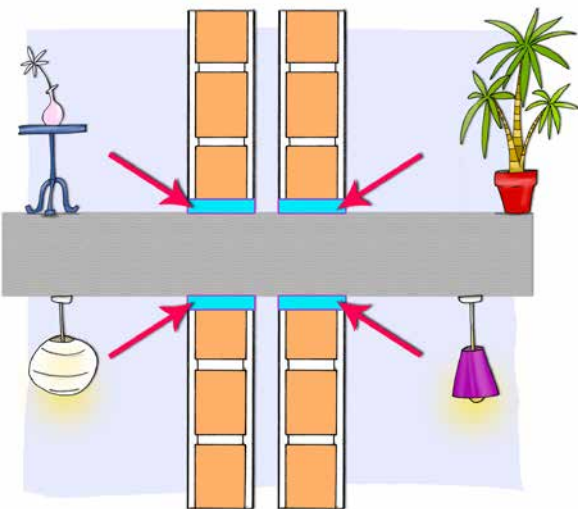
Detail 2.2A sb





**Kamerscheidende wanden, principe-
detailleringen**
Kamerscheidende wanden kunnen als dragende – of niet-dragende wand worden uitgevoerd. Indien ze dragend worden uitgevoerd staan deze wanden altijd op de ruwe vloer. In appartementen/meergezinswoningen gelden voor dragende wanden dezelfde eisen als de overige dragende wanden. Dit betekent dat ze aan de onderzijde op een sonic strip worden gezet

en dat alle soorten dekvloeren (hechtend en zwevend) flexibel moeten worden aangesloten op de wand. Zie detail 1.4a dsv of 1.4a dsv zw. Deze wanden sluiten aan de bovenzijde star op de bovenliggende vloer aan met gebruik van bouwvilt. Niet-dragende wanden kunnen op de hechtende dekvloer óf op de ruwe vloer worden gezet en aan de onderzijde op Sonicstrip. Aan de bovenzijde worden deze wanden flexibel aangesloten op de bovenliggende vloer.



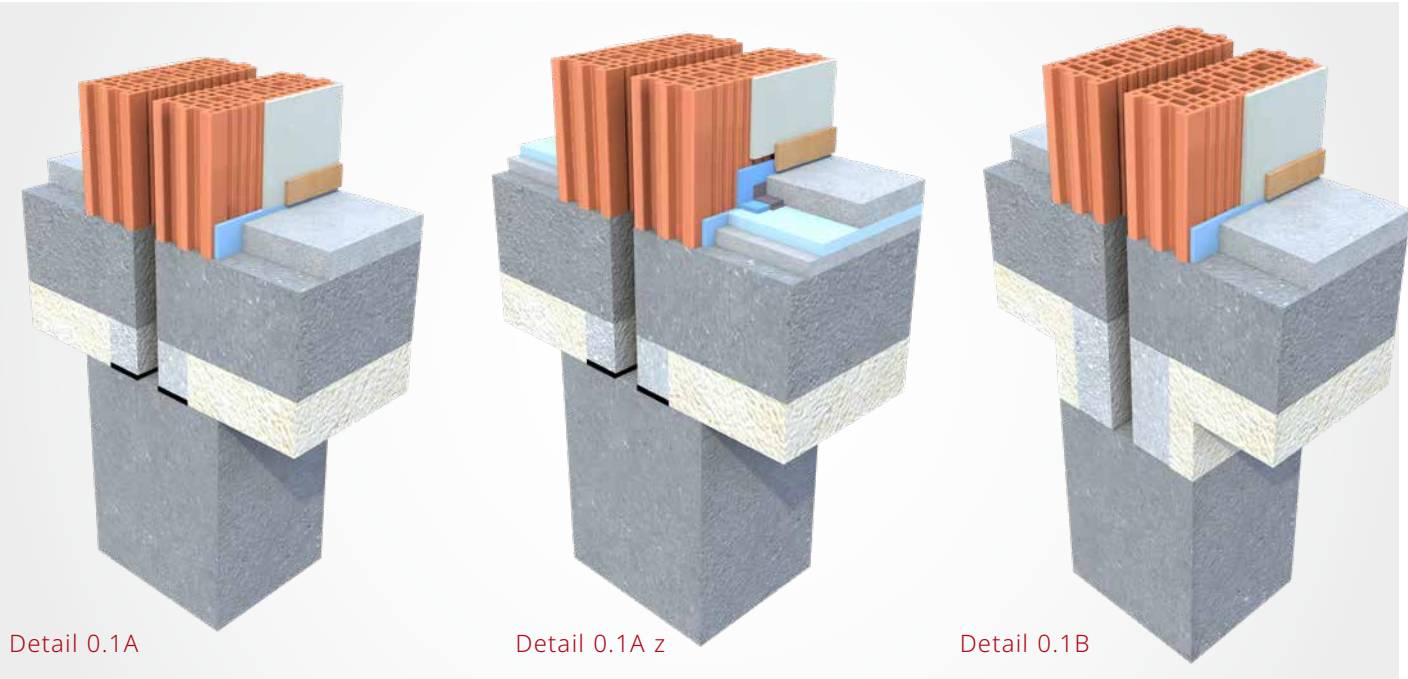
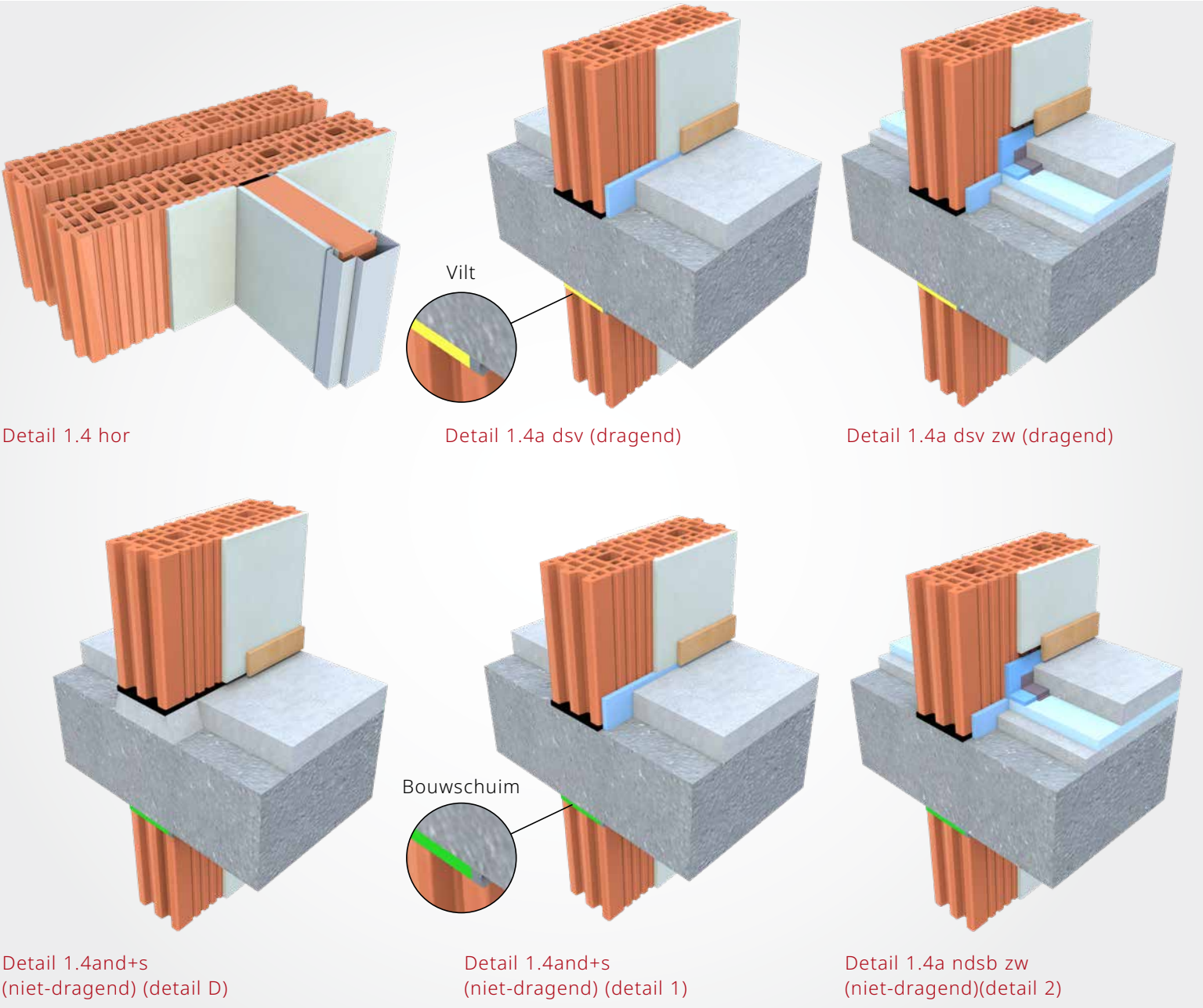
4.4 B Oplossing doorlopende verdiepingsvloer

Over de woningscheiding doorlopende vloeren
Ook bij een doorlopende verdiepingsvloer gelden de uitvoeringsrichtlijnen als genoemd bij de onderbroken vloer met het verschil dat zowel aan de onder- en bovenzijde van de wand een Sonicstrip moet worden aangebracht. Bij dit principe zijn de horizontale en verticale flankerende paden via de wand ontkoppeld. Hier kan echter de flankering vloer-vloer en plafond-plafond maatgevend worden. Afhankelijk van het vloergewicht kan een zwevende dekvloer noodzakelijk zijn.

oplossing. Een andere optie is een zware vloer met een minder verdiepte fundering of een lichtere vloer op een akoestisch ontkoppelingsmateriaal, welke geschikt is voor de gekozen toepassing en afgestemd op de optredende belasting (detail 0.1A). Dit voorkomt flankerende geluidoverdracht. Op www.wienerberger.nl zie je de randvoorwaarden van mogelijkheden in wand/vloercombinaties.

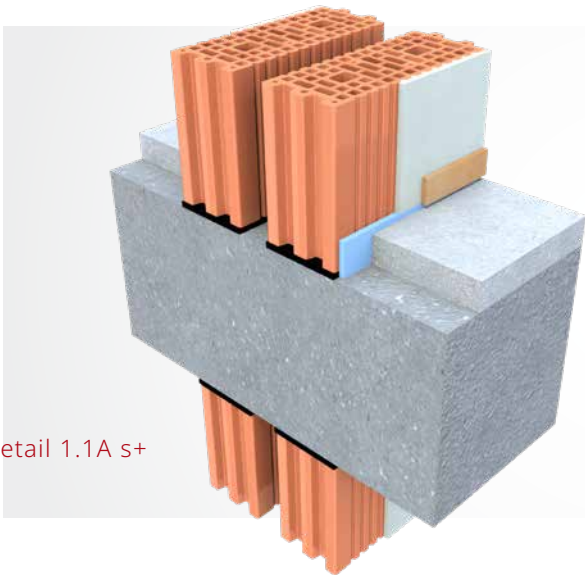
Knoop begane grond, principedetailleringen
De vloer op de woningscheiding mag niet doorlopen. Een in detail 0.1B-verdiept gewicht > 300 kg/m² op verdiept aangelegde fundering van 500- peil is een

Uitgangspunt is om bij deze principeoplossing altijd een Sonicstrip aan de onderzijde en bovenzijde van de wand toe te passen. Daarnaast kan een zwevende dekvloer noodzakelijk zijn bij de hogere comfortklassen en bij specifieke wandvloer combinaties (detail 0.1A z).

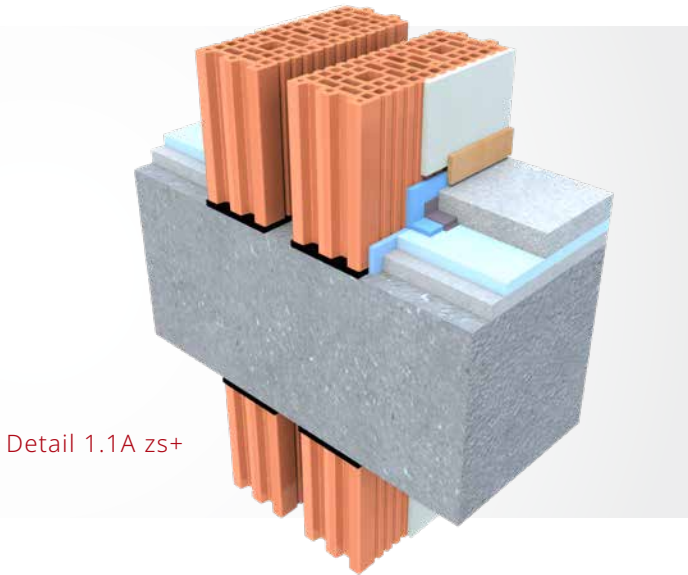


Knoop verdieping, principedetailleringen

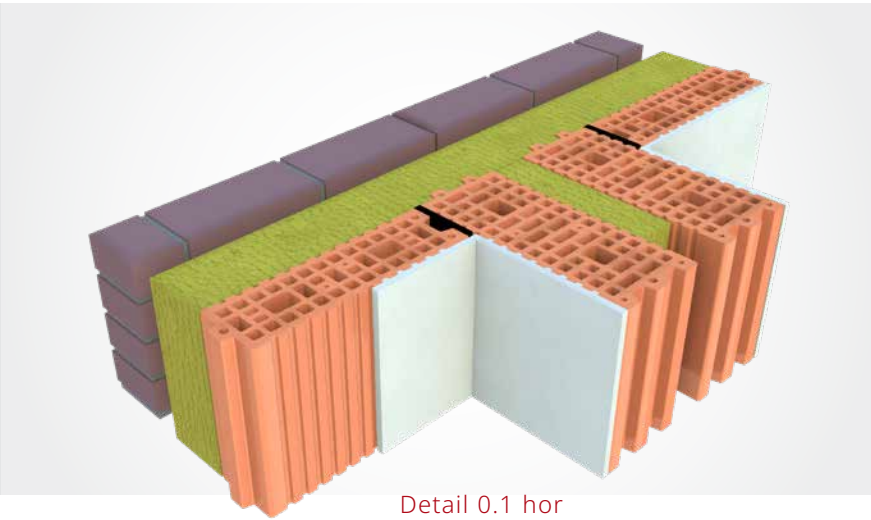
Voor deze appartementen is de toepassing van een ankerloze spouwmuur tussen de woningen van groot belang. De vloer loopt door over de woningscheiding. Een Sonicstrip aan zowel de onder- als de bovenzijde van de wand is noodzakelijk. Een zwevende dekvloer is altijd noodzakelijk bij de comfortklasse en wanneer de Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL)-eis moet worden gehaald met vloergewichten <800 kg/m² principedetail 1.1A zs+ (zie detail 1.1A s+).



Detail 1.1A s+



Detail 1.1A zs+

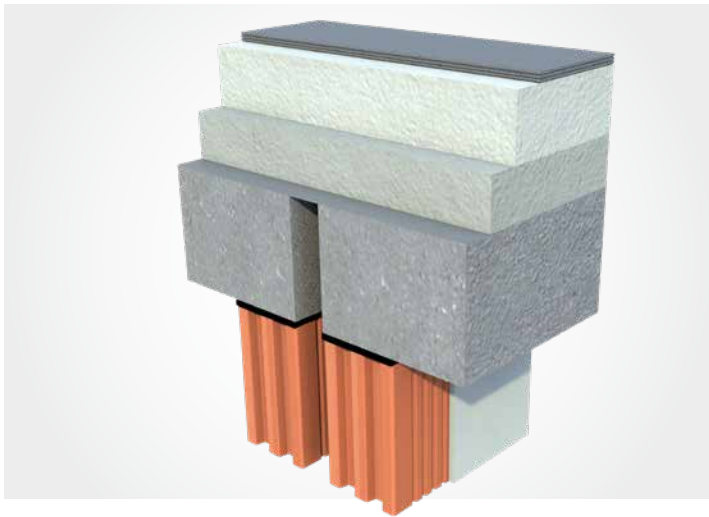


Detail 0.1 hor

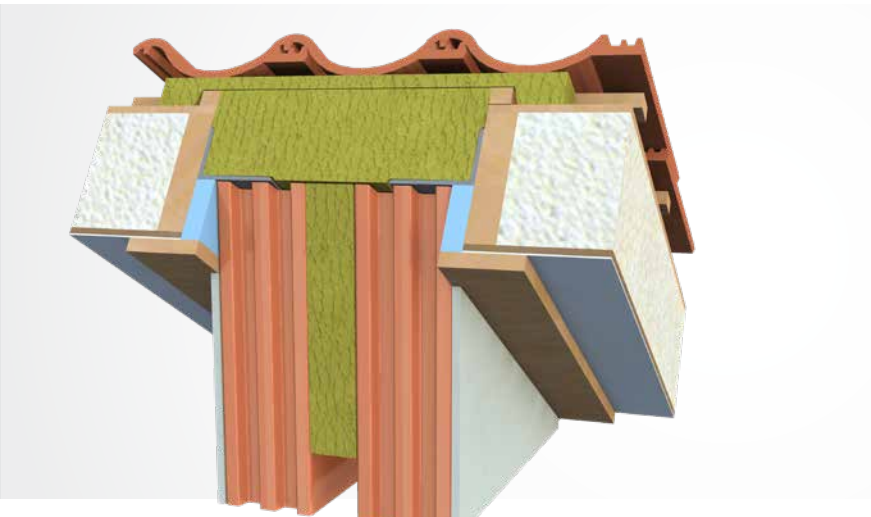


Knoop dak, principedetailleringen

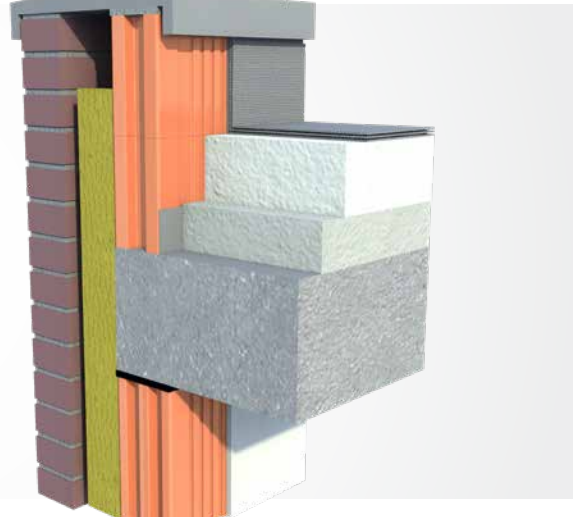
Op de zolderverdieping is bij dit type woningen, met ankerloze spouwmuur, het uitvoeringsdetail belangrijk. Bij een hellend dak (detail 2.1B) is dat belangrijk vanwege de flankerende geluidsisolatie. Voer daarvoor de zogenaamde minerale wol barrière juist uit en breng relatief lichte dakplaten aan zoals in het detail getekend. Is er sprake van een plat dak dan moet de dakvloer bij voorkeur zijn onderbroken op de woningscheiding en een gewicht hebben >250 kg/m² Zie detail 2.2A sb en detail 2.1A sb.



Detail 2.1A sb



Detail 2.1B

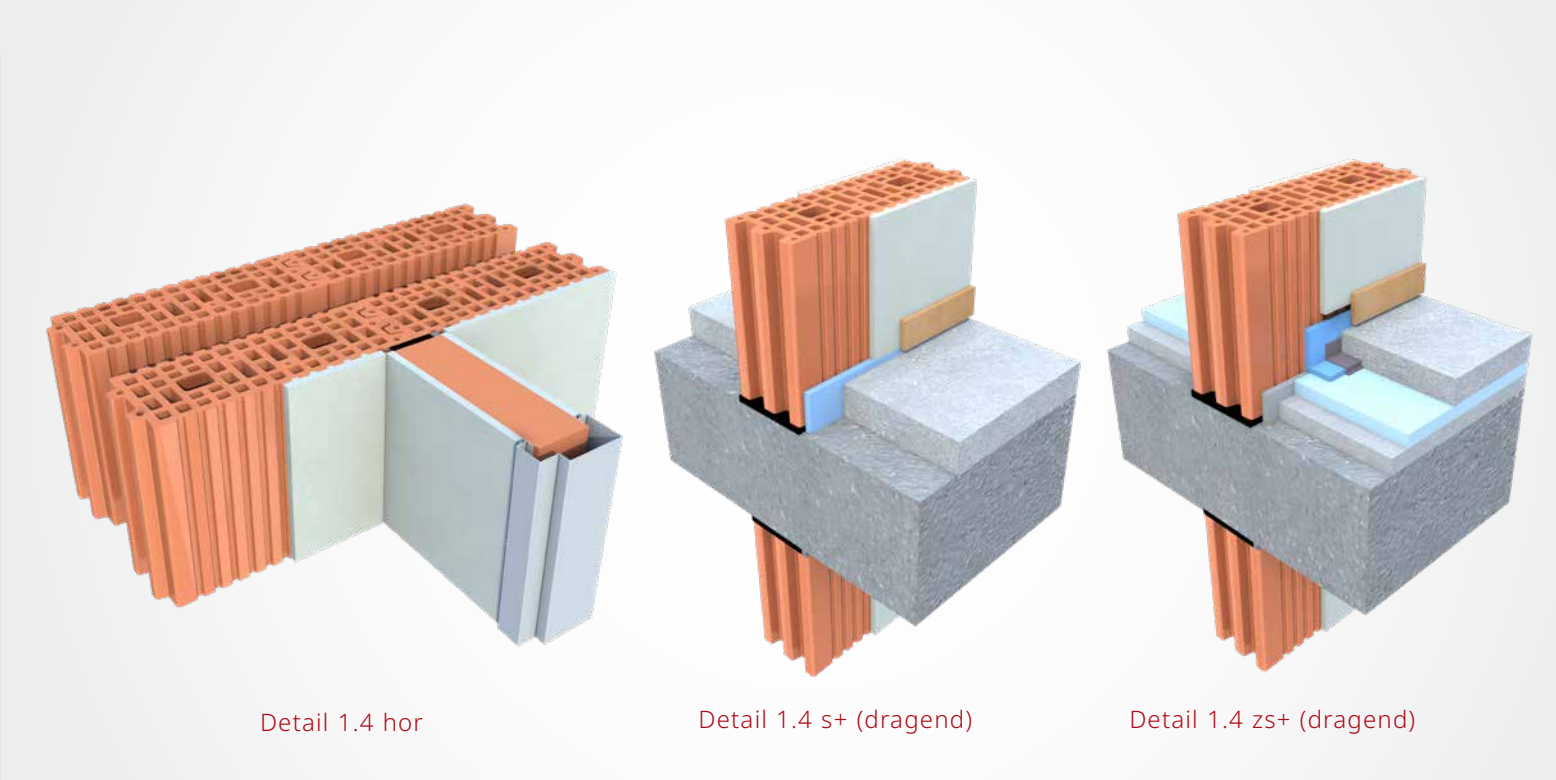


Detail 2.2A sb

**Kamerscheidende wanden, principe-
detailleringen**

Kamerscheidende wanden kunnen als dragende – of niet-dragende wand worden uitgevoerd. Indien ze dragend worden uitgevoerd staan deze wanden altijd op de ruwe vloer. In appartementen/meergezinswoningen gelden voor dragende wanden dezelfde eisen als de overige dragende wanden. Dit betekent dat ze aan de onderzijde en bovenzijde een Sonic strip moet worden toegepast en dat alle soorten dekvloeren (hechtend en zwevend) flexibel moeten worden aangesloten op

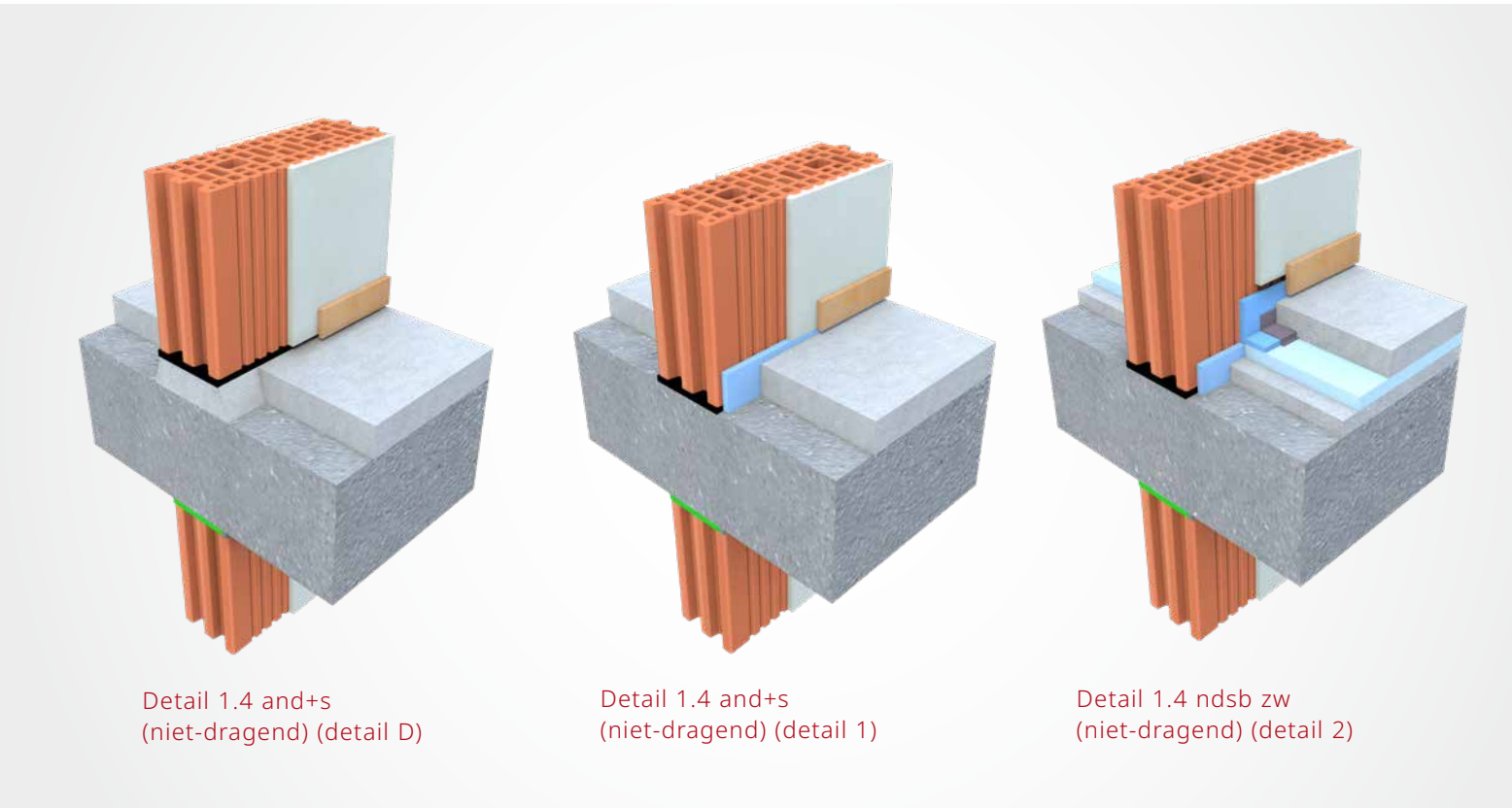
de wand. Zie detail 1.4 s+ en detail 1.4 zs+. Dragende wanden sluiten aan de bovenzijde flexibel op de bovenliggende vloer aan met een Sonicstrip. Niet-dragende wanden moeten op of tussen de hechtende dekvloer op Sonicstrip worden gezet en aan de bovenzijde flexibel worden aangesloten op de bovenliggende vloer. Zie detail 1.4 and+s. Niet-dragende wanden welke op de ruwe vloer worden gezet moeten in de detailleringen worden beschouwd als dragende wanden.



Detail 1.4 hor

Detail 1.4 s+ (dragend)

Detail 1.4 zs+ (dragend)



Detail 1.4 and+s
(niet-dragend) (detail D)

Detail 1.4 and+s
(niet-dragend) (detail 1)

Detail 1.4 ndsb zw
(niet-dragend) (detail 2)

De voordelen op een rij

Uitvoering

Wienerberger heeft ruime ervaring in de toepassing van steenachtige wanden in de bouw. We kennen alle bijbehorende in de praktijk en laboratorium getoetste geluidsdetails. Toch wordt de uiteindelijke geluidsprestatie in hoge mate beïnvloed door de kwaliteit van de uitvoering. Besteed hier de nodige aandacht aan.

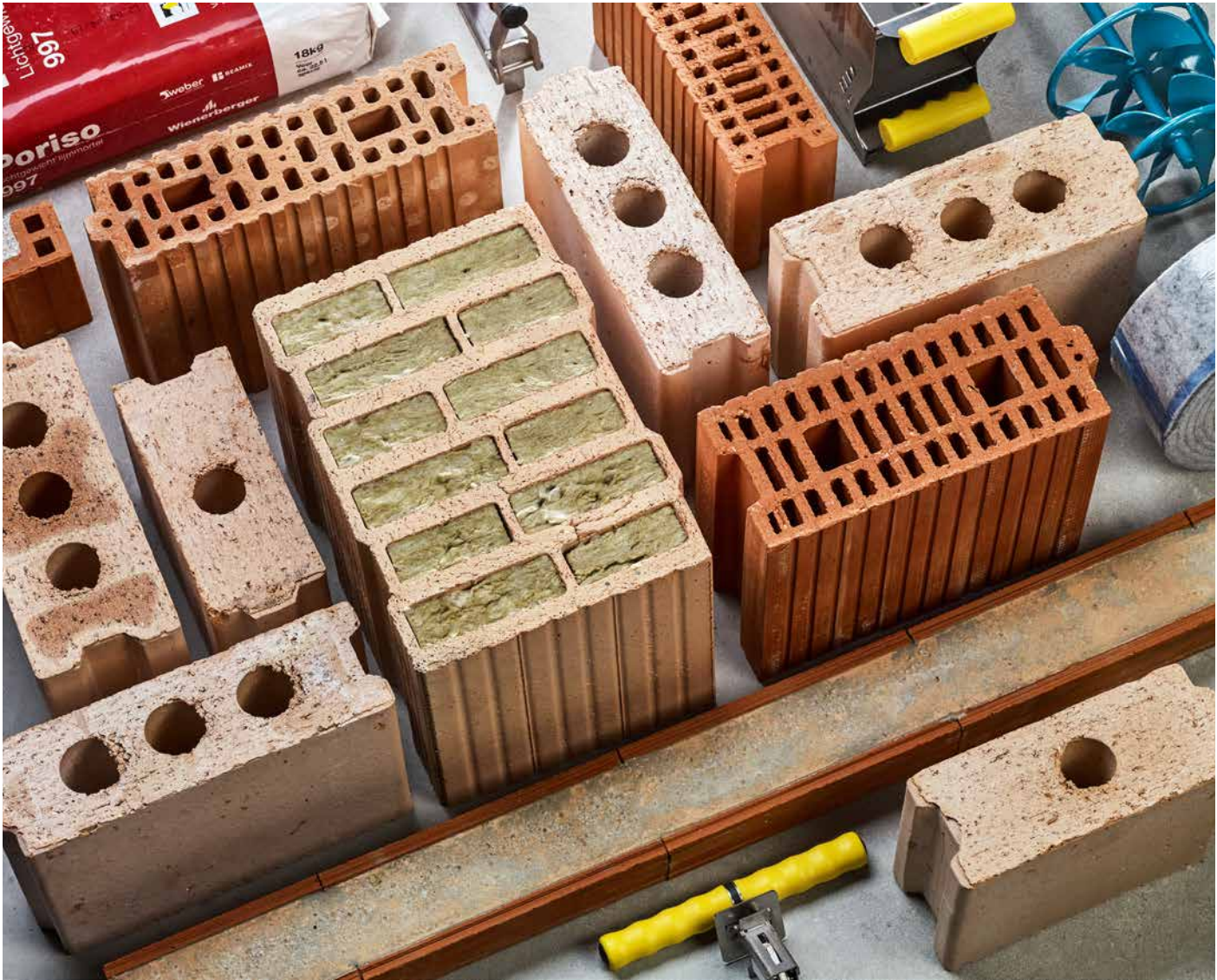
In het overzicht hieronder kun je bepalen wat de mogelijkheden zijn bij het gebruik van keramische binnenmuurstenen van Wienerberger.

	Woningscheidend		Kamerscheidend
	Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL) D _{nT,A,k} = 52 dB	Comfortklasse k=2 D _{nT,A,k} = 57 dB	Kamerscheidend D _{nT,A,k} = 32 dB
PM20	 > 2 x 120 mm*	 2 x 140 mm minerale/glaswol extreem lage persing  2 x 190 mm	 > 100 mm
PM25 / PL25	 > 2 x 120 mm	 2 x 140 mm  2 x 200 mm	 > 100 mm
PorisoStuc	 > 2 x 120 mm	 2 x 140 mm	 > 70 mm

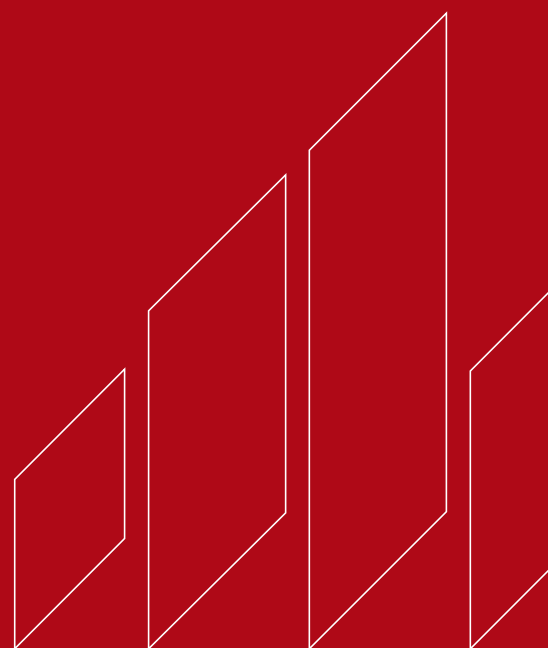
* echter bij voorkeur 2x140 mm of de spouw vullen met minerale wol extreem lage persing.

N.B De geluidsprestatie is sterk afhankelijk van de wand/vloerkeuze combinatie en gekozen detail.

Daarnaast is een nauwkeurige uitvoering essentieel.



- Vormstabil, geeft geen scheurvorming, ook niet op lange termijn
- Muurlengte zonder dilatatie tot 16 meter bouwfysisch mogelijk
- Woningscheidende wand voldoet aan geluidsisolatie conform Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL) en aan garantievoorwaarden van GIW
- Laag gewicht
- Handig verwerkingsformaat
- Snelle verwerking door tand- en groefverbinding
- Uitstekende thermische en geluidsisolerende eigenschappen
- Perfecte temperatuurregeling in zomer en winter
- Garantie voor uitstekende kwaliteit: voorzien van Komo keurmerk en CE markering



Wienerberger B.V.
088 - 118 51 11
info.nl@wienerberger.com
wienerberger.nl

