# GELUIDWERING IN DE WONINGBOUW

auteurs: Mw. ir. P.E. Braat – Eggen
ir. L.C.J. van Luxemburg

Om in deze behoefte te voorzien is in opdracht van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer het voorliggende handboek 'Geluidwering in de Woningbouw' opgesteld. Dit handboek biedt voor alle betrokkenen in de bouw een uitgebreid overzicht van de nieuwste kennis op het terrein van de bouwakoestiek. Het boek biedt een theoretische basis, maar is vooral gericht op de praktijk. Met het oog hierop is een keur van detailtekeningen opgenomen, toegesneden op verschillende kwaliteitsniveaus. Daarnaast worden vele aandachtspunten genoemd die bij de uitvoering van de geluidwerende voorzieningen een rol spelen.
Met dit alles is het handboek een onmisbare kennisbron voor bouwend Nederland.

Hopelijk zal het handboek intensief worden gebruikt, zodat een bijdrage geleverd kan worden aan de kwaliteit van de woning.

# Vooraf

Het voorkomen van geluidhinder in de woning is van groot belang voor de kwaliteit van onze leefomgeving. Lawaai op de plaats waar een mens zich terugtrekt en uitrust van de vermoeienissen van alledag, kan immers een bron van ergernis en stress zijn.

Er zijn verschillende mogelijkheden om geluidhinder te beperken. Het meest efficiënt is om de geluidproduktie bij de bron te reduceren. Daarnaast kan naar oplossingen worden gezocht om de geluidoverdracht van de bron naar de ontvanger te verminderen. Dit kan door de woning goed geluidwerend te maken. Het gaat hierbij dan zowel om de buitenschil als om de verschillende constructie-onderdelen van de woning of het woongebouw.
De geluidwering - met name tussen woningen - is één van de basiskwaliteiten van een woning. Het is van belang hiermee al bij het ontwerp rekening te houden, aangezien het erg moeilijk is om de geluidwering van een woning achteraf nog te verbeteren. In de bouwregelgeving zijn daarom voorschriften opgenomen, waaraan de geluidwering minimaal moet voldoen. In de praktijk bestaat er ook wel vraag naar een hogere kwaliteit dan wettelijk is voorgeschreven. Met behulp van bepalingsmethoden en praktijkrichtlijnen kan de gewenste geluidwering worden bereikt.

De bouwakoestiek is echter een complexe aangelegenheid. Het realiseren van een goede geluidwerende kwaliteit is een zaak van vele betrokkenen in verschillende fasen van het bouwproces. De geluidwering behoeft aandacht van ontwerp tot oplevering. De hiervoor benodigde kennis is specialistisch van aard. Hieruit is de behoefte ontstaan aan een voor alle betrokkenen goed toegankelijk overzichtswerk, waarin alle beschikbare kennis en informatie verzameld is.

Dit handboek is vervaardigd door TNO-Bouw in opdracht van het **Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.**


**Auteurs:**

. Mw. ir. P.E. Braat-Eggen
. ir. L.C.J. van Luxemburg

**met medewerking van:**

. Prof. ir. P.A. de Lange
. ir. E. Gerretsen
. ir. L.G. Booy

**Afbeeldingen en tekeningen:**

. ir A.J.M. Hoogers
. ir. T.J.M. Raijmakers

**Redactie en lay-out**

| | |
|---|---|
| . Mw. drs. E. Schenkelaars | TRIAM |
| . J. Verhaert | TRIAM |
| . Mw. A. Abbel | TRIAM |
| . Mw. Y. Heystek | TRIAM |
| . Mw. N. Lahey | TRIAM |

**Begeleidingscommissie:**
**Ministerie van VROM**

| | |
|---|---|
| . ir. H.M. Croes | DGM/GXV |
| . Mw. drs. T. de Haas | DGVM/BSM |
| . ir. P.J. van Luijk | DGVH/DOK |
| . N. Noorman | DGVH/DOK |
| . Mw. B. van Woerden | DVEB |

**Stichting Bouwresearch**

. ir. J.J. Vingerling



Deze uitgave is met de grootste zorgvuldigheid samengesteld. Noch de opdrachtgever noch de auteurs, noch de uitgever stelt zich aansprakelijk voor eventuele schade als gevolg van eventuele onjuistheden en onvolkomenheden in deze uitgave.

# INHOUDSOPGAVE


| | | Pag. |
|---|---|---|
| **Vooraf** | | |
| **1** | **Inleiding** | **1** |
| **2** | **Toelichting handboek** | **4** |
| | 2.1 Opbouw handboek | 4 |
| | 2.2 Algemeen | 4 |
| | 2.3 Theorie, regelgeving en berekeningen | 5 |
| | 2.4 Ontwerp en uitvoering | 7 |
| | 2.5 Literatuur en index | 13 |
| **3** | **Basisbegrippen en definities** | **14** |
| | 3.1 Wat is geluid? | 14 |
| | 3.2 De 'sterkte' van geluid | 15 |
| | 3.3 Hoe wordt geluid door de mens waargenomen? | 21 |
| | 3.4 De beleving van geluid | 26 |
| | 3.5 Geluid in ruimten | 27 |
| | 3.6 Het weren van geluiden | 31 |
| | 3.7 Grootheden | 35 |
| | 3.8 Eén-getalsaanduidingen | 40 |
| **4** | **Wettelijk kader** | **51** |
| | 4.1 Algemeen | 51 |
| | 4.2 Bouwbesluit | 53 |
| | 4.2.1 Bescherming tegen geluid van buiten | 54 |
| | 4.2.2 Bescherming tegen geluid van installaties | 60 |
| | 4.2.3 Geluidwering tussen ruimten | 62 |
| | 4.2.4 Beperking van galm | 65 |
| | 4.3 NEN 1070: Geluidwering in woongebouwen - eisen | 66 |
| | 4.4 NEN 5077: Geluidwering in woongebouwen - bepalingsmethoden | 69 |
| | 4.5 NEN 5079: Geluidwering in woongebouwen - één-getalsaanduidingen | 70 |
| | 4.6 Europese normen (CEN) | 70 |
| | 4.7 Internationale normen | 72 |

## Inhoudsopgave


| | | | Pag. |
|---|---|---|---|
| **5** | **Rekenregels en praktijkrichtlijnen** | | **74** |
| | 5.1 | Berekening van de geluidwering tussen ruimten | 74 |
| | | 5.1.1 Geluidoverdracht via de directe scheidingsconstructie | 76 |
| | | 5.1.2 Flankerende geluidoverdracht | 78 |
| | | 5.1.3 Omloopgeluid | 82 |
| | | 5.1.4 Voorbeeldberekening geluidwering tussen ruimten | 83 |
| | 5.2 | Berekening van de geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie | 92 |
| | | 5.2.1 De A-gewogen geluidisolatie van geveldelen | 93 |
| | | 5.2.2 De afdichting van naden en kieren | 94 |
| | | 5.2.3 De geluidisolatie van ventilatie-voorzieningen | 96 |
| | | 5.2.4 De structuur van de gevel | 96 |
| | | 5.2.5 Voorbeeldberekening geluidwering gevel | 97 |
| | 5.3 | Nederlandse Praktijkrichtlijnen | 100 |
| | | 5.3.1 NPR 5070; wand- en vloerconstructies | 100 |
| | | 5.3.2 NPR 5071; beperking van galm | 102 |
| | | 5.3.3 NPR 5072; luchtafvoersystemen | 102 |
| | | 5.3.4 NPR 5073; liftinstallaties | 104 |
| | | 5.3.5 NPR 5074; verwarmingsinstallaties | 105 |
| | | 5.3.6 NPR 5075; sanitaire installaties | 106 |
| | | 5.3.7 NPR 5076; houtskeletbouw | 108 |
| | | 5.3.8 NPR 5086; lichte woningscheidende wanden | 109 |
| **6** | **Aanwijzingen voor het bouwkundig ontwerpen** | | **111** |
| | 6.1 | Lokatie | 111 |
| | | 6.1.1 Geluidzone bij wegverkeer | 112 |
| | | 6.1.2 Geluidzone bij railverkeer | 113 |
| | | 6.1.3 Geluidzone bij industrieterreinen | 113 |
| | | 6.1.4 Geluidzone bij vliegvelden | 113 |

## Inhoudsopgave


| | | Pag. |
|---|---|---|
| 6.2 | Woningtype | 115 |
| | 6.2.1 Eengezinswoningen | 115 |
| | 6.2.2 Meergezinswoningen | 119 |
| 6.3 | Plattegrond | 123 |
| | 6.3.1 Gangbare plattegrondtypen woonkamers | 125 |
| | 6.3.2 Wijze van schakelen van woningplattegronden | 126 |
| 6.4 | Bouwwijze | 127 |
| | 6.4.1 Gietbouw | 127 |
| | 6.4.2 Stapelbouw | 127 |
| | 6.4.3 Systeembouw | 128 |
| | 6.4.4 Houtskeletbouw | 129 |
| | 6.4.5 Staalbouw | 129 |
| 6.5 | Materiaalkeuze en -toepassing | 130 |
| | 6.5.1 Woningscheidende wanden | 130 |
| | 6.5.1.1 Aansluitende fundering en begane grond vloeren | 132 |
| | 6.5.1.2 Aansluitende verdiepingsvloeren | 134 |
| | 6.5.1.3 Aansluitende binnenwanden | 135 |
| | 6.5.1.4 Aansluitende daken | 136 |
| | 6.5.1.5 Aansluitende gevels | 138 |
| | 6.5.2 Woningscheidende vloeren | 140 |
| | 6.5.2.1 Aansluitende woningscheidende wanden | 142 |
| | 6.5.2.2 Aansluitende binnenwanden | 142 |
| | 6.5.2.3 Aansluitende gevels | 142 |
| | 6.5.3 Kamerscheidende wanden | 143 |
| | 6.5.4 Kamerscheidende vloeren | 146 |
| | 6.5.5 Uitwendige scheidingsconstructies | 146 |
| | 6.5.5.1 Daken | 146 |
| | 6.5.5.2 Gevels | 147 |
| 6.6 | Installaties | 148 |
| | 6.6.1 Luchtafvoersystemen | 148 |
| | 6.6.2 Liften | 150 |
| | 6.6.3 Verwarming | 151 |
| | 6.6.4 Sanitair | 152 |
| | 6.6.5 Binnenriolering | 153 |

## Inhoudsopgave

155 - 395


| | | Pag. |
|---|---|---|
| **7** | **Materiaal- en bouwdeelgegevens** | **155** |
| 7.1 | Woningscheidende wanden | 155 |
| 7.1.1 | Steenachtige enkelvoudige wanden | 155 |
| 7.1.2 | Steenachtige spouwwanden | 157 |
| 7.1.3 | Lichte samengestelde wanden | 160 |
| 7.1.4 | Voorzetwanden | 162 |
| 7.2 | Woningscheidende vloeren | 164 |
| 7.2.1 | Steenachtige vloeren | 164 |
| 7.2.2 | Zwevende dekvloeren | 166 |
| 7.2.3 | Verlaagde plafonds | 169 |
| 7.3 | Kamerscheidende wanden | 170 |
| 7.3.1 | Lichte steenachtige wanden | 170 |
| 7.3.2 | Lichte samengestelde wanden | 172 |
| 7.4 | Kamerscheidende vloeren | 174 |
| 7.4.1 | Steenachtige vloeren | 174 |
| 7.4.2 | Houten vloeren | 175 |
| 7.4.3 | Systeemvloeren | 176 |
| 7.5 | Uitwendige scheidingsconstructies | 177 |
| 7.5.1 | Daken | 177 |
| 7.5.1.1 | Platte daken | 178 |
| 7.5.1.2 | Hellende daken | 179 |
| 7.5.2 | Gevels | 182 |
| 7.5.2.1 | Niet-transparante geveldelen | 182 |
| 7.5.2.2 | Ramen | 185 |
| 7.5.2.3 | Buitendeuren | 201 |
| 7.5.2.4 | Ventilatievoorzieningen | 202 |
| **8** | **Woningscheidende wanden van beton** | **209** |
| 8.1 | Enkelvoudige wanden van beton | 211 |
| 8.2 | Ankerloze spouwwanden van beton | 245 |
| **9** | **Woningscheidende wanden van baksteen** | **264** |
| 9.1 | Enkelvoudige wanden van baksteen verbeterd | 266 |
| **10** | **Woningscheidende wanden van kalkzandsteen** | **279** |
| 10.1 | Enkelvoudige wanden van kalkzandsteen | 282 |
| 10.2 | Ankerloze spouwwanden van kalkzandsteen | 313 |

## Inhoudsopgave


| | | Pag. |
|---|---|---|
| **11** | **Woningscheidende wanden van hout** | **344** |
| | 11.1 Samengestelde wanden van hout | 347 |
| **12** | **Woningscheidende vloeren** | **364** |
| | 12.1 Plaatvloeren | 366 |
| | 12.2 Kanaalplaatvloeren | 380 |
| | 12.3 Houten vloeren | 395 |
| **13** | **Literatuur** | **399** |
| | 13.1 Algemeen | 399 |
| | 13.2 Gevels | 403 |
| | 13.3 Normen | 406 |
| | 13.4 ISO international standards | 409 |
| | 13.5 Onderzoeksrapporten van de Interdepartementale Commissie Geluidhinder | 411 |
| | 13.6 Overheidsbesluiten, beschikkingen en regelingen | 416 |
| **14** | **Index** | **417** |
| | **Legenda** | **omslag** |

# 1

# Inleiding

**Doelstelling**
De doelstelling van dit naslagwerk is:

Het geven van direct toepasbare informatie over geluidwering in de woningbouw. Dat wil zeggen:
- tussen woningen: de uitvoering van wanden en vloeren, de plaats van de trap, gangen, toilet en bad;
- binnen woningen: de uitvoering van wanden en vloeren, de plaats van het toilet en bad;
- bij woningen tegen buitengeluiden: de uitvoering van gevel en dak.

De informatie is bestemd voor alle partijen die bij de totstandkoming van een woning zijn betrokken.

**Aanleiding**
Bij de bestrijding van hinder door woongeluiden ten gevolge van burenlawaai speelt de geluidwering een belangrijke rol. Het is belangrijk dat woningen in elk geval voldoen aan de voorschriften voor de wering van geluid.

*woongeluiden*

Dit handboek is opgesteld om een bijdrage te leveren aan de kennis die hiervoor noodzakelijk is.

Bij de problematiek van de geluidhinder spelen naast puur technische aspecten ook andere, maatschappelijke, factoren een rol. Problemen op het gebied van de geluidwering moeten daarom altijd in een breed perspectief geplaatst worden.

Een voldoende of goede geluidwering is een zaak van veel partijen. De kosten en effectiviteit van de geluidwerende voorzieningen hangen veelal af van de mate waarmee er rekening is gehouden bij de totstandkoming van de woning.

Het bouwen van woningen met een goede geluidwering hoeft technisch geen probleem te zijn.
Sinds tientallen jaren wordt er in Nederland onderzoek verricht op het gebied van de geluidwering (bouwakoestisch onderzoek). Dit soort onderzoeken heeft geleerd hoe gebouwd moet worden om voldoende geluidwering tussen, in en van woningen te krijgen.

*bouwakoestisch onderzoek*

# 1 Inleiding

Voor het realiseren van een goede geluidwering is echter geen eenvoudig standaardrecept te geven. Daarvoor is uitgebreidere informatie nodig. Bouwend Nederland beschikte nog niet over een publikatie waarin deze beschikbare kennis is verzameld. Dit handboek 'Geluidwering in de woningbouw' beoogt hierin te voorzien.

Er is getracht de beschikbare kennis zo aan te bieden dat deze direct kan worden toegepast voor de realisatie van de noodzakelijk geachte geluidwering in, tussen en van woningen.

*gebruikers*

**Gebruikers**
Het boek is bestemd voor:
- woningcorporaties;
- beroepsmatige opdrachtgevers;
- architecten;
- opzichters;
- uitvoerders;
- vergunningverlenende instanties.

Alle partijen krijgen op verschillende tijdstippen te maken met beslissingen die van invloed zijn op de uiteindelijke akoestische kwaliteit van een woning.
De beslissingen worden in de loop van het bouwproces echter niet door steeds dezelfde partijen genomen.

Bijvoorbeeld
De opdrachtgevers nemen beslissingen tijdens het opstellen van hun programma van eisen.
De architecten nemen beslissingen bij het detailleren.
De uitvoerders beslissen op het werk.

Dit handboek wil alle partijen op het juiste akoestische spoor zetten.

**Uitgangspunten**
Er is uitgegaan van de gangbare regelgeving. Dat houdt in dat de gegeven oplossingen altijd tenminste voldoen aan de wettelijke eisen.

# 1 Inleiding

De oplossingen zijn zowel bedoeld voor nieuw te bouwen woningen als voor te verbeteren woningen. Belangrijk is dat de bij de tekeningen gegeven voorwaarden bij de uitvoering nauwgezet worden nagevolgd.

De tekeningen in dit handboek zijn primair bedoeld om de principes voor een goede geluidwering te verduidelijken. Dit impliceert dat de gegeven oplossingen kunnen conflicteren met eventuele constructieve eisen.

Voorts geldt dat met betrekking tot de aangegeven prestaties voor de geluidwering de ervaring van de auteurs de beoordeling kan hebben beïnvloed. Als gevolg hiervan kunnen afwijkingen ten opzichte van in de praktijk te meten geluidisolatiewaarden optreden.

# 2

# Toelichting handboek

In dit hoofdstuk worden behandeld:
- de opbouw van het handboek, paragraaf 2.1;
- algemeen, paragraaf 2.2;
- theorie, regelgeving en berekeningen, paragraaf 2.3;
- ontwerp en uitvoering, paragraaf 2.4;
- literatuur en index, paragraaf 2.5.

*opbouw handboek*

## 2.1 OPBOUW HANDBOEK

De informatie is in het handboek ondergebracht in vier blokken.

Algemeen blok met:
- inleiding, hoofdstuk 1;
- toelichting, hoofdstuk 2.

Theoretisch blok met:
- basisbegrippen, hoofdstuk 3;
- wettelijke regelingen, hoofdstuk 4;
- rekenregels en praktijkrichtlijnen, hoofdstuk 5.

Praktisch blok met:
- aanwijzingen voor het bouwkundig ontwerpen, hoofdstuk 6;
- materiaal- en bouwdeelgegevens, hoofdstuk 7;
- woningscheidende wanden van beton, hoofdstuk 8;
- woningscheidende wanden van baksteen, hoofdstuk 9;
- woningscheidende wanden van kalkzandsteen, hoofdstuk 10;
- woningscheidende wanden van hout, hoofdstuk 11;
- woningscheidende vloeren, hoofdstuk 12.

Naslagblok met:
- literatuur; hoofdstuk 13;
- index, hoofdstuk 14.

## 2.2 ALGEMEEN

Het handboek geeft
- informatie over de vereiste geluidwering;
- informatie ter onderbouwing van beslissingen die van invloed zijn op de geluidwerende kwaliteit;
- keuzemogelijkheden en de consequenties daarvan.

# 2 Toelichting handboek

In het bouwproces onderscheiden we een aantal fasen: *bouwproces*
- programmafase;
- ontwerpfase;
- bestekfase;
- aanbestedingsfase;
- bouwfase;
- beheersfase.

**'Informatiebehoefte' over de geluidwering per fase** *informatiebehoefte per fase*

Programmafase: zie hoofdstuk 4 en verder:
- vastleggen vereiste geluidwering;
- afwegen technische gevolgen van akoestische eisen;
- afwegen kosten van de akoestische eisen.

Ontwerpfase: zie hoofdstuk 5 en verder:
- ontwerpen vereiste geluidwering;
- voorspellen haalbare geluidwering;
- beoordelen effect materiaalkeuze op geluidwering.

Besteksfase: zie hoofdstuk 8 en verder:
- beoordelen haalbaar akoestisch kwaliteitsniveau op basis van detail- en werktekeningen.

Aanbestedingsfase: zie hoofdstuk 8 en verder:
- materiaalkosten;
- uitvoering.

Bouwfase: zie hoofdstuk 8 en verder:
- controle;
- alternatieve oplossingen.

Beheersfase: zie hoofdstuk 6 en 9:
- verbeteren akoestische kwaliteit.

## 2.3 THEORIE, REGELGEVING EN BEREKENINGEN

De belangrijkste bouwakoestische begrippen worden in hoofdstuk 3: Basisbegrippen en definities, kort toegelicht. *bouwakoestische begrippen*

# 2 Toelichting handboek

Behandeld worden:
- wat is geluid, paragraaf 3.1;
- de 'sterkte' van geluid, paragraaf 3.2;
- hoe wordt geluid door de mens waargenomen, paragraaf 3.3;
- de beleving van geluid, paragraaf 3.4;
- geluid in ruimten, paragraaf 3.5;
- het weren van geluiden, paragraaf 3.6;
- grootheden, paragraaf 3.7.;
- één-getalsaanduidingen, paragraaf 3.8.

In hoofdstuk 4 worden de wettelijke regelingen aangehaald en kort toegelicht. Naast de nationale regelgeving wordt ook ingegaan op Europese en internationale regelgeving.

*regelgeving*

Behandeld worden:
- algemeen;
- Bouwbesluit, paragraaf 4.2;
- NEN 1070 geluidwering in woongebouwen: eisen, paragraaf 4.3;
- NEN 5077 geluidwering in woongebouwen: bepalingsmethoden, paragraaf 4.4;
- NEN 5079 geluidwering in woongebouwen: één-getals-aanduidingen, paragraaf 4.5.

Verder zijn er de
- Europese normen, paragraaf 4.6;
- Internationale normen, paragraaf 4.7.

In hoofdstuk 5 komen aan de orde:
- berekening van de geluidwering tussen ruimten, paragraaf 5.1;
- berekening van de geluidwering van uitwendige scheidings-constructies, paragraaf 5.2;
- Nederlandse Praktijkrichtlijnen, paragraaf 5.3.

De meeste beroepsmatig bij de woningbouw betrokkenen hebben te maken gekregen met allerlei reken- en beoordelingsmethoden. We noemen de berekening van de geluidwering van de gevel, de geluidisolatie van bouwdelen en de geluidwering tussen ruimten. Hierop wordt uitgebreid ingegaan in hoofdstuk 5. De soms zeer complexe materie is daarbij teruggebracht tot voor de praktijk bruikbare gereedschappen. Een uitleg over de theorie achter de formules is echter weggelaten.

*reken-/beoordelings-methoden*

## 2.4 ONTWERP EN UITVOERING

Dit blok bevat gedetailleerde informatie over de geluidwering.

In hoofdstuk 6 worden voor het ontwerp van een woning relevante geluidweringsaspecten behandeld. Deze informatie is met name van belang in de fase dat nog allerlei beslissingen genomen moeten worden.

*geluidweringsaspecten*

De soort informatie is gekoppeld aan:
- lokatie van de woning, paragraaf 6.1;
- woningtype, paragraaf 6.2;
- plattegrond, paragraaf 6.3;
- bouwwijze, paragraaf 6.4;
- materiaalkeuze en -toepassing, paragraaf 6.5;
- installaties, paragraaf 6.6.

Gegevens over geluidisolatie van materialen en constructies zijn verzameld in hoofdstuk 7. Deze gegevens zijn bedoeld voor het maken van berekeningen en vergelijkingen.

*geluidisolatie van materialen, constructies*

Behandeld worden:
- woningscheidende wanden, paragraaf 7.1;
- woningscheidende vloeren paragraaf 7.2;
- kamerscheidende wanden, paragraaf 7.3;
- kamerscheidende vloeren, paragraaf 7.4;
- uitwendige scheidingsconstructies, paragraaf 7.5.

In de hoofdstukken 8 t/m 12 worden voorbeeldoplossingen gegeven van aansluitingen aan:

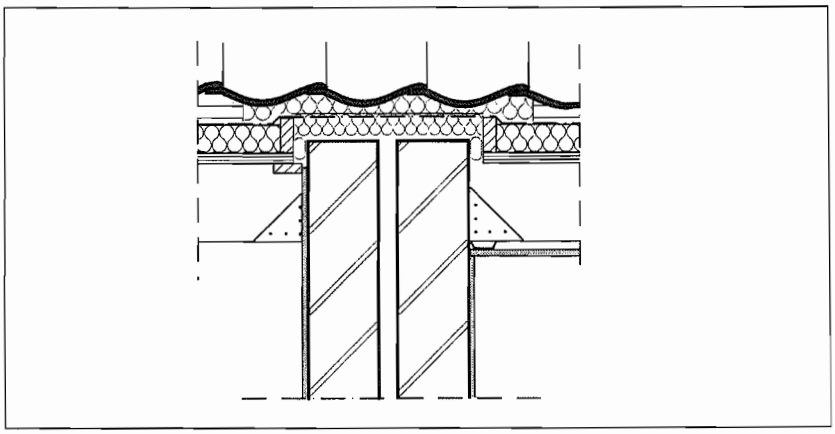
*voorbeeldoplossingen*

- woningscheidende wanden van beton, hoofdstuk 8:
  - enkelvoudige wanden van beton, paragraaf 8.1;
  - ankerloze spouwwanden van beton, paragraaf 8.2;
- woningscheidende wanden van baksteen, hoofdstuk 9:
  - enkelvoudige wanden van baksteen verbeterd, paragraaf 9.1;
- woningscheidende wanden van kalkzandsteen, hoofdstuk 10:
  - enkelvoudige wanden van kalkzandsteen, paragraaf 10.1;
  - ankerloze spouwwanden van kalkzandsteen paragraaf 10.2;

- woningscheidende wanden van hout, hoofdstuk 11:
  - samengestelde wanden van hout paragraaf 11.1;
- woningscheidende vloeren, hoofdstuk 12:
  - plaatvloeren, paragraaf 12.1;
  - kanaalplaatvloeren, paragraaf 12.2;
  - houten vloeren, paragraaf 12.3.

In deze hoofdstukken zijn voor alle aansluitingen detailtekeningen gegeven:

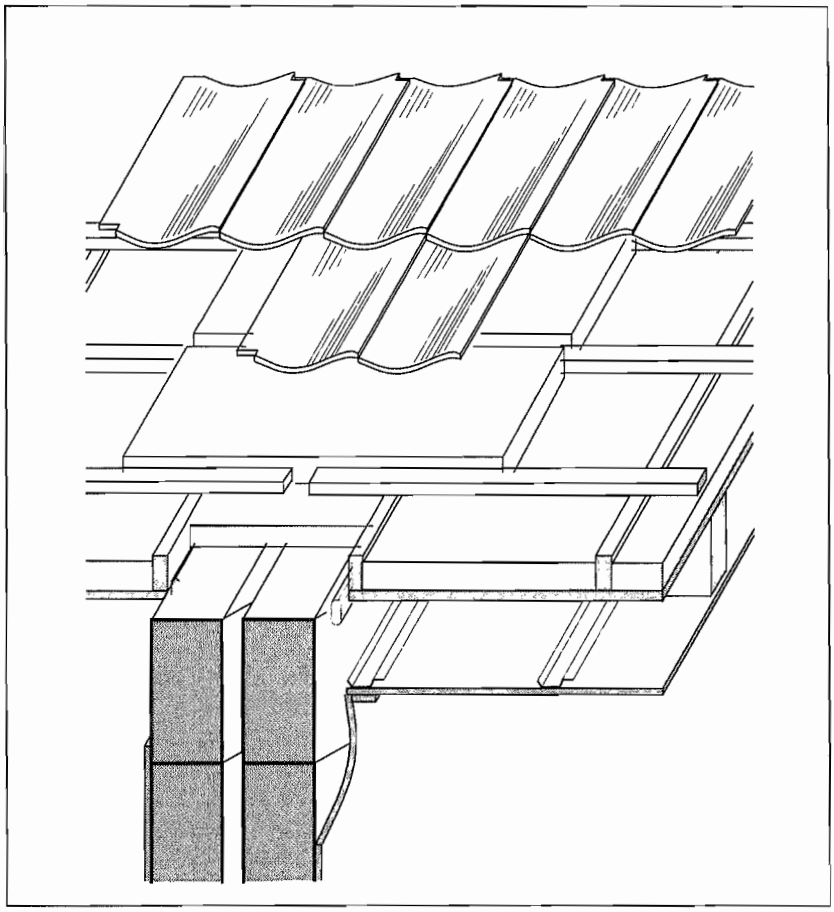
- Als twee-dimensionale doorsnede, met gebruikelijke arcering (zie ook legenda op uitklapblad).



*Afbeelding 2.1: Voorbeeld twee-dimensionale doorsnede*

- Als drie-dimensionale doorsnedetekening

# 2 Toelichting handboek



*Afbeelding 2.2: Voorbeeld drie-dimensionale tekening*

De legenda voor de tekeningen is op het uitklapblad opgenomen.

Op elk tekeningenblad is aangegeven:
- akoestische kwaliteit die haalbaar is;
- toepassingsgebied;
- uitvoeringsvoorwaarden;
- aandachtspunten.

Aan de hand van de SRW/SROW-indeling is het materiaal van de basisconstructie met aansluitende bouwdelen gecodeerd. Deze codering is onderaan op elk tekeningenblad aangegeven.

*codering*

# 2 Toelichting handboek

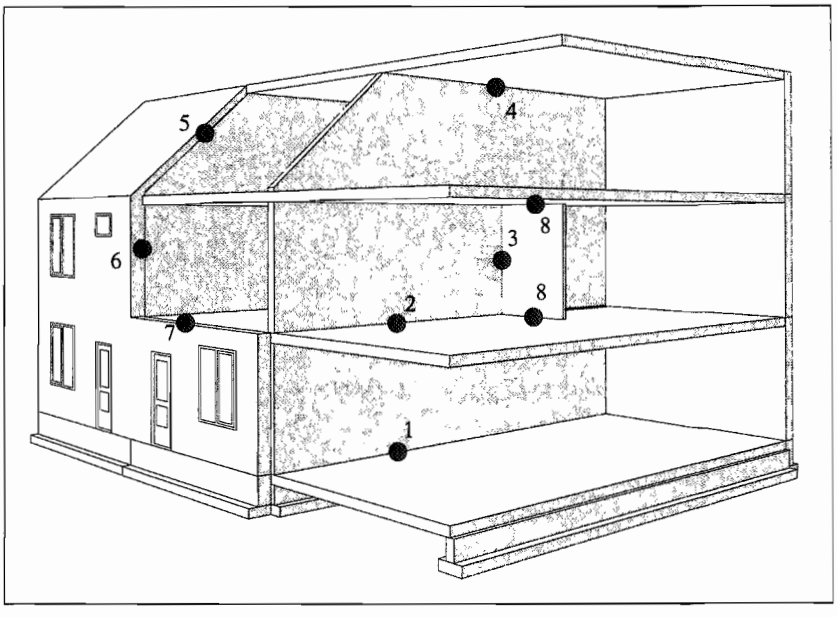
Codering basisconstructie:

**21 BETON**
21 10 in het werk te storten beton
.. 30 geprefabriceerd beton

**22 METSELWERK**
22 10 in het werk te vervaardigen
.. .. 06 baksteen
.. .. 13 kalkzandsteen

**24 TIMMERWERK**
.. 10 in het werk te vervaardigen
.. 30 geprefabriceerd timmerwerk

Het vierde getallenpaar geeft het type van de constructie aan:
.. .. .. 01 enkelvoudige wand;
.. .. .. 02 spouwwand;
.. .. .. 11 plaatvloer;
.. .. .. 12 kanaalplaatvloer;
.. .. .. 19 houten vloer.




*Afbeelding 2.3: Basistekening met knooppunten*

# 2 Toelichting handboek

Vervolgens komen de nummers voor het knooppunt en het type aansluitende constructie. De plaats van de aansluiting is eveneens onderaan op de pagina in de basistekening aangegeven.

De knooppunten met aansluitende constructies: *knooppunten*

1. Fundering - Woningscheidende wand - Begane- grond-vloer (thermisch geïsoleerd)
   - 1 combinatievloer
   - 3 bekistingsvloer
   - 4 ribbenvloer
   - 7 kanaalplaatvloer
   - 9 houten vloer

2. Woningscheidende wand - Verdiepingsvloer
   - 1 combinatievloer
     - a. met verlaagd plafond
     - b. met verlaagd plafond en zwevende dekvloer
   - 2 breedplaatvloer
   - 3 bekistingsvloer
   - 7 kanaalplaatvloer
   - 9 houten vloer
     - a. met verlaagd plafond
     - b. met zwevende dekvloer
     - c. met verlaagd plafond en zwevende dekvloer

3. Woningscheidende wand - Binnenwand
   - 1 kalkzandsteen
   - 2 gipsblokken/gasbeton
   - 3 stijl en regelwerk
   - 4 kozijnconstructie
   - 9 voorzetwand
     - a. met c-profielen
     - b. op stijl- en regelwerk
     - c. geprefabriceerd

4. Woningscheidende wand - Plat dak
   - 1 houten dakbeschot
   - 4 breedplaatvloer
   - 5 bekistingsvloer
   - 6 kanaalplaatvloer

5. Woningscheidende wand - Hellend dak
   1 enkelschalige dakplaat, thermische isolatie hardschuim
   2 enkelschalige dakplaat, thermische isolatie minerale wol
   3 sporenkap, thermische isolatie hardschuim
   4 sporenkap, thermische isolatie minerale wol
   5 doosconstructie, thermische isolatie minerale wol
   6 sandwich, thermische isolatie hardschuim
   7 zakgootconstructie/sporenkap
   8 zakgootconstructie/doosconstructie

6. Woningscheidende wand - Gevel
   1 binnenblad kalkzandsteen
     buitenblad a. baksteen
     b. hout
     c. pleister
   2 binnenblad gipsblokken/gasbeton
     buitenblad a. baksteen
   3 binnenblad prefab hout
     buitenblad a. baksteen
     b. hout
   4 puiconstructie
     buitenblad a. baksteen
     b. hout
   5 binnenblad beton
     buitenblad a. baksteen
     b. hout
     c. pleister

7. Woningscheidende vloer - Gevel
   1 binnenblad kalkzandsteen/prefab beton
     buitenblad a. baksteen
     b. hout
     c. pleister
   2 binnenblad gipsblokken/gasbeton
     buitenblad a. baksteen
     c. pleister
   3 binnenblad prefab hout
     buitenblad a. baksteen
     b. hout

4 puiconstructie
a. balkon/galerij
b. hout

8. Woningscheidende vloer - Binnenwand
1 kalkzandsteen/beton
2 gipsblokken/gasbeton
3 stijl- en regelwerk
4 kozijnconstructie

Onderstaand is de opbouw van de code toegelicht aan de hand van een voorbeeld.

*code*

21 .. .. .. ..: Beton
21 10 .. .. ..: In het werk gestort
21.10.00 .. ..: Beton
21.10.00.01 ..: Enkelvoudige wand
21.10.00.01.1.: Knooppunt 1 (Fundering - Begane-grond-vloer)
21.10.00.01.11: Aansluitende constructie type 1

## 2.5 LITERATUUR EN INDEX

Een handboek heeft ook een verwijzingsfunctie. Daarom zijn een uitgebreide literatuurlijst en een index (trefwoordenregister) opgenomen.

*literatuurlijst*
*index*

Ten behoeve van een snelle verwijzing is het literatuuroverzicht in hoofdstuk 13 ingedeeld in categorieën.

Indeling literatuuroverzicht:

- Algemeen, paragraaf 13.1;
- Gevels, paragraaf 13.2;
- Normen, paragraaf 13.3;
- ISO International Standards, paragraaf 13.4;
- Onderzoeksrapporten van de Interdepartementale Commissie Geluidhinder, paragraaf 13.5;
- Overheidsbesluiten, beschikkingen en regelingen, paragraaf 13.6.

# 3

# Basisbegrippen en definities

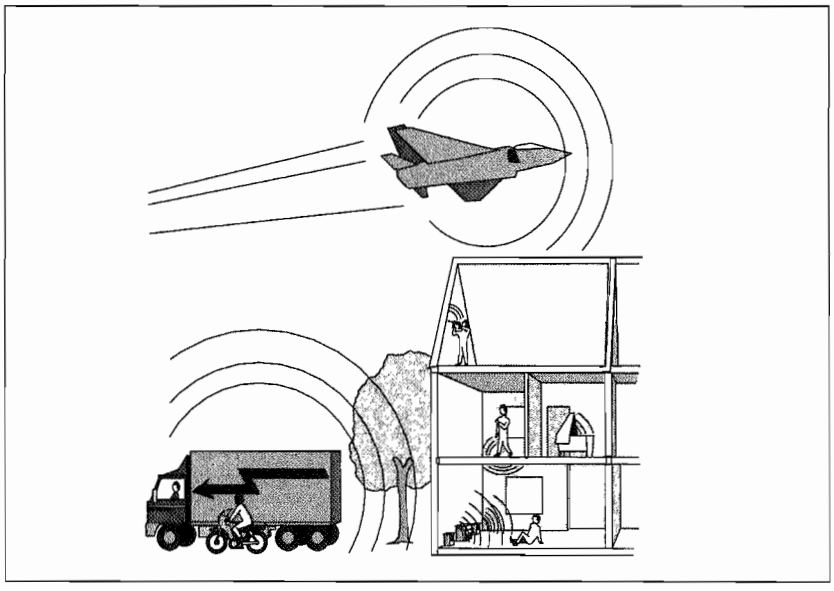
In dit hoofdstuk wordt ingegaan op:
- wat is geluid, paragraaf 3.1;
- de 'sterkte' van geluid, paragraaf 3.2;
- hoe wordt geluid waargenomen, paragraaf 3.3;
- de beleving van geluid, paragraaf 3.4;
- geluid in ruimten, paragraaf 3.5;
- het weren van geluiden, paragraaf 3.6;
- grootheden, paragraaf 3.7;
- één-getalsaanduidingen, paragraaf 3.8.

## 3.1 WAT IS GELUID?

Geluid is alles wat met het gehoor(zintuig) kan worden waargenomen. Trillingen van luchtdeeltjes worden daarbij via het gehoororgaan in de hersenen omgezet in een geluidgewaarwording.

**Trillingen**

De luchtdeeltjes worden in trilling gebracht door een mechanisch systeem. Zo'n mechanisch systeem is de geluidbron. Voorbeelden hiervan zijn: *geluidbron*
- stem(banden);
- luidsprekers;
- machines.



*Afbeelding 3.1: Geluidbronnen*

# 3 Basisbegrippen en definities

Als een mechanisch systeem in trilling is, voert het oppervlak een trillende, heen en weer gaande beweging uit rond een evenwichtstoestand. De deeltjes van de omringende lucht die dicht bij het oppervlak liggen, nemen de beweging over en geven deze op hun beurt weer door aan aangrenzende luchtdeeltjes. De beweging, de trilling, plant zich voort. Uiteindelijk kunnen deze trillingen, afhankelijk van trillingssterkte en tempo van trillen, door het gehoor worden waargenomen als geluid.

*voortplanting trilling*

## 3.2 DE 'STERKTE' VAN GELUID

**Geluiddruk**

Als de luchtdeeltjes niet bewegen is er geen geluid. Er is dan sprake van een statische toestand. Bij deze toestand hoort een bepaalde luchtdruk, de atmosferische druk.

Een geluidgolf gaat gepaard met drukschommelingen ten opzichte van de atmosferische druk. Deze drukschommeling kan positief (overdruk) en negatief (onderdruk) zijn. De in de tijd variërende drukschommelingen noemen we de geluiddruk. De geluiddruk ($p_t$) wordt uitgedrukt in pascal (1 Pa = 1 $N/m^2$).

*geluiddruk*

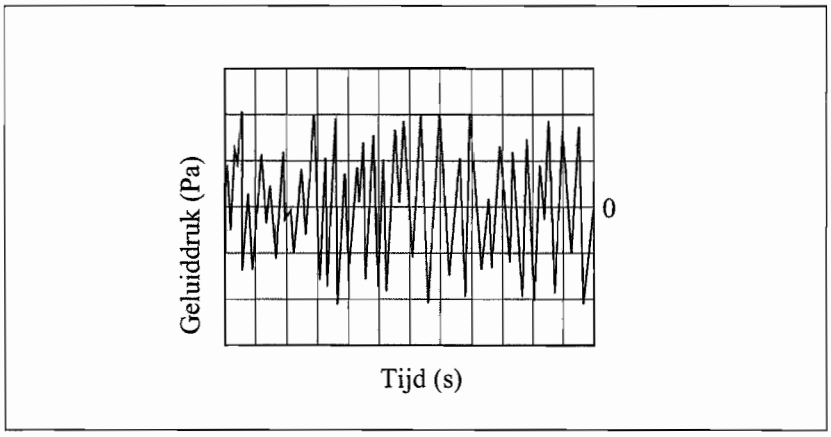
**Effectieve geluiddruk**

De 'sterkte' van een geluid, zoals de mens die ervaart, wordt bepaald door de zogenaamde effectieve geluiddruk ($p_{eff}$) en niet door de maximale of gemiddelde geluiddruk.
De geluiddruk bij het oor zorgt ervoor dat het trommelvlies gaat trillen. Via trommelvlies, midden-oor, binnen-oor, zenuwbanen en de verwerking in onze hersenen ontstaat een geluidgewaarwording.

*'sterkte' van een geluid*
*effectieve geluiddruk*

De 'sterkte' lijkt een eenvoudig kenmerk van het geluid, dit blijkt echter niet zo te zijn. Kijken we bijvoorbeeld naar een eenvoudig geluid als het afblazen van stoom. Wij ervaren dit geluid als gelijkblijvend in sterkte.
Registreren we de geluiddruk dan zien we een heel grillig verloop van het signaal in de tijd (zie afbeelding 3.2).

# 3 Basisbegrippen en definities




*Afbeelding 3.2: Geluiddrukverloop in de tijd van het afblazen van stoom*

Het oor middelt het signaal blijkbaar. De gemiddelde druk kan het echter niet zijn, deze is 0: de druk is even vaak positief (overdruk) als negatief (onderdruk).

Als van een signaal de grootste piekwaarden van de geluiddruk worden afgesneden blijkt dit weinig invloed te hebben op de sterktewaarneming. Blijkbaar wordt de sterkte dus ook niet bepaald door de pieken in een signaal.

*sterktewaarneming*

Dit alles en algemene energiebeschouwingen leidden ertoe dat men de gemiddelde gekwadrateerde waarde van de geluiddruk van het signaal als uitgangspunt voor de sterktewaarneming is gaan beschouwen.
In formule:

$$p_{eff} = \sqrt{\overline{p}^2} \qquad [Pa]$$

De met het oor waarneembare geluiden hebben een effectieve geluiddruk die ligt tussen die bij de 'gehoordrempel' ($2.10^{-5}$ Pa) en de 'pijngrens' (200 Pa).

*gehoordrempel*
*pijngrens*

# 3 Basisbegrippen en definities

**Geluiddrukniveau**

De waarden, die de effectieve geluiddruk kan hebben, lopen sterk uiteen. Dit heeft geleid tot een andere, beter hanteerbare grootheid om de sterkte van een geluid aan te geven: het geluiddrukniveau ($L_p$ = Level of pressure).

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2_{eff}}{p^2_o} \quad [dB]$$

met $p_o = 2.10^{-5}$ Pa.

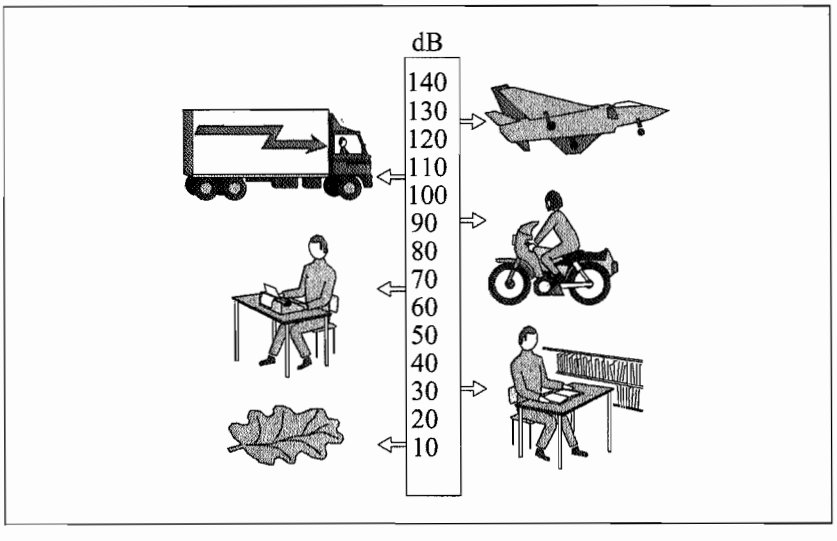
*geluiddrukniveau decibel*

Het geluiddrukniveau wordt uitgedrukt in decibel (dB). Daarbij wordt de heersende effectieve geluiddruk ($p_{eff}$) vergeleken met de effectieve geluiddruk van geluiden die een mens nog net kan waarnemen ($p_o$). In de situatie waarbij de effectieve geluiddruk gelijk is aan deze waarde is het bijbehorende geluiddrukniveau 0 dB. Bij de pijngrens bedraagt het geluiddrukniveau 140 dB.

*'klasseverschil' in sterkte*

Het kleinste sterkteverschil tussen twee geluiden dat nog net waarneembaar is (onder ideale omstandigheden) bedraagt 1 dB. Verschillen van 2 à 3 dB zijn iets beter waar te nemen. Bij verschillen van 5 dB spreken we van een 'klasseverschil' in sterkte.

Omdat een verschil in geluiddrukniveau kleiner dan 1 dB niet hoorbaar is, is het in de praktijk weinig zinvol om het geluiddrukniveau ($L_p$) in één of meer decimalen nauwkeurig op te geven.



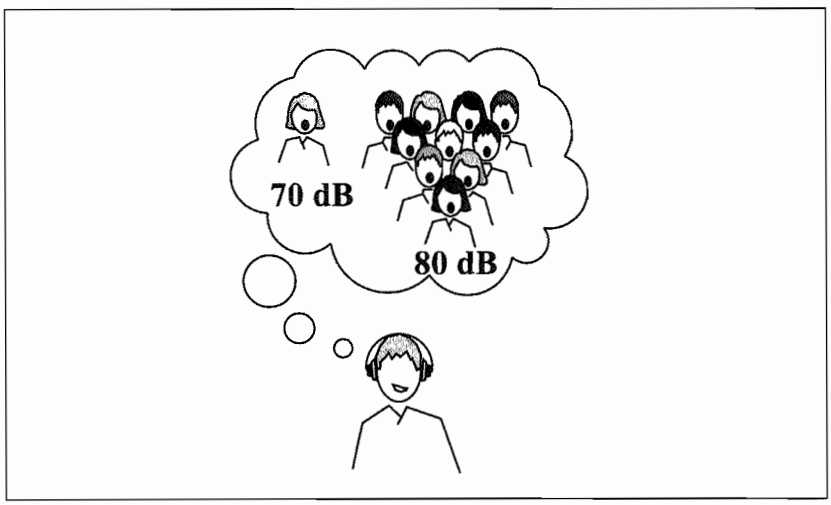

*Afbeelding 3.3: Voorbeelden van optredende geluiddrukniveaus*

# 3 Basisbegrippen en definities

**Het rekenen met geluid**
Doordat de sterkte van het geluid wordt aangegeven in dB, kunnen de geluiddrukniveaus van meerdere bronnen niet zonder meer rekenkundig worden opgeteld om het resulterende niveau te vinden. Hiervoor moeten andere, wat omslachtiger rekenregels worden gebruikt.

De basis van het rekenen met decibels is, dat op elk tijdstip alleen de op dat moment heersende kwadraten van de geluiddrukken bij elkaar mogen worden opgeteld.

Wanneer geluidbron 1 een geluiddrukniveau van 70 dB veroorzaakt en geluidbron 2 afzonderlijk daarvan op dezelfde plaats 75 dB, is het geluiddrukniveau ten gevolge van beide bronnen tezamen 76 dB en niet 145 dB.




*Afbeelding 3.4: Het optellen van geluiddrukniveaus*

*optellen van geluiddrukniveaus*

Voor n gelijktijdig optredende geluidbronnen kan worden afgeleid dat:

$$L_{p1..n} = 10 \lg [\ 10^{Lp1/10} + 10^{Lp2/10} + .. + 10^{Lpn/10}\ ]$$

Bijvoorbeeld:
- geluidbron 1 is 70 dB
- geluidbron 2 is 75 dB

samen geven deze twee geluidbronnen:

$$L_{p1+2} = 10 \lg [\ 10^{70/10} + 10^{75/10}\ ] = 10 \lg [\ 10^{7} + 10^{7,5}\ ]$$
$$= 10 \lg 10^{7} [\ 1 + 10^{0,5}\ ]$$
$$= 10 \lg 10^{7} + 10 \lg [\ 1 + 10^{0,5}\ ]$$
$$= 70 + 6,2 = 76,2 \text{ dB}$$

*vuistregels*

Er zijn twee vuistregels, die gebruikt kunnen worden voor het berekenen van het totale geluiddrukniveau:

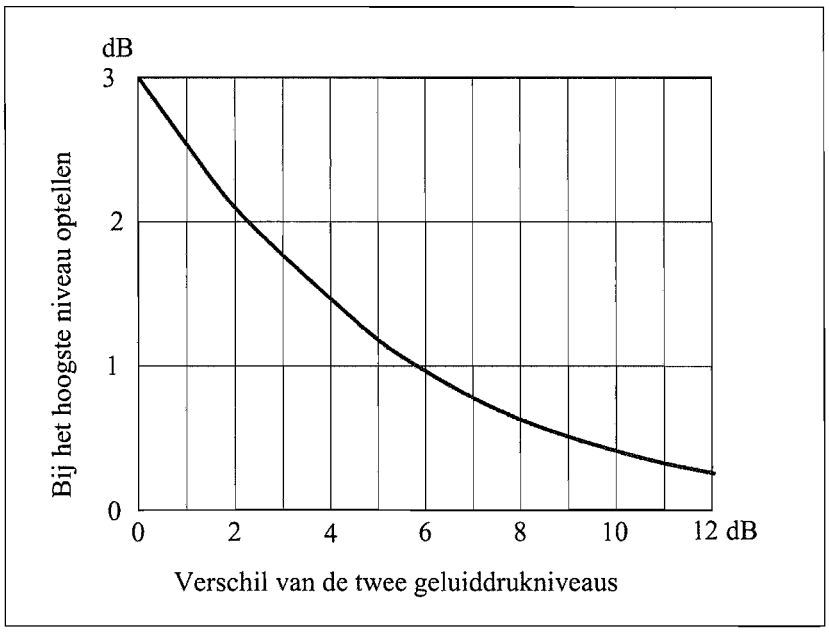
- Twee even sterke (en onafhankelijke) geluidbronnen leveren samen een geluiddrukniveau op dat 3 dB hoger is dan dat van één van de bronnen.

| Bijvoorbeeld: | | | |
|---|---|---|---|
| geluiddrukniveau bron 1 | : | 70 | dB |
| geluiddrukniveau bron 2 | : | 70 | dB |
| totaal geluiddrukniveau | : | 73 | dB |

**Let op!**
Het optellen van de geluiddrukniveaus van twee verschillende bronnen kan dus nooit een geluiddrukniveau opleveren, dat meer dan 3 dB hoger is dan het hoogste.

- Als twee geluiddrukniveaus meer dan 10 dB verschillen is het totale geluiddrukniveau vrijwel gelijk aan het hoogste.

| Bijvoorbeeld: | | | |
|---|---|---|---|
| geluiddrukniveau bron 1 | : | 70 | dB |
| geluiddrukniveau bron 2 | : | 80 | dB |
| totaal geluiddrukniveau | : | 80,4 | dB |




*Afbeelding 3.5: Hulpmiddel bij het optellen van twee geluiddrukniveaus*

**Geluidvermogen**

*geluidvermogen*

De sterkte van een geluidbron wordt gegeven door zijn geluidvermogen. Het geluidvermogen wordt uitgedrukt in watt (W). Gezien de grote verschillen in optredende geluidvermogens is ook hier een vervangende grootheid gedefinieerd: het geluidvermogenniveau ($L_w$), eveneens via een logarithmische bewerking.

*geluidvermogenniveau*

Een geluidbron straalt zijn energie uit in een ruimte (dat kan ook de open lucht zijn). In de ruimte waarover deze energie zich verdeelt, ontstaat het zogenaamde geluidveld. Hoe de energie zich over het geluidveld verdeelt en welke geluiddrukniveaus dan optreden, hangt af van de aard van de bron en de ruimte.

*geluidveld*

Het rekenen met geluidvermogenniveaus komt veel voor bij bijvoorbeeld:

- ventilatoren;
- machine-opstellingen.

Een geluidbron kan dus ook gekarakteriseerd worden door het afgegeven geluidvermogen. Op een bepaalde afstand van de bron kan dan een geluiddrukniveau berekend of gemeten worden.
Het geluidvermogenniveau is dus altijd aan de bron gekoppeld, het geluiddrukniveau aan de waarneming.

## 3.3 HOE WORDT GELUID DOOR DE MENS WAARGENOMEN?

Behalve de afgegeven geluidenergie bepaalt de samenstelling van een geluid hoe luid (sterk) het wordt waargenomen.

*toonhoogte*

De toonhoogte van een geluid wordt bepaald door het tempo van de variaties van de geluiddruk in de tijd.
De sterkte van het geluid hangt af van de hevigheid van de bewegingen van de luchtdeeltjes.

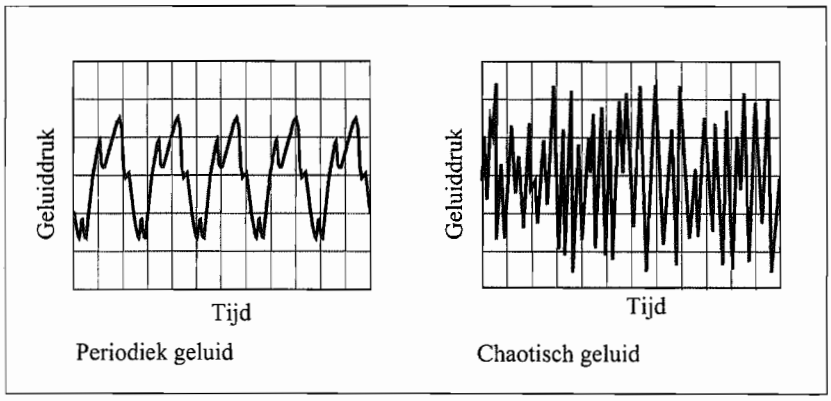
*periodiek geluid*

De geluiddruk kan op twee manieren in de tijd variëren.

- *Periodiek* (bijvoorbeeld een toon van een fluit)
  De geluiddruk verloopt regelmatig met de tijd.
  De geluiddruk is dan een wiskundige functie van de tijd en daardoor voorspelbaar.
  De geluiddruk herhaalt zich met een zekere regelmaat, de periode T genaamd.

*chaotisch geluid*

- *Chaotisch* (bijvoorbeeld het geluid van een machine met verschillende bewerkingen)
  De geluiddruk verloopt volkomen onregelmatig over de tijd.
  Er is dan ook geen wiskundig verband te leggen en de geluiddruk is niet voorspelbaar.




*Afbeelding 3.6: Verschillende karakteristieke geluiden*

# 3 Basisbegrippen en definities

## Frequentie

*frequentie*

Voor een geluid dat periodiek in de tijd varieert is de frequentie het aantal trillingen dat per seconde wordt uitgevoerd. De frequentie (f) wordt aangegeven in hertz (Hz).

Een zuivere toon (periodiek geluid) verloopt sinusvormig in de tijd; dit is een regelmatige (harmonische) trilling. De herhalingstijd van de harmonische trilling wordt de periode T genoemd.

$$T = \frac{1}{f} \quad [s]$$

Na T seconden neemt de geluiddruk dezelfde waarde aan.

*voortplantingssnelheid*
*golflengte*

In een tijd, gelijk aan de periode T heeft het geluid, met de voortplantingssnelheid (c), een zekere afstand afgelegd; deze afstand noemen we de golflengte $\lambda$ (m). In formulevorm:

$$\lambda = c\,T = \frac{1}{f} \quad [m]$$

Uit de relatie blijkt, aangezien c constant is, dat de golflengte evenredig is met de frequentie. Bij c = 340 m/s (in lucht) geldt:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| frequentie | = 10 Hz | : | golflengte | = | 34 m |
| frequentie | = 100 Hz | : | golflengte | = | 3,4 m |
| frequentie | = 1000 Hz | : | golflengte | = | 0,34 m |

*hoorbare frequentie*

Het hoorbare frequentiegebied ligt tussen de 20 en 20.000 Hz. Dit gebied is onderverdeeld in frequentiebanden Deze worden aangeduid met hun middenfrequentie. Er zijn twee soorten banden in gebruik.

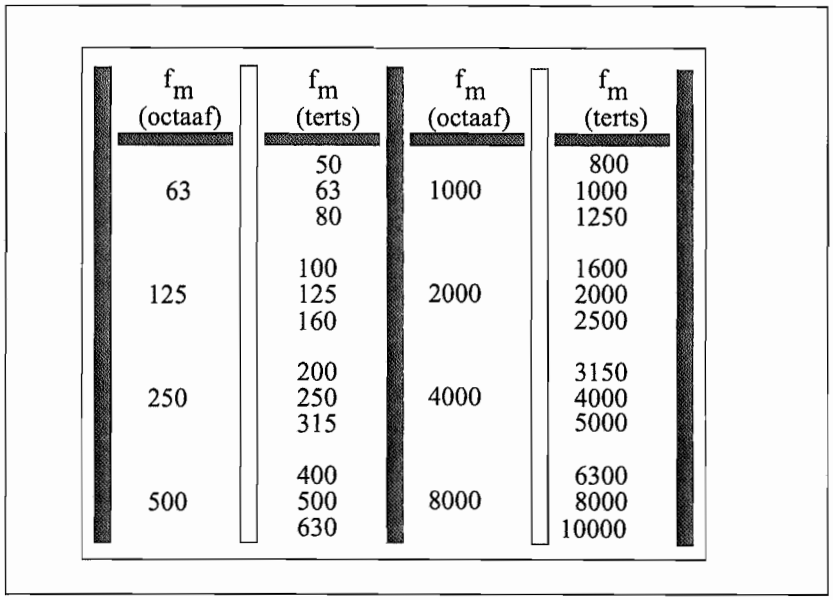
*octaafbanden*

- Octaafbanden
  Bij banden met de breedte van één octaaf verdubbelt de middenfrequentie per oplopende band.

*tertsbanden*

- Tertsbanden
  Bij tertsbanden wordt de octaafband in drieën opgedeeld.

# 3 Basisbegrippen en definities




*Afbeelding 3.7: De middenfrequenties (Hz) van octaaf- en tertsbanden*

*zuivere tonen*

In de praktijk komen zuivere tonen echter niet vaak voor. De meeste geluiden die wij waarnemen kunnen wel opgebouwd gedacht worden als de som van een groot aantal zuivere tonen van verschillende sterkte en frequentie.

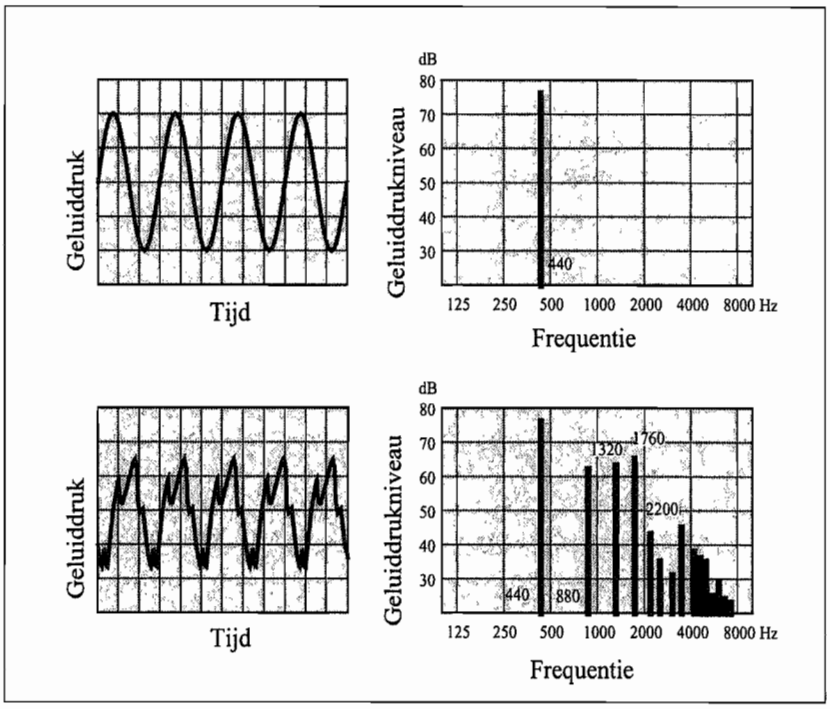
Bij machines komen wel andere periodieke geluiden voor, onder andere ten gevolge van roterende onderdelen.

**Frequentie-analyse**

*frequentie-analyse*

Met een frequentie-analyse kan bepaald worden hoe de geluidenergie is verdeeld over de diverse frequenties. Per frequentieband wordt dan het geluiddrukniveau bepaald.

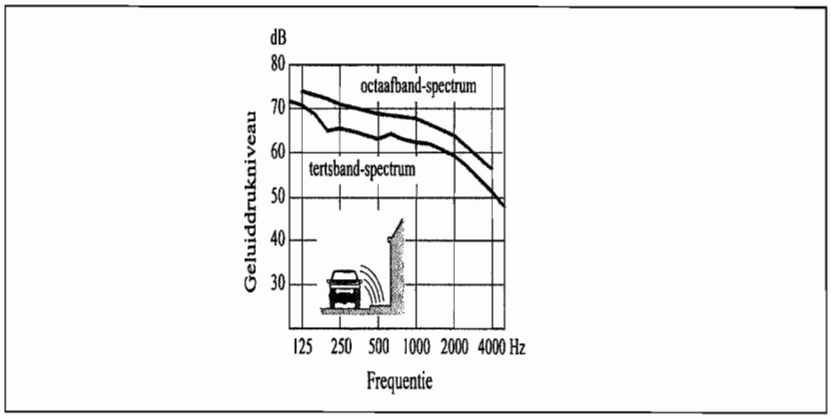
# 3 Basisbegrippen en definities




*Afbeelding 3.8: Frequentie-analyse van:*
*a. een zuivere toon*
*b. een periodiek geluid*

We kennen de octaafband-analyse en tertsband-analyse. De grafische weergave van het geluiddrukniveau per frequentieband heet dan respectievelijk het octaafband-spectrum of het tertsband-spectrum.

*spectrum*




*Afbeelding 3.9: Voorbeelden van een octaafband- en een tertsband-spectrum*

De som* van de niveaus in de octaaf- of tertsbanden levert het totale geluiddrukniveau op. Dit wordt ook wel aangeduid met de term 'lineair' of 'over-all' geluiddrukniveau. Het is vaak belangrijk een frequentie-analyse te verrichten, opdat de samenstelling van het geluid vast komt te liggen. Uitspraken over de mate van hinderlijkheid en de te nemen maatregelen voor de lawaai-bestrijding hangen hiermee sterk samen.

**Luidheid**

Niet alle frequenties worden door het menselijk oor even sterk (luid) beoordeeld, ook al is hun geluiddrukniveau even groot.

Bij een (fysisch) zelfde geluiddrukniveau ervaren we bijvoorbeeld een toon van 100 Hz als minder luid dan een toon van 1000 Hz. We kunnen ook zeggen, dat het oor bij 100 Hz ongevoeliger is dan bij 1000 Hz.

Om de toon van 100 Hz even luid te laten klinken als die van 1000 Hz moet het geluiddrukniveau bij 100 Hz verhoogd worden met een aantal dB's. Dit aantal is het numerieke verschil in oor-gevoeligheid tussen 100 Hz en 1000 Hz.

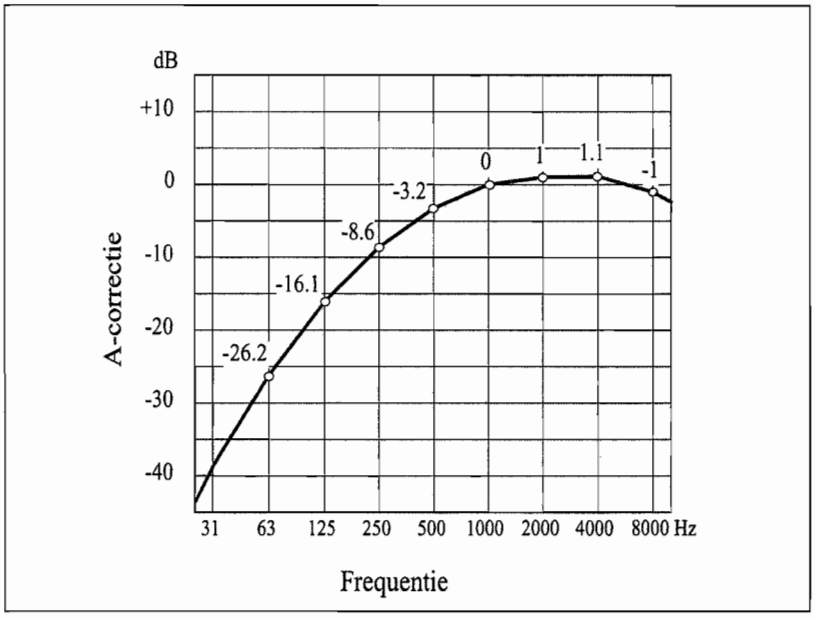
*oorgevoeligheid*

Door de oorgevoeligheid in een meetinstrument 'in te bouwen' is direct het totaaloordeel over de luidheid van een geluid af te lezen. In het instrument wordt hierbij per frequentieband het geluiddruk-niveau bepaald; daarna worden deze gegevens automatisch gecorri-geerd naar de oorgevoeligheid met de A-correcties uit afbeelding 3.10. Deze gecorrigeerde geluiddrukniveaus worden vervolgens via sommering van de kwadraten van de geluiddruk opgeteld.

*'gewogen' geluiddruk-niveau*

Het resultaat is een 'gewogen' geluiddrukniveau en wordt gegeven in dB(A). De toevoeging A duidt er dus op dat het meetresultaat (ongeveer) klopt met de waarneming van het menselijk oor.
Op deze manier is een indruk van de 'luidheid' in één getal uit te drukken. De één-getalsaanduiding heeft als nadeel dat ze geen informatie bevat over de frequentiesamenstelling van het geluid. We weten niet meer welke frequentiebanden het meest bijdragen aan de luidheid (al horen we dat vaak wel).

* Op de juiste manier bepaald, namelijk via sommering van de kwadraten van de effectieve geluiddrukken.




*Afbeelding 3.10: De genormaliseerde correcties voor de A-weging*

## 3.4 DE BELEVING VAN GELUID

Veel geluiden, zoals van wegverkeer, railverkeer, muziek, etcetera, variëren in de tijd, zowel wat betreft hun geluidniveau als hun frequentiesamenstelling. Dit zijn fluctuerende geluiden.

*hinder fluctuerend geluid*

Als maatstaf voor de hinder van een fluctuerend geluid is het gebruikelijk om te kijken naar de energie-inhoud. Dit komt neer op het 'energetisch middelen' van het geluiddrukniveau over een langere tijd (kwartier, uur, dag). Het resultaat wordt aangeduid als het equivalente geluiddrukniveau ($L_{eq}$).

*equivalente geluiddrukniveau*

Een geluid is redelijk constant als het geluidniveau niet meer dan 5 dB(A) varieert in de tijd. Bij een dergelijk geluid kan de afgelezen gemiddelde waarde bij een meting worden gebruikt als maatstaf.

Geluiden die meer dan 5 dB(A) variëren in de tijd zijn fluctuerende geluiden. Om voor deze geluiden een objectieve maatstaf (voor luidheid en/of hinder) te krijgen is een statistische berekening nodig. Aan de hand van de verdeling van de geluidniveaus kan worden vastgesteld hoeveel procent van de tijd een bepaald geluidniveau wordt overschreden. Een geluid(druk)niveau dat 50 % van de tijd wordt overschreden, wordt aangegeven met $L_{50}$. Zo zijn $L_1$, $L_5$, $L_{10}$, en $L_{95}$ gedefinieerd als de geluid(druk)niveaus, die respectievelijk 1, 5, 10, en 95 % van de tijd worden overschreden.

*overschrijdingsniveau*

$L_{95}$ dient vaak als maat voor het heersende achtergrondniveau.

In sommige landen wordt de variatie in geluidniveau (bijvoorbeeld $L_{10}$- $L_{90}$) mede als een maat voor de hinderlijkheid gebruikt. Voor bepaalde geluiden wordt het piekniveau ($L_1$ of $L_5$) als maatstaf gehanteerd (bijvoorbeeld geluiden van sanitaire installaties).

*piekniveau*

Ook bij de bepaling van het equivalente geluidniveau kan de A-weging worden toegepast. Dit wordt het A-gewogen equivalente geluidniveau ($L_{Aeq}$) genoemd. Dit is een veel gebruikte maatstaf voor het formuleren van criteria voor toelaatbare geluidniveaus van fluctuerende geluiden.

*A-weging*

## 3.5 GELUID IN RUIMTEN

**Geluidverdeling**

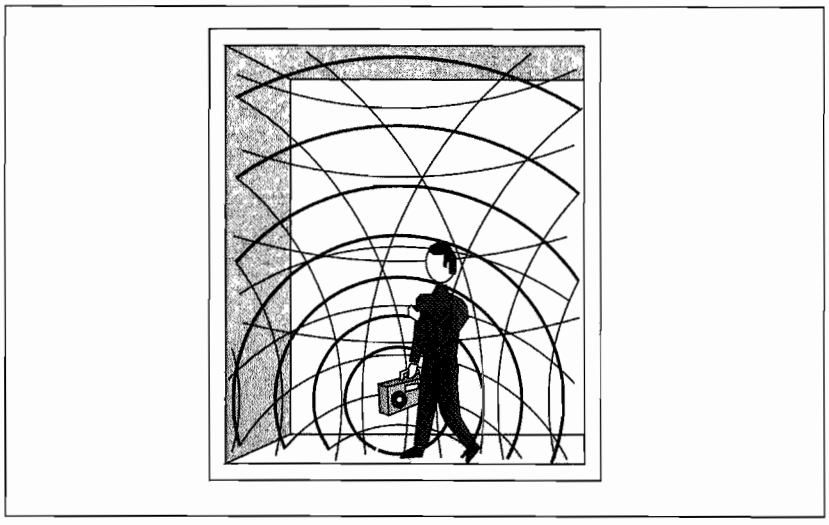
De gelijkmatigheid van de geluidverdeling van één bron in een ruimte hangt af van:

- de afmetingen van de ruimte;
- de vorm van de ruimte;
- de materialen die in de ruimte aanwezig zijn;
- de frequenties die de bron produceert.

Als er in een gesloten ruimte geluid wordt geproduceerd zal er overal in de ruimte een bepaalde geluiddruk ontstaan. In een niet te grote ruimte is die geluiddruk op alle plaatsen ongeveer gelijk. We spreken dan van een homogeen of een diffuus geluidveld.

*diffuus geluidveld*

- De geluiddruk is overal gelijk: een homogene verdeling.
- De geluidgolven in een punt in de ruimte komen uit alle richtingen: een diffuus golfpatroon.



*Afbeelding 3.11: Een diffuus geluidveld*

Vaak is het geluidveld niet homogeen of diffuus. Het geluiddrukniveau op een plaats wordt dan bepaald door alle arriverende geluidgolven. Welke geluidgolven in een punt arriveren en hoeveel energie ze bevatten hangt af van:

- het vermogen van de bron;
- de afstand van het punt tot de bron;
- de vorm, inrichting en afwerking van de ruimte;
- het aantal reflecties dat de golven bij de omwandingen ondergaan hebben.

**Nagalmtijd**

Zolang de geluidbron energie aan de ruimte toevoert, blijft de situatie gelijk of stationair. Er is een energetisch evenwicht. Er wordt evenveel geluid geproduceerd als er door absorptie (= opslorping door materialen, textiel, personen, meubels en dergelijke) verdwijnt; het geluiddrukniveau blijft constant.

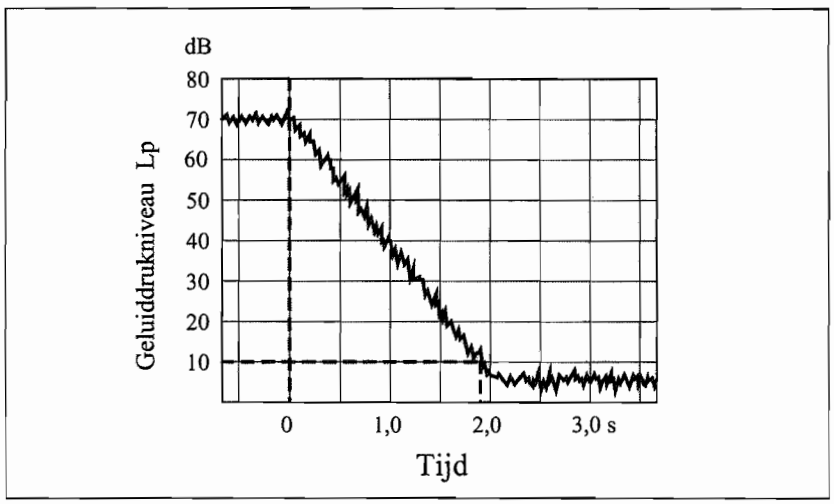
*absorptie*

Als de geluidbron wordt uitgeschakeld, wordt er alleen nog geluid geabsorbeerd. Het geluiddrukniveau in de ruimte zal dalen. Er is tijd nodig om alle geluid 'weg te absorberen'.
De nagalmtijd is gedefinieerd als de tijd waarin het geluiddrukniveau 60 dB daalt nadat de bron is uitgezet. Het geluiddrukniveau daalt evenredig met de tijd.
De nagalmtijd is frequentieafhankelijk.

*nagalmtijd*

De snelheid van het 'wegstromen' van de geluidenergie hangt af van:

- de mate van absorptie in de ruimte en dus van de gebruikte materialen;
- het volume van de ruimte.




*Afbeelding 3.12: De nagalmcurve: geluiddrukniveau als functie van de tijd na uitschakelen bron (nagalmtijd = 1,8 s)*

Het meest bekende verband tussen de nagalmtijd T, het volume V en de absorptie A, geeft de formule van Sabine.

*formule van Sabine*

$$T = \frac{V}{6A} \qquad [s]$$

met V = het volume van de ruimte [$m^3$]
A = de totale absorptie [$m^2$]; gedefinieerd als:
$A = a_1S_1 + a_2S_2 + .... + a_nS_n = \sum a_iS_i$;
$a_i$ = de geluidabsorptiecoëfficiënt van materiaal i [-];
$S_i$ = de oppervlakte van materiaal i [$m^2$].

**Geluidabsorptie**

Als een geluidgolf op een wand valt kan deze worden

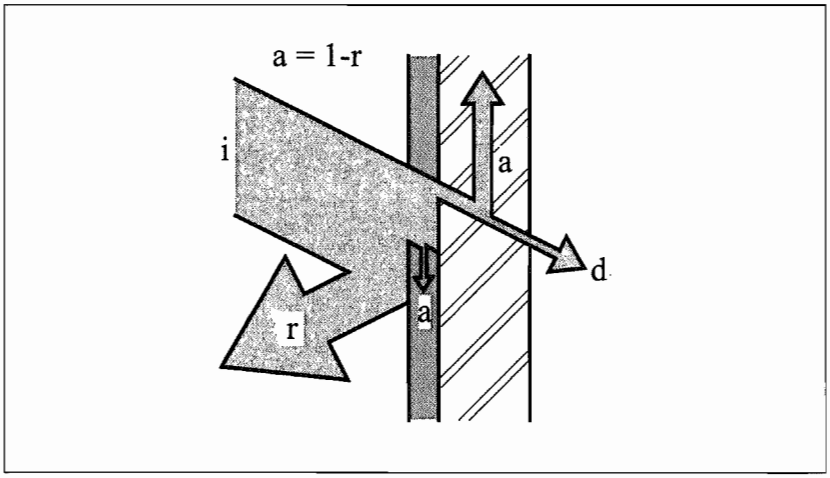
- teruggekaatst;
- doorgelaten;
- geabsorbeerd.

# 3 Basisbegrippen en definities

Bij absorptie van geluid wordt de energie van het trillende luchtdeeltje omgezet in warmte door wrijving in het (absorptie-) materiaal. Het deel van het opvallende geluid dat niet wordt gereflecteerd, maar wordt omgezet in warmte of doorgelaten, noemen we de geluidabsorptiecoëfficiënt, a.

*geluidabsorptiecoëfficiënt*

De hoeveelheid geluidenergie die door een materiaal geabsorbeerd wordt verschilt per frequentie. Hierdoor is de totale absorptie (A) en dus de nagalmtijd (T) in een ruimte ook afhankelijk van de frequentie.




*Afbeelding 3.13: Geluid (i) dat op een constructie valt kan worden teruggekaatst (r), doorgelaten (d) of geabsorbeerd (a)*

**Soorten absorptiemateriaal**

Absorberende materialen worden in het algemeen in drie categorieën ingedeeld:

*absorberende materialen*

- poreuze materialen; de geluidabsorptie neemt toe met de frequentie;
- resonerende panelen; deze absorberen vooral in het lage tonengebied;
- resonatoren en geperforeerde panelen; deze absorberen in een specifiek frequentiegebied (bijvoorbeeld de middelhoge tonen).

**Geluiddrukniveau in de ruimte**
In een ruimte waarin één of meer geluidbronnen aanwezig zijn, wordt een min of meer homogeen geluidveld opgebouwd. In de stationaire toestand is het geproduceerde geluidvermogen gelijk aan het geabsorbeerde vermogen in de ruimte.

Het geabsorbeerde vermogen in de ruimte is de invallende energie die door de verschillende oppervlakken per seconde wordt geabsorbeerd.

Voor een diffuus geluidveld kan worden afgeleid:

$$L_p = L_w + 10 \lg (\frac{4}{A}) \quad [dB]$$

met $L_p$ = het geluiddrukniveau [dB]
$L_w$ = het geluidvermogenniveau [dB]
$A$ = de totale absorptie [m²]

Uit de relatie blijkt dat bij gelijkblijvend bronvermogen het geluidniveau in een ruimte gereduceerd kan worden door geluidabsorptie toe te voegen.
Een verdubbeling van de totale geluidabsorptie A levert een geluiddrukniveauvermindering op van 3 dB. Een verviervoudiging levert 6 dB geluiddrukniveauvermindering op.

*geluiddrukniveauvermindering*

Het toepassen van geluidabsorberende materialen in een volledig harde ruimte (kleine A) heeft veel effect, maar het toevoegen van geluidabsorptie aan een ruimte met reeds vrij veel absorptie (weinig galm) heeft nauwelijks effect.

Dit geldt alleen voor een diffuus geluidveld. In de meeste geluidvelden is het geluiddrukniveau dicht bij een bron nauwelijks afhankelijk van de absorptie, maar meer van de afstand tot de bron. Het effect van geluidabsorberende materialen is dan pas merkbaar op grotere afstand van de bron.

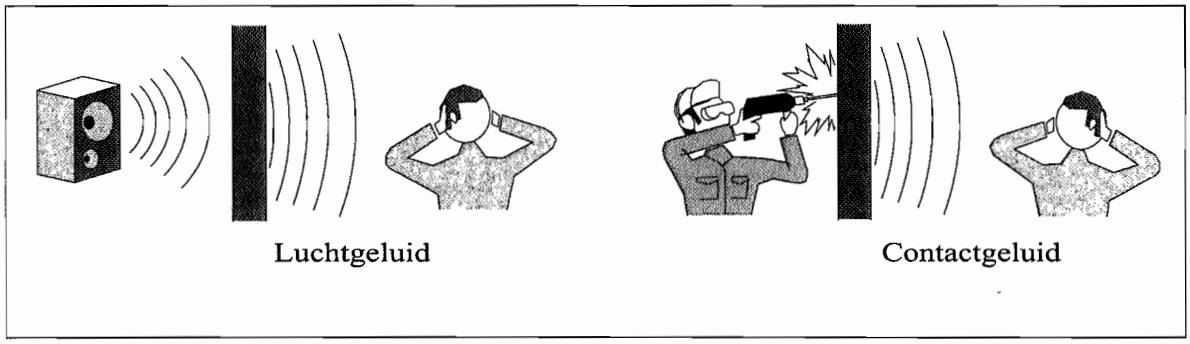
## 3.6 HET WEREN VAN GELUIDEN

Geluidwering is het weren van storend geluid uit een ruimte, of anders gezegd, het verminderen van geluidoverdracht naar een ruimte.

*geluidwering*

Bijvoorbeeld het weren van:
- verkeerslawaai uit een verblijfsruimte (overdracht van geluid van buiten naar binnen, bijvoorbeeld bij een slaapkamer);
- het lawaai van de buren uit een verblijfsruimte (overdracht van een binnenruimte naar een binnenruimte, bijvoorbeeld tussen woonkamers);
- geluid afkomstig uit een verblijfsruimte (overdracht van een binnenruimte naar buiten en eventueel weer naar binnen, bijvoorbeeld bij een discotheek).

We maken onderscheid tussen twee soorten geluid die op een verschillende manier ontstaan namelijk luchtgeluid en contactgeluid.




*Afbeelding 3.14: Voorbeelden van lucht- en contactgeluid*

**Luchtgeluid**

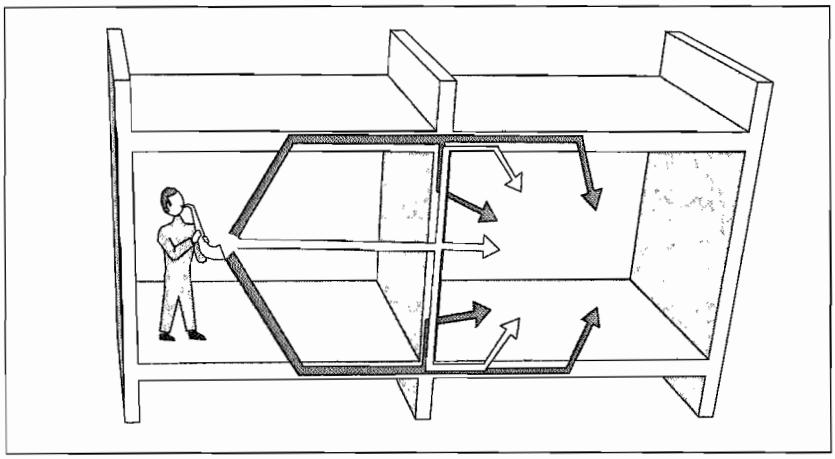
*luchtgeluid*

Luchtgeluid is geluid, dat afkomstig is van een bron die de lucht in trilling brengt. Voorbeelden van luchtgeluidbronnen zijn:
- de stem;
- een fluit;
- een radio.

De overdracht van luchtgeluid van de ene ruimte naar de andere is te beschrijven als:

**Bron - lucht - constructie - lucht**

De bron brengt de omgevende lucht in trilling, deze brengt de scheidingsconstructie in trilling. Op haar beurt geeft de scheidingsconstructie de trillingen weer door aan de lucht in het andere vertrek.



*Afbeelding 3.15: Overdrachtswegen van luchtgeluid*

**Contactgeluid**

*contactgeluid*

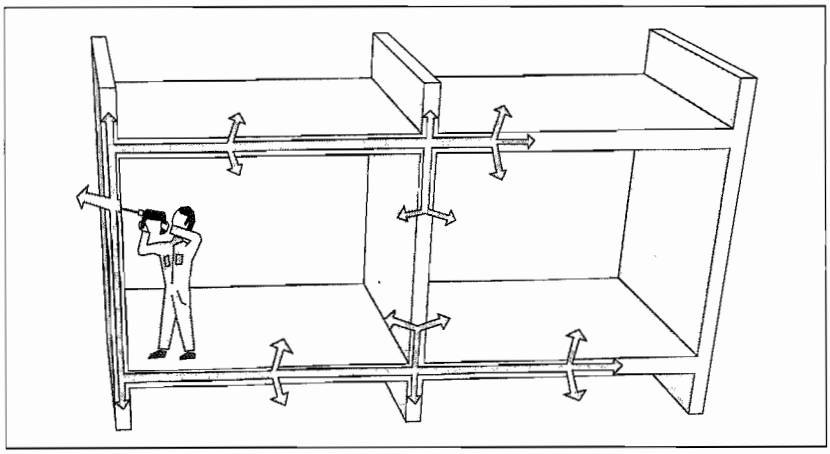
Contactgeluid is geluid dat afkomstig is van een bron die door contact een constructie (wand of vloer) in trilling brengt, waarna die constructie de lucht weer in trilling brengt.

Voorbeelden van contactgeluidbronnen zijn:
- een (klop)boor;
- voetstappen;
- slaande deuren;
- kranen;
- liften.

Bij contactgeluid is de overdracht te beschrijven als:

**Bron - constructie - lucht**

De constructie fungeert als klankbord voor de brontrillingen.



*Afbeelding 3.16: Overdrachtswegen bij contactgeluid*

Sommige bronnen veroorzaken zowel lucht- als contactgeluid (bijvoorbeeld: een piano en sanitair).

De geluidoverdrachtmechanismen zijn moeilijk te beschrijven als verschillende trillingsvormen naast elkaar voorkomen.

**Geluidwering**

Als we rekening houden met alle effecten die bij de geluid-overdracht van de ene ruimte naar de andere een rol spelen, dan spreken we over de geluidwering tussen twee ruimten. Dit is dus een maat voor de geluidoverdracht van de ene naar de andere ruimte.

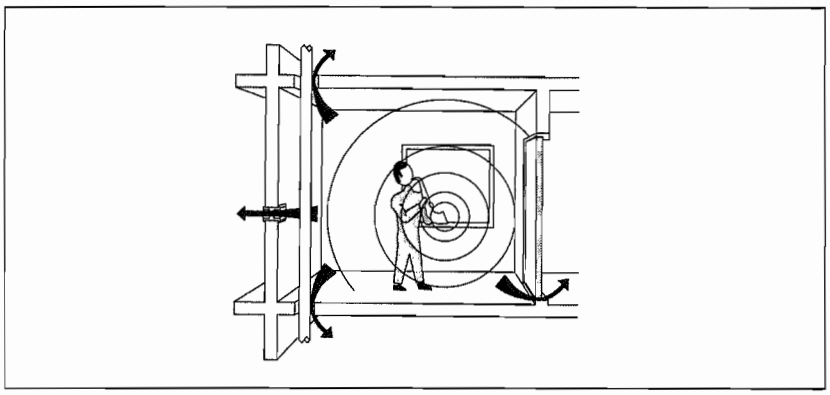
De overdracht van geluid van een ruimte naar een andere ruimte is op de eerste plaats afhankelijk van de akoestische eigenschappen van de scheidingsconstructie.

Ook de koppeling van deze constructie met andere constructiedelen is van belang. Zo kan geluid tussen twee ruimten overgedragen worden via aansluitende vloeren: dit is flankerende geluid-overdracht. Ook kan geluid bijvoorbeeld via gemeenschappelijke kanalen en/of gangen worden overgedragen: dit is omloopgeluid.

*flankerende geluid-overdracht*
*omloopgeluid*

Door spleten en openingen kan geluid 'door een constructie lekken'. Bij zo'n geluidlek wordt het geluid minder gedempt. Aansluitingen tussen de verschillende constructiedelen en de doorvoeren voor technische installaties (leidingen, kanalen) zijn potentiële geluidlekken.

*geluidlek*



*Afbeelding 3.17: Geluidlekken*

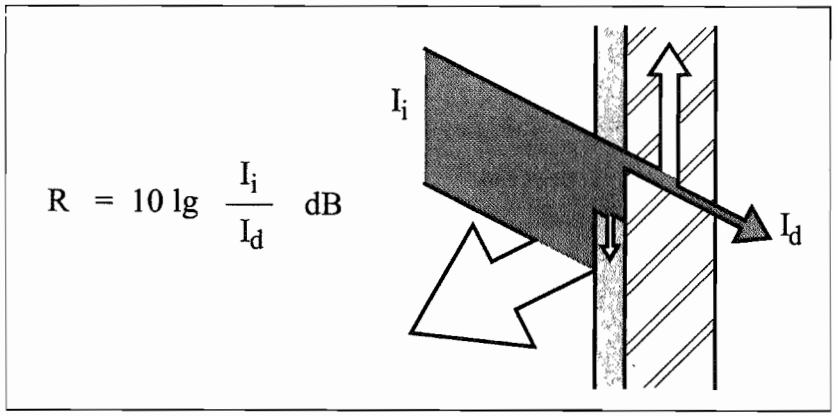
## 3.7 GROOTHEDEN

**Luchtgeluidisolatie**

De luchtgeluidisolatie van een (bouw-)element is een eigenschap van het element die bepaalt hoeveel geluid er wordt tegengehouden.

*luchtgeluidisolatie*

Een geluidisolatie van 10, 20, 30, 40 of 50 dB betekent, dat van het per $m^2$ invallende vermogen slechts respectievelijk 1/10 (10%), 1/100 (1%), 1/1000 (0,1%), 1/10.000 (0,01%) of 1/100.000 (0,001%) wordt doorgelaten.




*Afbeelding 3.18: Luchtgeluidisolatie*

Om de luchtgeluidisolatie te kunnen onderzoeken wordt een afzonderlijk bouwelement gemeten in een zodanige omgeving dat geluidoverdracht alleen kan plaatsvinden door dat element. Verder wordt er voor gezorgd dat aan weerszijden van dat element een zo diffuus mogelijk geluidveld aanwezig is.

*geluidtransmissie-meetkamers*

Een dergelijke, onder laboratoriumcondities uitgevoerde, meting vindt plaats in zogenaamde geluidtransmissie-meetkamers volgens in een internationale norm (ISO 140) gegeven regels.

In de ruimte (de zendruimte) wordt een ruisachtig geluid geproduceerd, dat een voldoende breed frequentiegebied omvat (100 - 10.000 Hz).
Vervolgens vinden er drie metingen plaats:

- het geluiddrukniveau in de zendruimte, per frequentieband (octaaf- of tertsband);
- het geluiddrukniveau in de ontvangruimte, per frequentieband;
- de geluidabsorptie in de ontvangruimte, per frequentieband. Deze wordt met de formule van Sabine (par. 3.5) bepaald uit de nagalmtijd in de ontvangruimte.

# 3 Basisbegrippen en definities

Uit deze gegevens kan vervolgens de geluidisolatie van het element berekend worden

*geluidisolatie*

$$R = L_z - L_o + 10 \lg \frac{S}{A} \quad [dB]$$

waarin:

R = de luchtgeluidisolatie in octaafbanden [dB];
$L_z$ = het geluiddrukniveau in de zendruimte [dB];
$L_o$ = het geluiddrukniveau in de ontvangruimte [dB];
S = de oppervlakte van het bouwelement [$m^2$];
A = de 'totale' absorptie in ontvangruimte [$m^2$].

In de praktijk meten we het geluiddrukniveauverschil.
Hierbij moeten we twee verschillende situaties onderscheiden:
- de geluidoverdracht van een ruimte naar een andere;
- de geluidoverdracht van buiten naar een ruimte.

*geluiddrukniveauverschil*

**Geluidoverdracht van een ruimte naar een andere**

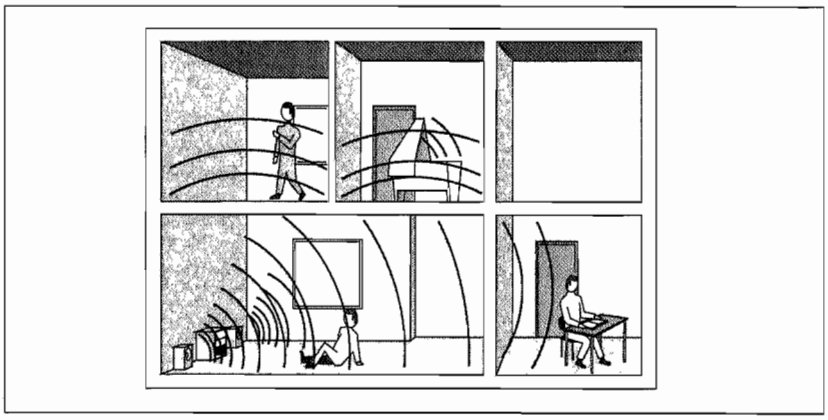
$$D_{nT} = L_z - L_o + 10 \lg \frac{T}{T_o} \quad [dB]$$

waarin:

$D_{nT}$ = het genormeerde luchtgeluiddrukniveauverschil tussen de twee ruimten in octaafbanden [dB];
$L_z$ = het geluiddrukniveau in de zendruimte [dB];
$L_o$ = het geluiddrukniveau in de ontvangruimte [dB];
T = de gemiddelde nagalmtijd van de ontvangruimte [s];
$T_o$ = de referentienagalmtijd; 0,5 s voor ruimten in woningen,

*genormeerde geluiddrukniveauverschil*

waarbij een herleiding plaatsvindt naar een standaardinrichting (absorptie) van het ontvangvertrek met een bijbehorende nagalmtijd.



*Afbeelding 3.19: Geluidoverdracht van binnen naar binnen*

**Geluidoverdracht van buiten naar een ruimte**

$$G_i = L_{bu} - L_{bi} + 10 \lg \frac{T}{T_o} - C_r \quad [dB]$$

waarin:

*geluidwering scheidingsconstructie*

$G_i$ = de partiële geluidwering van een scheidingsconstructie in octaafband i [dB];

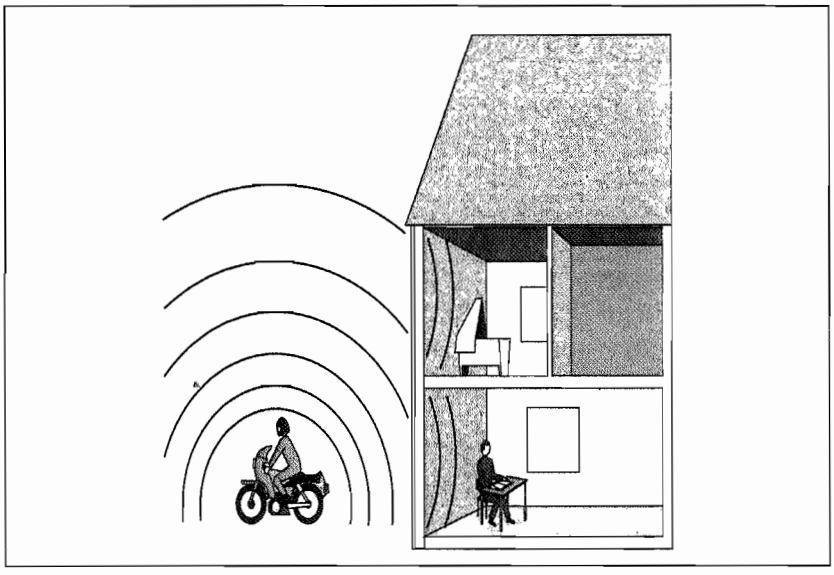
$L_{bu}$ = het geluiddrukniveau buiten op 2 m afstand voor het begrenzingsvlak [dB];

$L_{bi}$ = het geluiddrukniveau in de ontvangruimte [dB];

$T$ = de gemiddelde nagalmtijd van de ontvangruimte [s];

$T_o$ = de referentienagalmtijd; 0,5 s voor ruimten in woningen;

$C_r$ = herleidingsterm voor de invloed van reflecties en geometrische factoren.



*Afbeelding 3.20: Geluidoverdracht van buiten naar binnen*

$D_{nT}$ en $G_i$ zijn van belang voor het berekenen van de één-getals-aanduidingen $I_{lu}$ , $I_{lu;k}$, respectievelijk $G_A$ en $G_{A;k}$.

**Contactgeluidniveau**

*contactgeluidisolatie*

Om de contactgeluidisolatie van een constructie te kunnen meten wordt de constructie mechanisch aangestoten met behulp van een genormaliseerd hamerapparaat.

*contactgeluiddrukniveau*

In de onder of naast de aangestoten constructie gelegen ruimte wordt vervolgens het contactgeluiddrukniveau gemeten. Dit wordt vervolgens herleid naar standaardomstandigheden waarbij gemeten is: laboratorium of praktijk (in situ).

Het genormeerd contactgeluiddrukniveau bepaalt onder laboratoriumomstandigheden:

$$C = L_{co} + 10 \lg \frac{A}{10} \quad [dB]$$

waarin:

C = het genormeerd contactgeluiddrukniveau [dB];

$L_{co}$ = het contactgeluiddrukniveau in de ontvangruimte [dB];.

A = de 'totale' geluidabsorptie in de ontvangruimte in $m^2$.

Voor praktijkomstandigheden wordt herleid naar een standaardsituatie:

$$L_{nT} = L_{co} - 10 \lg \frac{T}{T_o} \quad [dB]$$

waarin:

$L_{nT}$ = het genormeerd contactgeluiddrukniveau [dB];
$L_{co}$ = het contactgeluiddrukniveau in de ontvangruimte [dB];
$T$ = de gemiddelde nagalmtijd in de ontvangruimte [s];
$T_o$ = de referentienagalmtijd; 0,5 s voor ruimten in woningen.

**Installatiegeluiddrukniveau**

*installatiegeluiddrukniveau*

Het beoordelen van geluid van installaties geschiedt op basis van het installatiegeluiddrukniveau. Dit wordt bepaald door het maximale geluiddrukniveau te meten tijdens de werkingscyclus van een installatie of apparaat en dit vervolgens te herleiden naar standaardomstandigheden.

$$L_{I;nT} = L_I - 10 \lg \frac{T}{T_o} \quad [dB]$$

waarin

$L_{I;nT}$ = het genormeerde installatiegeluiddrukniveau [dB];
$L_I$ = het installatiegeluiddrukniveau [dB];
$T$ = de gemiddelde nagalmtijd in de ontvangruimte [s];
$T_o$ = de referentienagalmtijd; 0,5 s voor ruimten in woningen.

## 3.8 EÉN-GETALSAANDUIDINGEN

De luchtgeluidisolatie R van een bouwelement én het genormeerde geluiddrukniveauverschil $D_{nT}$ tussen twee ruimten zijn afhankelijk van de frequentie. Om verschillende constructies (R) of situaties ($D_{nT}$) met elkaar te kunnen vergelijken zouden we steeds grafieken of tabellen naast elkaar moeten leggen.

Dit staat een snelle beoordeling in de weg en maakt het moeilijk eisen te formuleren. Om dit probleem te omzeilen zijn zogenaamde één-getalsaanduidingen ingevoerd.

*één-getalsaanduidingen*

# 3 Basisbegrippen en definities

Er zijn twee soorten één-getalsaanduidingen:
- isolatie-indices;
- gewogen luchtgeluidisolaties.

**De isolatie-index voor luchtgeluid; $I_{lu}$**

*isolatie-index voor luchtgeluid $I_{lu}$*

Een belangrijke één-getalsaanduiding is de isolatie-index voor luchtgeluid $I_{lu}$.

$I_{lu}$ is bedoeld om de geluidwering in en tussen woningen in één getal te kunnen uitdrukken. Ze wordt verkregen door de 'gemiddelde' afwijking van $D_{nT}$ ten opzichte van de normwaarden te bepalen volgens het rekenvoorschrift in NEN 5077.

*normwaarden*

Normwaarden voor het bepalen van de isolatie-index voor luchtgeluid $I_{lu}$:

| Frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | Hz |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normwaarden: | 34 | 43 | 50 | 53 | 54 | dB |

De $D_{nT}$ waarden worden verminderd met de normwaarden. De isolatie-index wordt verkregen door uit de verschillen tussen de gemeten geluidisolatie en de normwaarden de volgende 3 getallen te berekenen met een nauwkeurigheid van ten hoogste 0,1 dB:
- het gemiddelde van de 5 verschillen;
- het gemiddelde van de kleinste 2 verschillen, vermeerderd met 2 dB;
- het kleinste verschil, vermeerderd met 4 dB.

$I_{lu}$ is het kleinste van deze 3 getallen.

De index moet worden afgerond op het dichtstbijzijnde gehele getal. Als het niet afgeronde getal op een halve eenheid eindigt, moet dit worden afgerond op het dichtstbijzijnde even getal. Doordat $I_{lu}$ afhangt van de afmetingen van het ontvangvertrek ($I_{lu}$ is groter naarmate de verhouding volume van het ontvangvertrek ten opzichte van het scheidingsoppervlak (V/S) groter is) is de grootheid goed te gebruiken voor de beleving van de geluidsituatie van ruimten die aan elkaar grenzen.

Bijvoorbeeld:

| Frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | Hz |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Gemeten $D_{nT}$: | 34,2 | 42,1 | 50,0 | 59,0 | 61,0 | dB |
| Normwaarden: | 34 | 43 | 50 | 53 | 54 | dB |
| Verschil: | +0,2 | -0,9 | 0,0 | +6,0 | +7,0 | dB |

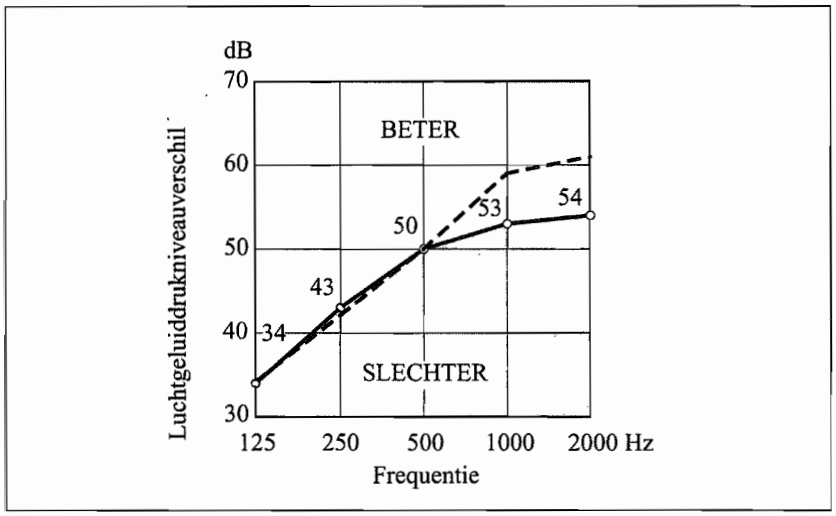
- Het gemiddelde der 5 isolatieverschillen
  = 1/5(0,2-0,9+0,0+6,0+7,0) = +2,46
  = +2 dB

- Het gemiddelde van de (algebraïsch) kleinste 2 isolatieverschillen, vermeerderd met 2 dB
  = 1/2(0,0-0,9) + 2 = +1,55
  = +2 dB

- Het (algebraïsch) kleinste isolatieverschil, vermeerderd met 4 dB
  = -0,9+ 4 = +3,1
  = +3 dB

$I_{lu}$ = +2 dB

Gunstig is een zo groot mogelijke positieve waarde van $I_{lu}$.




*Afbeelding 3.21: Grafiek met $D_{nT}$ en normwaarden voor luchtgeluid*

# 3 Basisbegrippen en definities

Door de luchtgeluidisolatiewaarden R van een bouwelement op de omschreven wijze te wegen aan de normwaarden wordt de isolatie-index voor luchtgeluidisolatie onder laboratoriumomstandigheden verkregen.
Ter onderscheiding wordt deze grootheid aangeduid als $I_{lu;lab}$.

**Karakteristieke luchtgeluidisolatie-index; $I_{lu;k}$**

*karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid*

De karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid ($I_{lu;k}$) moet worden berekend uit de (niet afgeronde) isolatie-index voor luchtgeluid ($I_{lu}$).

$$I_{lu;k} = I_{lu} - 10 \lg \{ \frac{V}{6 T_o S} \} - 1 \qquad [dB]$$

waarin:

$I_{lu;k}$ = de karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid [dB];
$I_{lu}$ = de isolatie-index voor luchtgeluid [dB];
$V$ = het netto volume van het ontvangvertrek [$m^3$];
$T_o$ = de referentienagalmtijd; 0,5 s voor in woningen;
$S$ = de oppervlakte van de (gemeenschappelijke) scheidingsconstructie tussen zend- en ontvangruimte [$m^2$].

Bijvoorbeeld:
- het volume van de ontvangruimte = 100 $m^3$
- de oppervlakte van de scheidingswand = 25 $m^2$
- $I_{lu}$ = + 4,2 dB

$I_{lu;k}$ = + 4,2 - 1,2 - 1 = + 2 dB

Indien de term tussen haakjes groter is dan 2,5 dan dient deze gelijkgesteld te worden aan 2,5. Wanneer er geen sprake is van een gemeenschappelijk deel van de scheidingsconstructie dient voor S in de formule 10 $m^2$ ingevuld te worden.

$I_{lu;k}$ is een maat voor de akoestische kwaliteit van de scheidingsconstructie mét alle aansluitende bouwdelen.

**Isolatie-index voor contactgeluid, $I_{co}$**

De grootheid, die de contactgeluidisolatie tussen twee ruimten in een getal weergeeft wordt op vergelijkbare wijze verkregen als die voor luchtgeluid. In dit geval worden de met een genormaliseerde contactgeluidbron (hamermachine) verkregen geluiddrukniveaus $L_{co}$ gecorrigeerd voor de nagalmtijd in de ontvangruimte. De aldus verkregen waarden, aangegeven met $L_{nT,}$ worden afgetrokken van de normwaarden. Uit de verschillen wordt op dezelfde wijze als bij de isolatie-index voor luchtgeluid de isolatie-index voor contactgeluid bepaald.

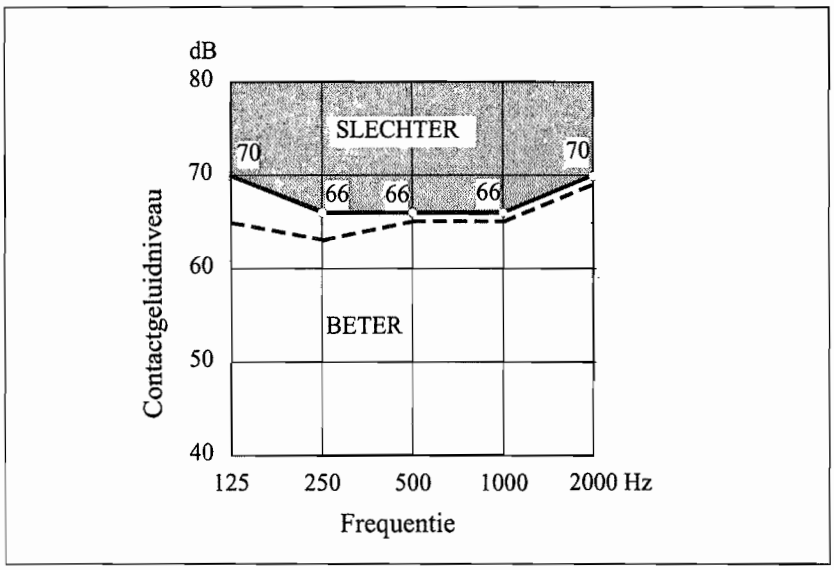
*isolatie-index voor contactgeluid*

Normwaarden voor het bepalen van de isolatie-index voor contactgeluid $I_{co}$:

*normwaarden*

| Frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | Hz |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normwaarden: | 70 | 66 | 66 | 66 | 70 | dB |

Ook hier geldt dat een zo groot mogelijke positieve waarde van $I_{co}$ gunstig is.




*Afbeelding 3.22: Grafiek met $L_{nT}$ en normwaarden voor contactgeluid*

Bijvoorbeeld:

| Frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | Hz |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normwaarden: | 70 | 66 | 66 | 66 | 70 | dB |
| Gemeten $L_{nT}$: | 65,0 | 63,0 | 65,0 | 65,0 | 69,0 | dB |
| Verschil: | +5,0 | +3,0 | +1,0 | +1,0 | +1,0 | dB |

- Het gemiddelde der 5 isolatieverschillen
  = 1/5(+5,0+3,0+1,0+1,0+1,0) = +2,20
  = +2 dB

- Het gemiddelde van de (algebraïsch) kleinste 2 isolatieverschillen, vermeerderd met 2 dB
  = 1/2(+1,0+1,0) + 2 = +3,0
  = +3 dB

- Het (algebraïsch) kleinste isolatieverschil, vermeerderd met 4 dB
  = +1,0+ 4 = +5,0
  = +5 dB

$I_{co}$ = +2 dB

Door het genormeerde contactgeluiddrukniveau C van een bouwelement op de omschreven wijze te wegen aan de normwaarden wordt de isolatie-index voor contactgeluidisolatie onder laboratoriumomstandigheden verkregen.
Ter onderscheiding wordt deze grootheid aangeduid als $I_{co;lab}$.

## Gewogen luchtgeluidisolaties

### A-gewogen luchtgeluidisolatie; $R_A$

*A-gewogen luchtgeluidisolatie*

Een belangrijke gewogen grootheid is de A-gewogen luchtgeluidisolatie $R_A$. Hierin is rekening gehouden met:
- de A-weging voor de oorgevoeligheid;
- het geluidspectrum van de bron.

$R_A$ wordt verkregen door uit te gaan van het A-gewogen spectrum van de bron. Dit wordt veelal aangeven door de herleidingswaarden $C_i$. Deze $C_i$-waarden geven de vorm van het A-gewogen spectrum

weer bij een niveau van 0 dB(A). De gemeten R-waarden per octaafband worden van deze waarden afgetrokken. Vervolgens worden de octaafbandwaarden energetisch opgeteld.

$$R_A = -10 \lg \{ \sum 10^{-(RA-Ci)/10} \} \text{ [dB(A)]}$$

waarin

$R_A$ = de A-gewogen luchtgeluidisolatie [dB(A)];
$R_i$ = de geluidisolatie in octaafband i [dB];
$C_i$ = de herleidingswaarde in octaafband i.

Voorbeeldberekening van $R_A$ voor wegverkeer:

| | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | Hz |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $C_i$ wegverkeer: | -14 | -10 | -6 | -5 | -7 | dB |
| $R_{i;gemeten}$: | 23 | 26 | 30 | 33 | 37 | dB |
| $C_i$-$R_i$: | -37 | -36 | -36 | -38 | -44 | dB |

Optellen:

$R_A = -10 \lg (10^{-3,7}+10^{-3,6}+10^{-3,6}+10^{-3,8}+10^{-4,4})$

$= 30$ dB(A)

Op gelijke wijze kan de $G_A$ bepaald worden.

**Gemiddelde luchtgeluidisolatie; $R_m$**

*gemiddelde luchtgeluidisolatie*

$R_m$ is het rekenkundig gemiddelde van de luchtgeluidisolatie in de tertsbanden met de middenfrequenties van 100-3200 Hz. Deze grootheid is langzaam in onbruik geraakt. In oudere literatuur komen we hem nog wel tegen.

**Gewogen luchtgeluidisolatie; $R_w$**

*gewogen luchtgeluidisolatie*

$R_w$ is de gewogen luchtgeluidisolatie volgens de procedure, beschreven in ISO 717, toegepast op tertsbanden, of volgens DIN 52210-4. Hierbij wordt de isolatiewaarde bepaald bij 500 Hz door de standaardisolatiecurve zodanig te verschuiven dat het gemiddeld verschil in de overige banden minimaal is.

| Standaardcurve voor de bepaling van $R_w$ | | | |
|---|---|---|---|
| Frequentie HzdB | Hz | dB | Hz |
| 100 | 33 | 630 | 53 |
| 125 | 36 | 800 | 54 |
| 160 | 39 | 1000 | 55 |
| 200 | 42 | 1250 | 56 |
| 250 | 45 | 1600 | 56 |
| 315 | 48 | 2000 | 56 |
| 400 | 51 | 2500 | 56 |
| 500 | 52 | 3150 | 56 |

$R_w$ is internationaal de meest gebruikte één-getalsaanduiding.

Globaal geldt $I_{lu} = R_w - 52$ dB

**Geluidwering van een uitwendige scheidingsconstructie; $G_A$**

*geluidwering uitwendige scheidingsconstructie*

Deze grootheid geeft het verschil aan tussen de geluidbelasting op een uitwendige scheidingsconstructie (gevel en dak) en het geluidniveau binnen in een achter deze scheidingsconstructie gelegen verblijfsruimte. Elk klimaatscheidend element heeft een eigen geluidisolatie. De geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie (gevel,dak) wordt berekend uit die van de afzonderlijke elementen en de procentuele oppervlaktebijdrage.

Uit de partiële geluidwering $G_i$ is op dezelfde wijze als beschreven onder $R_A$ de geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie te bepalen.

$$G_A = - 10 \lg \{ \Sigma 10^{-(Gi-Ci)/10} \} \text{ [dB(A)]}$$

waarin

$G_A$ = de A-gewogen geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie [dB(A)];
$G_i$ = de geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie in octaafband i [dB];
$C_i$ = de herleidingswaarde in octaafband i.

# 3 Basisbegrippen en definities

**Karakteristieke geluidwering van een uitwendige scheidingsconstructie; $G_{A;k}$**

*karakteristieke geluidwering uitwendige scheidingsconstructie*

De karakteristieke geluidwering van een uitwendige scheidingsconstructie $G_{A;k}$ wordt verkregen door de geluidwering te herleiden naar gestandaardiseerde afmetingen van het ontvangvertrek.

$$G_{A;k} = G_A - 10 \lg \{\frac{V}{6 T_o S_u}\} \qquad [dB(A)]$$

met

$G_{A;k}$ = karakteristieke geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie [dB(A)];

$G_A$ = geluidwering uitwendige scheidingsconstructie [dB(A)];

$V$ = het netto volume van het ontvangvertrek [$m^3$];

$T_o$ = de referentienagalmtijd; 0,5 s voor ruimten in woningen;

$S_u$ = totale oppervlakte van de uitwendige scheidingsconstructie(s) [$m^2$].

De karakteristieke geluidwering is een maat voor de prestatie van de uitwendige scheidingsconstructie.

**A-gewogen installatiegeluidniveau; $L_{I;A}$**

*A-gewogen installatiegeluidniveau*

Dit is het A-gewogen geluidniveau in een ontvangruimte, veroorzaakt door een installatie in werking. $L_{I;A}$ wordt bepaald uit het genormeerde installatiegeluiddrukniveau $L_{I;nT}$ door de A-weging toe te passen.

**Karakteristieke A-gewogen installatiegeluidniveau; $L_{I;A;k}$**

*karakteristieke A-gewogen installatiegeluidniveau*

Hierbij wordt het installatiegeluidniveau vergeleken met een gestandaardiseerde situatie. Het karakteristieke installatiegeluidniveau kan worden berekend uit het niet-afgeronde A-gewogen installatiegeluidniveau ($L_{I;A}$) met behulp van formule:

$$L_{I;A;k} = L_{I;A} + 5 \lg \{\frac{V}{V_o}\} \qquad [dB(A)]$$

waarin:

$L_{I;A;K}$ = het karakteristieke A-gewogen installatiegeluidniveau [dB(A)];

$L_{I;A}$ = het A-gewogen installatiegeluidniveau [dB(A)];

$V$ = het netto volume van de ontvangruimte [ $m^3$];

$V_o$ = het referentievolume [ $m^3$]; 25 $m^3$ voor ruimten in woningen.

Voor een verblijfsgebied dat bestaat uit een aantal aaneengesloten deelruimten moet $L_{I;A;k}$ bepaald worden uit de verschillende installatiegeluidniveaus.

$$L_{I;A;k} = -10 \lg \Sigma\{\frac{Vj}{V_{tot}} \; 10^{-(Gi-Ci)/10}\} + 5 \lg \frac{V_{tot}}{V_o} [dB(A)]$$

Bij presentatie van het karakteristieke A-gewogen installatiegeluidniveau ($L_{I;A;k}$) moet dit worden afgerond op het dichtstbijzijnde gehele getal. Als het niet afgeronde getal op een halve eenheid eindigt, moet dit worden afgerond op het dichtstbijzijnde even getal.

**De één-getalsaanduidingen op een rij**

$R_A$ De A-gewogen luchtgeluidisolatie ten opzichte van een gegeven bronspectrum.

$R_m$ Het rekenkundig gemiddelde van de luchtgeluidisolatie.

$R_w$ De gewogen luchtgeluidisolatie volgens de procedure voor tertsbanden

$I_{lu}$ De isolatie-index voor luchtgeluid.

$I_{lu;k}$ De karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid.

$I_{co}$ De isolatie-index voor contactgeluid.

$G_A$ De geluidwering van een uitwendige scheidingsconstructie.

$G_{A;k}$ De karakteristieke geluidwering van een uitwendige scheidingsconstructie.

$L_{I;A}$ Het A-gewogen geluidniveau veroorzaakt door een installatie in werking.

$L_{I;A;k}$ Het karakteristieke A-gewogen geluidniveau veroorzaakt door een inwerking zijnde installatie.

# 4

# WETTELIJK KADER

In dit hoofdstuk worden de regelingen behandeld die te maken hebben met de geluidwering in de woningbouw.

Nederlandse regelingen voor de geluidwering in de woningbouw, die worden behandeld zijn:
- Bouwbesluit; van kracht vanaf medio 1992, paragraaf 4.2;
- NEN 1070; september1976, paragraaf 4.3;
- NEN 5077; augustus 1991, paragraaf 4.4.
- NEN 5079; juni 1990, paragraaf 4.5.

Verder worden de volgende internationale regelingen behandeld:
- Europese regelgeving; CEN-normen, paragraaf 4.6;
- Internationale normen, paragraaf 4.7.

## 4.1 ALGEMEEN

**De opbouw van de regelingen**
Geluid kan een bron van klachten zijn.
Als er klachten over geluidhinder bestaan, kan door middel van berekeningen of metingen de geluidbelasting vastgesteld worden.
In het ontwerpstadium zijn alleen berekeningen mogelijk.

De resultaten van berekeningen of metingen kunnen vervolgens getoetst worden aan grenswaarden. *grenswaarden*

Als de grenswaarden worden overschreden verdient het de voorkeur om de situatie te verbeteren. Dat wil zeggen: het doorvoeren van technische verbeteringen kan een gevolg zijn van de regelgeving.

Er zijn drie soorten van regelgeving. *regelgeving*
- Normen en voorschriften voor meet- en rekenmethoden:
  - NEN 5077, met bepalingsmethoden voor de akoestische grootheden;
- Normen die grenswaarden in getallen vastleggen:
  - NEN 1070;

# 4 Wettelijk kader

- Voorschriften die technische, juridische en financiële procedures aangeven:
  - Wet geluidhinder met uitvoeringsbesluiten;
  - Hinderwet met hinderbesluit en vergunningsvoorschriften;
  - Woningwet;
  - Bouwbesluit;
  - Gemeentelijke bouwverordeningen.

**Kracht van wet**

*kracht van wet*

Normen en praktijkrichtlijnen hebben geen kracht van wet. Publiekrechtelijke sancties zijn hierdoor niet mogelijk.

*bouwverordeningen*

Door de normen op te nemen in de Gemeentelijke bouwverordeningen kregen ze wel kracht van wet.
De gemeenten bepaalden daarmee het akoestische kwaliteitsniveau.

*Wet geluidhinder*

Door het Besluit geluidwering gebouwen is hierin verandering gekomen. Artikel 3 zevende lid van de Woningwet is hiervoor gewijzigd. Deze wijziging is een uitvloeisel van de Wet geluidhinder.
Het Besluit geluidwering gebouwen heeft wel kracht van wet en regelt de akoestische kwaliteit op nationaal niveau.

*Bouwbesluit*

Bij het in werking treden van de herziene Woningwet midden 1992, is de geluidwering in het Bouwbesluit geregeld.
Het Besluit geluidwering gebouwen is daarbij in het Bouwbesluit opgegaan.

In het Bouwbesluit worden prestatie-eisen gesteld waaraan woningen en woongebouwen moeten voldoen.

*prestatie-eis*

Een prestatie-eis legt een functionele eis vast in een getalmaat. De prestatie van woningen met betrekking tot een bepaald aspect zoals geluidisolatie wordt zo meetbaar.

Grootheden voor geluid zijn:
- de karakteristieke geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie; $G_{A;k}$;
- het karakteristieke installatiegeluiddrukniveau; $L_{I;A;k}$;

- de karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid; $I_{lu;k}$
- de isolatie-index voor contactgeluid; $I_{co}$.

Dit houdt niet in dat de bouw geconfronteerd wordt met nieuwe eisen. Er zijn alleen nuanceringen aangebracht ten opzichte van de oude regelingen.

## 4.2 BOUWBESLUIT

Evenals het Besluit geluidwering gebouwen, is het Bouwbesluit sterk geënt op de Nederlandse Norm NEN 1070: 'Geluidwering in woongebouwen' van september 1976.

*eisen*

Er worden akoestische eisen gesteld ten aanzien van:
- de geluidwering van de gevel en het dak;
- het toelaatbare installatiegeluidniveau;
- de geluidwering tussen ruimten en gebouwen;
- de beperking van galm in gemeenschappelijke trappehuizen.

*prestaties*

De eisen in het Bouwbesluit zijn gebaseerd op de prestaties die de woning of het woongebouw moeten leveren. Dit betekent dat de eisen zodanig geformuleerd moeten zijn dat deze prestaties ook meetbaar zijn. Voor geluid zijn de bepalingsmethoden vastgelegd in NEN 5077, d.d. augustus 1991.

*kwaliteitsverklaring*

Onder andere door het overleggen van een als zodanig erkende kwaliteitsverklaring kan aangetoond worden dat aan een eis wordt voldaan Zo'n verklaring moet zijn afgegeven door een erkende instelling.

*gelijkwaardigheids-bepaling*

Van de prestatie-eisen kan afgeweken worden als de aanvrager kan aantonen dat het bouwplan voldoet aan de doelstelling en het niveau van de desbetreffende prestatie-eis (gelijkwaardigheids-bepaling).

De praktijkrichtlijnen geluidwering in woongebouwen geven voorbeelden van realiseerbare oplossingen waarmee aan de eisen uit de NEN-norm wordt voldaan. Wanneer het Bouwbesluit verwijst naar een NEN-norm en gebruik wordt gemaakt van de op

die norm betrekking hebbende NPR mag aangenomen worden dat voldaan wordt aan de desbetreffende prestatie-eis van het Bouwbesluit.

**Te bouwen woningen en woongebouwen**
In het Bouwbesluit worden geluideisen gesteld voor (nieuw) te bouwen woningen. Voor bestaande woningen zijn er geen geluideisen in het Bouwbesluit opgenomen.
Voor woningverbetering gelden in principe de eisen uit het deel (nieuw) te bouwen woningen en woongebouwen. Als deze eisen redelijkerwijs niet gesteld kunnen worden, dan is een vrijstelling mogelijk in het kader van de bouwvergunningverlening.

Deze vrijstelling, die door Burgemeester en Wethouders van een gemeente verleend kunnen worden, bedraagt voor de artikelen 22 tot en met 24 maximaal 10 dB cq. 10 dB(A).

### 4.2.1 Bescherming tegen geluid van buiten (artikel 22)

**Samenvatting van artikel 22**
De toegestane binnengrenswaarde afkomstig van geluid van buiten bedraagt in beginsel 35 dB(A).

*binnengrenswaarde*

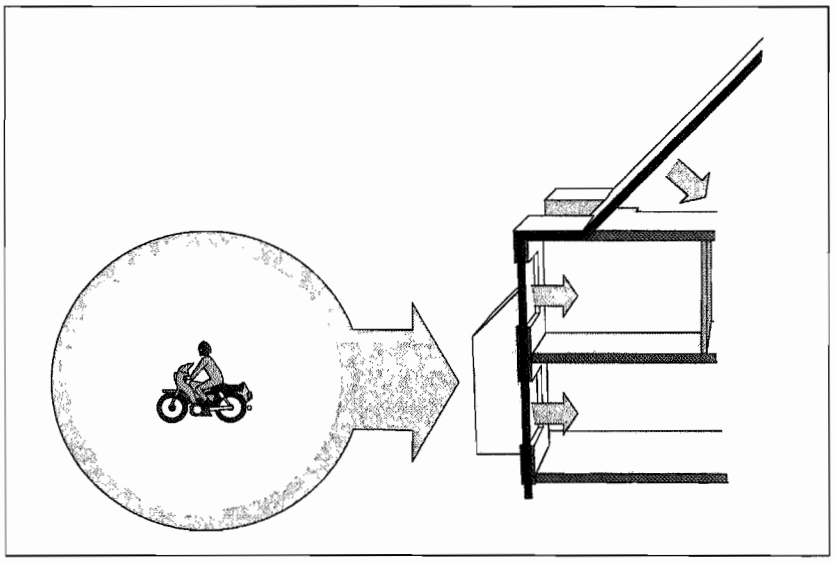
De vereiste karakteristieke geluidwering bedraagt:
voor een verblijfsgebied:
- $G_{A;k}$ = Geluidbelasting - 35 dB(A);

voor een verblijfsruimte:
- $G_{A;k}$ = Geluidbelasting - 37 dB(A);
- moet minimaal 20 dB(A) zijn;

ingeval van luchtvaartlawaai:
- $G_{A;k}$ = 30 dB(A) bij een belasting van 36 - 40 Ke;
- $G_{A;k}$ = 33 dB(A) bij een belasting van 41 - 45 Ke;
- $G_{A;k}$ = 36 dB(A) bij een belasting van 46 - 50 Ke;
- $G_{A;k}$ = 39 dB(A) bij een belasting van 50 of meer Ke.

*vereiste karakteristieke geluidwering*

# 4 Wettelijk kader



*Afbeelding 4.1: Bescherming tegen geluid van buiten*

*Eerste lid*

De in NEN 5077 bedoelde karakteristieke geluidwering van een uitwendige scheidingsconstructie die de scheiding vormt tussen een verblijfsgebied en de buitenlucht moet, ter beperking van geluidhinder in het verblijfsgebied, bepaald overeenkomstig die norm, ten minste gelijk zijn aan het verschil tussen de geluidbelasting van die scheidingsconstructie, bepaald overeenkomstig de Wet geluidhinder (Stb. 1979, 99), en 35 dB(A), met een minimum van 20 dB(A).

**Toelichting**

Met de uitwendige scheidingsconstructie bedoelt men de gevels, vloeren en daken die de overgang vormen tussen binnen en buiten.

*uitwendige scheidings-constructie*

Aangezien de gevel van een woning of woongebouw in de regel minstens een geluidwering heeft van 20 dB(A) is deze eis vooral van belang bij het bouwen van woningen in de geluidzones. Door de eis te formuleren in de termen van de karakteristieke geluidwering is ze indelings- en afmetingen onafhankelijk. De relatie met de beleving in een verblijfsruimte is hiermee enigszins verlaten.

*verblijfsgebied*

Een verblijfsgebied is gedefinieerd als: besloten ruimte, bestaande uit één of meer met elkaar in verbinding staande, op dezelfde bouwlaag gelegen verblijfsruimten en andere afzonderlijke ruimten, anders dan een toilet- of badruimte, technische ruimte of gemeenschappelijke verkeersruimte.
Bij reeds ingedeelde woningen wordt $G_{A;k}$ bepaald door een gewogen middeling van $G_A$ per verblijfsruimte. Zie ook het zevende en achtste lid van dit artikel.

De eis betekent concreet dat wanneer de geluidbelasting bijvoorbeeld 67 dB(A) bedraagt, de karakteristieke geluidwering van de betreffende gevel en/of het dak tenminste 67 - 35 = 32 dB(A) zal moeten zijn.

*geluidbelasting*

Met de geluidbelasting in dit artikel wordt bedoeld het niveau van het daadwerkelijk invallend geluid en niet de geluidbelasting conform de Wet geluidhinder waarop allerlei correcties (aftrek art. 103 etc. van toepassing kunnen zijn.
Als de geluidbronnen in de directe omgeving niet onder de Wet geluidhinder vallen, dan moet de geluidwering toch tenminste 20 dB(A) bedragen. Ook al is dus wettelijk geen sprake van een te hoge geluidbelasting. In de praktijk levert dit nauwelijks problemen op.

*Tweede lid*

**In afwijking van het eerste lid moet, indien ingevolge de Wet geluidhinder in het verblijfsgebied een hogere geluidbelasting dan 35 dB(A) is toegestaan , de karakteristieke geluidwering van een in dat lid bedoelde uitwendige scheidingsconstructie, bepaald overeenkomstig NEN 5077, ten minste gelijk zijn aan het verschil tussen de geluidbelasting van die scheidingsconstructie en de toegestane geluidbelasting in dat gebied, met een minimum van 20 dB(A).**

**Toelichting**
Dit artikel is opgenomen om te voorkomen dat het Bouwbesluit strengere eisen oplegt dan de Wet geluidhinder (Wgh). Voor railverkeerslawaai geldt op grond van de Wgh een binnengrenswaarde van 37 dB(A). Deze grenswaarde is dan voor het Bouwbesluit ook van toepassing.

*binnengrenswaarde*

*Derde lid*

De in NEN 5077 bedoelde karakteristieke geluidwering van een uitwendige scheidingsconstructie die de scheiding vormt tussen een verblijfsgebied en de buitenlucht, moet, bepaald overeenkomstig NEN 5077, afhankelijk van de in de eerste kolom van tabel III gegeven geluidbelasting van die constructie, bepaald overeenkomstig de Luchtvaartwet (stb. 1958, 47), ten minste gelijk zijn aan de bij die geluidbelasting in de tweede kolom van die tabel gegeven waarde.

Tabel III: Geluidwering in geval van luchtvaartlawaai.

*luchtvaartlawaai*

| Geluidbelasting in Ke | Vereiste karakteristieke geluidwering in dB(A) |
|---|---|
| 36-40 | 30 |
| 41-45 | 33 |
| 46-50 | 36 |
| meer dan 50 | 39 |

**Toelichting**
Voor luchtvaartlawaai wordt de geluidbelasting niet uitgedrukt in dB(A), maar in de zogenaamde Kosten-Eenheden (Ke). Deze lawaaibelastingseenheid is genoemd naar Prof.dr.ir. C.W. Kosten, voorzitter van een Adviescommissie 'Geluidhinder Vliegtuiglawaai'.

*Kosten-eenheden*

De Kosten-Eenheid is een maat voor de gemiddelde geluidbelasting door vliegtuigen over een heel jaar gezien. Zij kan alleen worden berekend en niet gemeten. In de berekening worden de geluidproduktie van alle verschillende vliegtuigen, het aantal vliegbewegingen en de vliegroutes verrekend. Vliegtuigen die 's avonds

of 's nachts vliegen tellen in de berekeningen zwaarder mee. Dit gebeurt door er een gewichtsfactor aan toe te kennen.

De Kosten-Eenheid is een jaargemiddelde maat die opgezet is om een relatie te leggen tussen geluidbelasting en ondervonden geluidhinder. De eenheid is niet bedoeld voor het treffen van bouwkundige maatregelen.

Omdat de karakteristieke geluidwering van gevels en daken in dB(A) moet worden aangegeven is een relatie gelegd tussen het aantal Kosten-Eenheden en de vereiste geluidwering in dB(A). Het resultaat hiervan staat in tabel III.

*Vierde lid*

Indien krachtens de Luchtvaartwet of artikel 108 van de Wet geluidhinder een andere dan de in het derde lid gegeven eis ten aanzien van de geluidwering van een in dat lid bedoelde uitwendige scheidingsconstructie is gesteld, blijft het derde lid buiten toepassing.

**Toelichting**

Op grond van artikel 108 van de Wet geluidhinder kan een gebied dat in principe geen geluidzone is toch als zodanig worden aangemerkt. Dit is het geval als in dit gebied ernstige geluidhinder optreedt of te verwachten is.

*geluidzone*

De eisen in de Luchtvaartwet of artikel 108 van de Wet geluidhinder gaan boven de eisen in artikel 22, derde lid van het Bouwbesluit.

*Vijfde lid*

Indien op grond van het eerste tot en met vierde lid met betrekking tot een of meer soorten geluid tegelijkertijd verschillende eisen aan de geluidwering van een uitwendige scheidingsconstructie zijn gesteld, geldt de zwaarste van de ingevolge die leden gestelde eisen.

**Toelichting**

*meerdere geluidbronnen*

Als er sprake is van meerdere geluidbronnen die tegelijkertijd voorkomen, dan worden ze afzonderlijk onderzocht. De zwaarste geluidweringseis is dan maatgevend. De geluidbelastingen van de verschillende bronnen worden niet bij elkaar geteld.

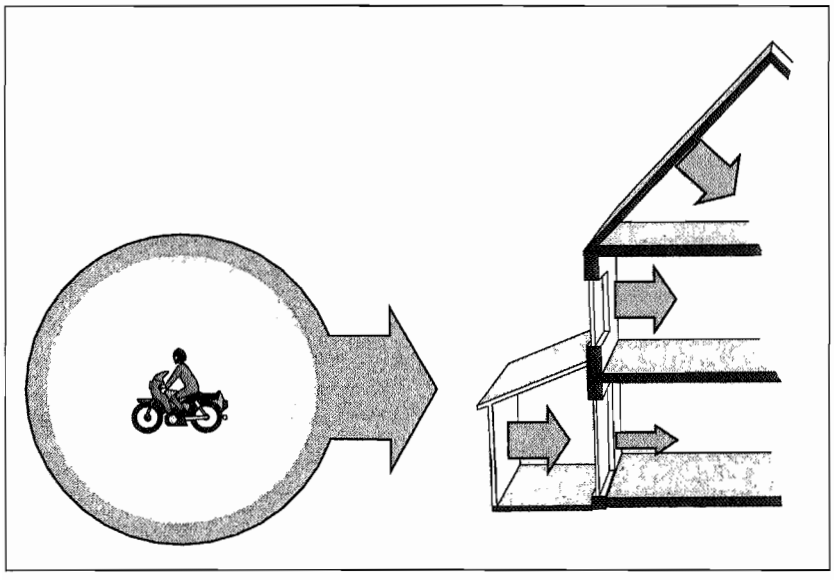
Zesde lid

*inwendige scheidings-constructie*

**Op een inwendige scheidingsconstructie van een verblijfsgebied, voor zover die constructie niet de scheiding vormt met een ander verblijfsgebied, zijn het eerste tot en met vijfde lid van overeenkomstige toepassing.**

**Toelichting**

Een situatie als hier bedoeld kan voorkomen als bijvoorbeeld een serre of afgesloten balkon de overgang vormt tussen het verblijfsgebied en buiten. De geluidwering van de serre wordt in dit geval in mindering gebracht op de geluidbelasting van de inwendige scheidingsconstructie.



*Afbeelding 4.2: Voorbeeld van overgang tussen verblijfsgebied en buiten*

*Zevende lid*

De in NEN 5077 bedoelde karakteristieke geluidwering van een uitwendige scheidingsconstructie van een verblijfsruimte, voor zover die constructie de scheiding vormt met de buitenlucht, moet, bepaald overeenkomstig die norm, ten minste gelijk zijn aan de waarde van de karakteristieke geluidwering, bedoeld in het eerste tot en met vijfde lid, verminderd met 2 dB(A).

**Toelichting**

*verblijfsruimte*

Een verblijfsruimte wordt in het Bouwbesluit gedefinieerd als: de in een gebouw gelegen ruimte, bestemd voor het verblijven van mensen. Dit onderdeel van het artikel voorkomt dat bij een reeds ingedeeld verblijfsgebied op onderdelen een te nadelige situatie ontstaat.

*Achtste lid*

Op een inwendige scheidingsconstructie van een verblijfsruimte, voor zover die constructie niet de scheiding vormt met een andere verblijfsruimte, is het zevende lid van overeenkomstige toepassing.

**Toelichting**

Ook deze paragraaf voorkomt dat een te hoog geluidniveau optreedt in een verblijfsruimte, als het verblijfsgebied al ingedeeld is.

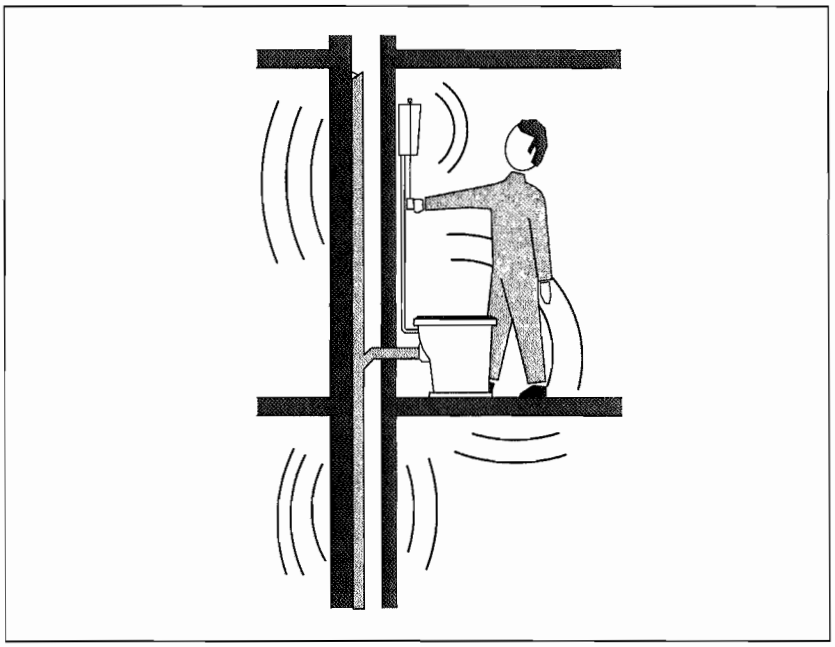
### 4.2.2 Bescherming tegen geluid van installaties (artikel 23)

**Samenvatting van artikel 23**

Het karakteristieke geluidniveau van installaties afkomstig uit andere niet tot de woning behorende ruimten mag in verblijfsgebieden niet meer dan 30 dB(A) bedragen.
Dit houdt in dat in woningen $L_{I;A;k}$ maximaal 30 dB(A) mag bedragen ten gevolge van een in werking zijnd:

- toilet;
- kraan;
- mechanisch ventilatiesysteem.

En in woongebouwen geldt deze eis voor:
- toilet;
- warmwatertoestel;
- hydrofoor;
- kraan;
- mechanisch ventilatiesysteem;
- lift.



*Afbeelding 4.3: Geluid van installaties*

*Eerste lid*

**Het in NEN 5077 bedoelde karakteristieke geluidniveau van een in een woning gelegen toilet met waterspoeling, kraan of mechanisch ventilatiesysteem mag, ter beperking van geluidoverlast, bepaald overeenkomstig die norm in een niet tot die woning behorend verblijfsgebied niet hoger zijn dan 30 dB(A).**

**Toelichting**
Bewoners kunnen geen invloed uitoefenen op geluiden van toilet, kraan of ventilatie-inrichting vanuit een buurwoning of andere aangrenzende gebouwen. Dit heeft tot gevolg dat ze dergelijke

geluiden als hinderlijker ervaren dan die van eenzelfde installatie uit de eigen woning. Deze geluiden mogen daarom in de andere woning dan die waar de installatie zich bevindt het niveau van 30 dB(A) niet overschrijden.

*Tweede lid*

Het in NEN 5077 bedoelde karakteristieke geluidniveau, van een in een woongebouw, doch buiten een van dat gebouw deel uitmakende woning gelegen toilet met waterspoeling, warmwatertoestel, installatie voor het verhogen van de waterdruk, kraan, mechanisch ventilatiesysteem of lift, mag, bepaald overeenkomstig die norm, in een verblijfsgebied van een woning of van een ander gebouw niet hoger zijn dan 30 dB(A).

**Toelichting**
Hetzelfde als bij artikel 23 eerste lid geldt ook voor installaties die geen deel uitmaken van de eigen woning en al dan niet voor gemeenschappelijk gebruik zijn. *installaties*

### 4.2.3 Geluidwering tussen ruimten (artikel 24)

**Samenvatting van artikel 24**
Eisen voor geluidwering met verblijfsruimten.

| Scheiding tussen een besloten ruimte en: | | Scheiding tussen verblijfsruimten binnen de woning | |
|---|---|---|---|
| verblijfs-gebied | niet-verblijfs-gebied | | |
| $I_{lu;k}$ 0 | -5 | -20 | dB |
| $I_{co}$ 0 | -5 | -20 | dB |

*Afbeelding 4.4: Geluidwering tussen ruimten*

# 4 Wettelijk kader

*Eerste lid*

De in NEN 5077 bedoelde karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid en de in die norm bedoelde isolatie-index voor contactgeluid tussen een besloten ruimte van een woning en een niet tot die woning behorend verblijfsgebied en tussen een besloten ruimte van een woongebouw en een in een woning gelegen verblijfsgebied moeten, ter beperking van geluidhinder in het verblijfsgebied, bepaald overeenkomstig die norm, ten minste gelijk zijn aan 0 dB.

*verblijfsgebied*

**Toelichting**
De eis is expliciet geformuleerd voor verblijfsgebieden. De aard van de scheidingsconstructie tussen de ruimten is meestal zodanig dat het feitelijk gezien geen verschil maakt of er sprake is van een verblijfsgebied of verblijfsruimte.

Het gebruik van de karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid houdt in dat de prestatie van de directe scheiding met de ermee verbonden constructiedelen bepalend is.

Hierdoor vervalt de bij de $I_{lu}$ bestaande relatie tussen het gemeenschappelijk scheidingsoppervlak en het volume van de ontvangruimte. Dit betekent dat er in de praktijk voor bepaalde situaties zoals woonkamers een iets scherpere eis is geformuleerd dan in het Besluit geluidwering gebouwen. Het verschil tussen $I_{lu}$ en $I_{lu;k}$ voor woonkamers is gemiddeld 2 à 3 dB. Bij slaapkamers zijn er nauwelijks verschillen tussen $I_{lu}$ en $I_{lu;k}$.

$I_{lu}$ is gecorreleerd aan de beleving van de situatie. Door een gunstige indeling is een positief effect op de beleving van de geluidwering te verkrijgen. Dit effect is voor de beoordeling op grond van het Bouwbesluit niet (meer) aan de orde.

*Tweede lid*

De in NEN 5077 bedoelde karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid en de in die norm bedoelde isolatie-index voor contactgeluid tussen een besloten ruimte van een woning en een tot een andere woning of woongebouw behorende, besloten niet van een verblijfsgebied deeluitmakende ruimte, geen gemeenschappelijke verkeersruimte zijnde, moeten, bepaald overeenkomstig die norm, ten minste gelijk zijn aan -5 dB.

*besloten ruimte*

**Toelichting**
Voor niet-geluidgevoelige ruimten zoals: toilet-, bad-, berg-, en verkeersruimten geldt een minder strengere eis. Tussen één van deze ruimten en een gemeenschappelijke verkeersruimte (galerij) geldt vooralsnog geen geluidweringseis.

*Derde lid*

De in NEN 5077 bedoelde karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid en de in die norm bedoelde isolatie-index voor contactgeluid tussen in een woning gelegen verblijfsruimten moeten, bepaald overeenkomstig die norm, ten minste gelijk zijn aan -20 dB.

**Toelichting**
Binnen de woningen gelden minder strenge eisen.
In tegenstelling tot in het Besluit geluidwering gebouwen wordt in het Bouwbesluit geen onderscheid gemaakt tussen verschillende soorten verblijfsruimten.

*binnen woningen*

*Vierde lid*

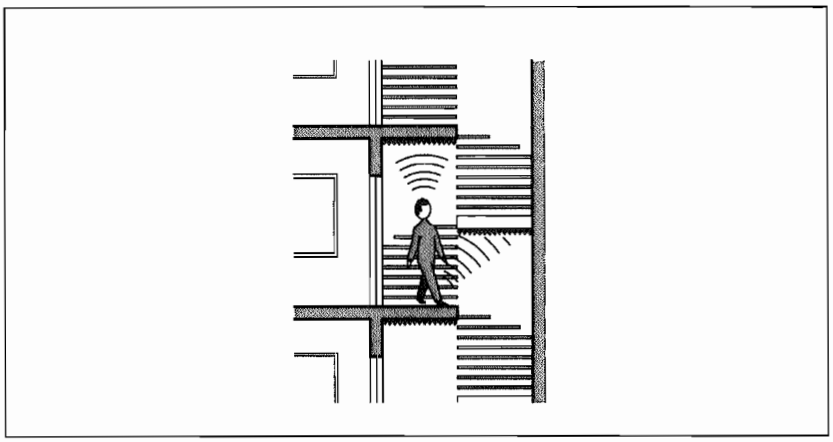
Het derde lid is niet van toepassing, indien de in dat lid bedoelde verblijfsruimten in dezelfde bouwlaag zijn gelegen en in open verbinding staan met elkaar dan wel zich in de inwendige scheidingsconstructie tussen die verblijfsruimten een beweegbaar constructie-onderdeel bevindt.

*open verbinding*

**Toelichting**
Het is duidelijk dat wanneer twee ruimten via een deur met elkaar in verbinding staan, het stellen van eisen aan de geluidwering niet praktisch is. De eis van -20 dB geldt echter wel voor ruimten die via een open trap in verbinding staan met een ruimte op een andere bouwlaag. Een woonkamer met open trap is hier een voorbeeld van. *open trap*

### 4.2.4 Beperking van galm (Artikel 25)

**Samenvatting van artikel 25**
De hoeveelheid geluidabsorberend materiaal in gemeenschappelijke verkeersruimten moet 1/8 V $m^2$ bedragen.



*Afbeelding 4.5: Beperking van galm*

*Eerste lid*

1. De getalwaarde van de in NEN 5078 bedoelde totale geluidabsorptie van een besloten gemeenschappelijke verkeersruimte, die is bestemd voor het ontsluiten van in een woongebouw gelegen woningen, moet, ter beperking van geluidhinder in aan die verkeersruimte grenzende woningen, in elk van de octaafbanden met middenfrequenties van 250, 500, 1000 en 2000 Hz, uitgedrukt in $m^2$ en bepaald overeenkomstig die norm, ten minste gelijk zijn aan 1/8 van de getalwaarde van de inhoud van die ruimte, uitgedrukt in $m^3$.

**Toelichting**
Door het aanbrengen van geluidabsorberend materiaal wordt het geluidniveau in deze ruimten teruggebracht. De bedoelde ruimten hebben meestal een dusdanige vorm, dat het meten van de nagalmtijd problemen oplevert. Daarom is de eis geformuleerd in hoeveelheid absorptiemateriaal.

Het effect van de eis komt overeen met een nagalmtijd in de betreffende ruimte van ten hoogste 1,35 s.

## 4.3 NEN 1070: GELUIDWERING IN WOONGEBOUWEN - EISEN

*woongebouwen*

Om de geluidhinder in woongebouwen te voorkomen of te beperken zijn minimum-eisen geformuleerd waaraan de geluidwering moet voldoen.

De norm kan van toepassing worden verklaard op alle gebouwen of onderdelen daar-van, die als woning dienst doen.

Ze heeft betrekking op lucht-, contact- en installatiegeluid. De eisen zijn uitgedrukt in één-getalsaanduidingen. In de norm wordt tevens aangegeven hoe deze berekend kunnen worden uit de meetresultaten.

**Eisen luchtgeluidisolatie NEN 1070, september 1976**

Minimale isolatie-index voor luchtgeluid in dB

| geluid afkomstig uit | kamers | keukens | andere besloten ruimten |
|---|---|---|---|
| andere woning | 0 | 0 | -5 |
| besloten ruimten die niet tot een woning behoren | 0 | 0 | - |
| eigen woning | -15 | - | - |

# 4 Wettelijk kader

**Eisen contactgeluidisolatie NEN 1070, september 1976**
Minimale isolatie-index voor contactgeluid in dB

| geluid afkomstig uit | kamers | keukens |
|---|---|---|
| andere woning | 0 | 0 |
| besloten ruimten die niet tot een woning behoren | 0 | 0 |
| eigen woning | -15 | - |

Als het geluid afkomstig is van een gemeenschappelijke gang of besloten galerij gelden geen eisen. Dit is ook het geval als twee kamers in een woning in open verbinding met elkaar staan.

**Geluid door installaties**
Voor installaties zijn maximaal toelaatbare geluidniveaus in dB(A) aangegeven.
Hierbij is onderscheid gemaakt tussen installaties voor de aan- en afvoer van water (inclusief sanitaire toestellen) en overige installaties zoals lift, cv-installatie, mechanische ventilatie en luchtbehandelingssysteem. De eisen gelden voor elke installatie afzonderlijk en voor lege, dat wil zeggen ongemeubileerde en ongestoffeerde kamers.

# 4 Wettelijk kader

**Eisen installatiegeluidniveau NEN 1070, september 1976**
Maximaal toelaatbaar geluidniveau in dB(A) veroorzaakt door installaties

| soort installatie | kamers | overige ruimten (excl. bergruimten) |
|---|---|---|
| installaties voor aan- en afvoer van water | | |
| • in de eigen woning | 40 | - |
| • in andere woning | 35 | 40 |
| overige installaties | | |
| • in de eigen woning | 30 | - |
| • in andere woning | 30 | 40 |

De 2e druk van de norm NEN 1070 is uit 1976. Diverse ontwikkelingen, waaronder het verschijnen van wettelijke regelingen zoals het Besluit geluidwering gebouwen en het Bouwbesluit, hebben de betreffende normcommissie doen besluiten de norm geheel te herzien. Daarbij zal tevens zorg worden gedragen voor een goede aansluiting op de in ontwikkeling zijnde Europese normen op dit gebied.

Een belangrijke overweging is dat het Bouwbesluit minimum eisen stelt aan de geluidwering van een gebouw. De feitelijke beleving van geluidhinder heeft echter meer betrekking op de optredende geluidniveaus, terwijl naast minimum eisen er ook behoefte bestaat aan meer inzicht in de gewenste akoestische prestaties voor meer dan een minimum kwaliteit.

*NEN 1070*

De nieuwe norm NEN 1070 zal betrekking hebben op woningen en andere gebouwen. In de norm worden geen minimum eisen meer geformuleerd, maar worden verschillende niveaus van de kwaliteit van de geluidwering onderscheiden. Bij elk niveau zal worden aangegeven welke akoestische prestatie minimaal gewenst is.

Tevens zal worden aangegeven op welke wijze de gerealiseerde kwaliteit kan worden gekwantificeerd, rekening houdende met de akoestische kenmerken van de omgeving van het gebouw. Voor woningen kan dit worden weergegeven in de vorm van een geluidweringsklasse.

De één-getalsaanduidingen zullen worden herzien, zodanig dat ze aansluiten bij de Europese ontwikkelingen. In grote lijnen zal dit neerkomen op een gelijksoortige methode voor alle aspecten, overeenkomend met de aanpak van de geluidwering van gevels. Uitgangspunt daarbij is de A-weging op basis van een kenmerkend bronspectrum. De wezenlijke kenmerken van de tot nu toe gehanteerde grootheden blijven daarbij behouden.

## 4.4 NEN 5077: GELUIDWERING IN WOONGEBOUWEN - BEPALINGSMETHODEN

De eisen die geformuleerd zijn in het Bouwbesluit en NEN 1070 moeten uiteraard getoetst kunnen worden. Hoe dat dient te gebeuren en waarmee rekening gehouden moet worden, is beschreven in deze norm.

*NEN 5077*

In de norm NEN 5077 wordt omschreven welke methode toegepast moet worden voor de bepaling van:
- de isolatie-index voor luchtgeluid;
- de karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid;
- de isolatie-index voor contactgeluid;
- geluidwering van uitwendige scheidingsconstructies;
- karakteristieke geluidwering van uitwendige scheidingsconstructies;
- installatiegeluidniveau;
- karakteristiek installatiegeluidniveau.

Specifiek en in detail is aangegeven hoe:
- de lucht- en contactgeluiddrukniveaus gemeten moeten worden;
- de nagalmtijd in de ontvangruimte gemeten moet worden;
- de isolatie-index voor luchtgeluid en contactgeluid berekend moet worden;
- de karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid berekend moet worden;

- de geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie gemeten moet worden;
- de karakteristieke geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie berekend moet worden;
- het A-gewogen installatiegeluiddrukniveau bepaald moet worden;
- het karakteristieke A-gewogen installatiegeluiddrukniveau berekend moet worden.

*meetapparatuur*

Ook is aangegeven waaraan de meetapparatuur moet voldoen. Verder is opgenomen met welke meetcondities rekening gehouden moet worden en hoe de meetresultaten bewerkt moeten worden.

## 4.5 NEN 5079: GELUIDWERING IN WOONGEBOUWEN - ÉÉN-GETALS-AANDUIDINGEN

*één-getalsaanduidingen*

*NEN 5079*

In NEN 5079 is aangegeven hoe de laboratorium-meetresultaten van bouwelementen en constructies kunnen worden uitgedrukt in één getal. De wijze waarop voor praktijksituaties de één-getals-aanduidingen uit de meetresultaten kunnen worden bepaald is vooralsnog opgenomen in NEN 1070. Dit zal echter komen te vervallen bij het herzien van norm NEN 1070. Hiervoor wordt NEN 5079 aangepast. Het afleiden van één-getalsaanduidingen voor praktijksituaties zal ook in deze norm opgenomen worden. Een ontwerpversie van de herziene NEN 5079 zal naar verwachting eind 1992 verschijnen.

## 4.6 EUROPESE NORMEN (CEN)

De Europese Commissie heeft in 1988 een Richtlijn bouwprodukten opgesteld om het vrije verkeer van bouwprodukten te regelen. Deze richtlijn geeft aan dat bouwprodukten een zodanige kwaliteit dienen te hebben dat de daarmee te vervaardigen bouwwerken aan de essentiële eisen kunnen voldoen. Die eisen betreffen verschillende aspecten, zoals sterkte, veiligheid, energie-zuinigheid en geluid.

# 4 Wettelijk kader

Zoals de naam aangeeft regelt deze richtlijn in hoofdzaak de eisen die gesteld kunnen worden aan bouwprodukten. In essentie geeft zij informatie over de eisen ten aanzien van gebouwen.
De produkten dienen dusdanige eigenschappen te hebben dat het gebouw als geheel aan zijn essentiële voorwaarden voldoet.

Als de prestatie van gebouwen in getallen moet worden uitgedrukt, dan moet dit gebeuren op een geharmoniseerde Europese wijze die aansluit bij de manier waarop dat bij produkten gebeurt.

*basisdocumenten*

In basisdocumenten is aangegeven welke prestaties van een produkt van belang zijn voor de uiteindelijke kwaliteit van het bouwwerk. Daarnaast is vermeld op welke wijze deze prestaties getalsmatig uitgedrukt moeten worden.

De Europese organisatie CEN coördineert de normalisatie. Voor het gebied geluid betreft dit vooral het overnemen en herbewerken van reeds lang bestaande en toegepaste ISO-normen voor akoestische metingen. Wezenlijke veranderingen zijn in de nabije toekomst niet te verwachten.
Dit is wel het geval met de wijze waarop de meetresultaten in een getal worden uitgedrukt (zowel laboratorium- als praktijk-metingen). De nu in verschillende Europese landen gehanteerde één-getalsaanduidingen verschillen nog vrij sterk en zullen in de nabije toekomst geharmoniseerd worden.

*Europese één-getals-aanduidingen*

Op dit moment zijn de Europese één-getalsaanduidingen in discussie. De tendens is voor alle aspecten een gelijksoortige aanpak te hanteren zoals nu gebruikelijk voor de geluidwering van gevels. Voor de prestatie van produkten zal naar verwachting in eerste instantie worden uitgegaan van van de methode volgens ISO 717. Om de invloed van feitelijke geluidbronnen te kunnen verdisconteren zullen er aanpassingstermen voor het spectrum komen.

In CEN kader wordt gewerkt aan normen waarmee de relatie kan worden gelegd tussen de eigenschappen van bouwprodukten (laboratoriummetingen) en de (te verwachten) prestatie in de praktijk. De eerste voorstellen hiervoor volgen in belangrijke mate de voorspellingsmodellen die ook voor dit handboek zijn gebruikt.

# 4 Wettelijk kader

## 4.7 INTERNATIONALE NORMEN

De internationale organisatie voor normalisatie, ISO, houdt zich al jaren bezig met meetmethoden op het gebied van de akoestiek voor de bouw. Het betreft meetmethoden om de akoestische kwaliteit van produkten vast te stellen en om de geluidwering in gebouwen te bepalen. Deze normen vormen veelal de basis voor nationale normen (NEN, DIN, etc.) en Europese normen (CEN), zodat de wijze van meten in de meeste landen in essentie gelijk is. ISO-normen worden elke vijf jaar onderzocht om te beoordelen of de inhoud nog bruikbaar en up-to-date is. Als dat niet het geval is, past men de norm(en) aan. Ook kunnen ontwikkelingen in de bouw de wens tot nieuwe meetmethoden doen ontstaan.

*ISO-normen*

Meetapparatuur dient eveneens aan de eisen te voldoen. Deze eisen en de bijbehorende meet- en ijkmethoden worden internationaal afgesproken in het Internationaal Elektrotechnisch Committee (IEC).
Hieronder worden de voornaamste ISO-normen op bouwakoestisch gebied kort, met enige toelichting, besproken.

**ISO 140 'Acoustics - Measurement of sound insulation in building and of building elements'**

Deze norm bestaat momenteel uit 9 delen, een tiende deel is in voorbereiding. Beschreven worden de meetmethoden voor de luchtgeluidisolatie en contactgeluidisolatie van produkten in het laboratorium en van gebouwen in de praktijk. Tevens worden de eisen aan de laboratorium-meetruimten gegeven en informatie over de bereikbare meetnauwkeurigheid. Deze serie normen wordt op dit moment herzien. Het belangrijkste doel hiervan is de aanwijzingen te verscherpen om een betere meetnauwkeurigheid te verkrijgen. Deze norm is in de meeste landen overgenomen of vormt de basis voor nationale normen (bijv. NEN 20 140, DIN 52 210).

**ISO 354 'Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room'**

Deze norm geeft een meetmethode voor het bepalen van de geluidabsorptie van produkten in specifieke meetruimten. Deze norm is in de meeste landen overgenomen, of vormt de basis voor nationale normen (bijvoorbeeld NEN ISO 354).

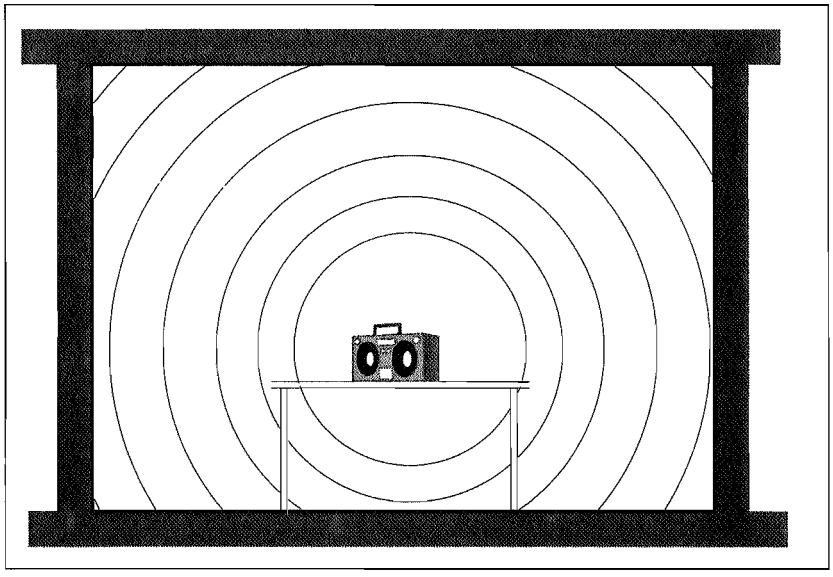
## 5.1.2 Flankerende geluidoverdracht

*flankerende constructie*

Bij de geluidoverdracht via de flankerende constructie spelen een rol:

- de geluidisolatie van de flankerende wanden of vloeren;
- de oppervlakte van de flankerende wanden of vloeren;
- de verbindingsdemping ter plaatse van de aansluiting van de flankerende wanden en vloeren.

In het zendvertrek worden niet alleen de scheidingsconstructie, maar ook alle andere wanden en vloeren (begrenzingsvlakken) in trilling gebracht.



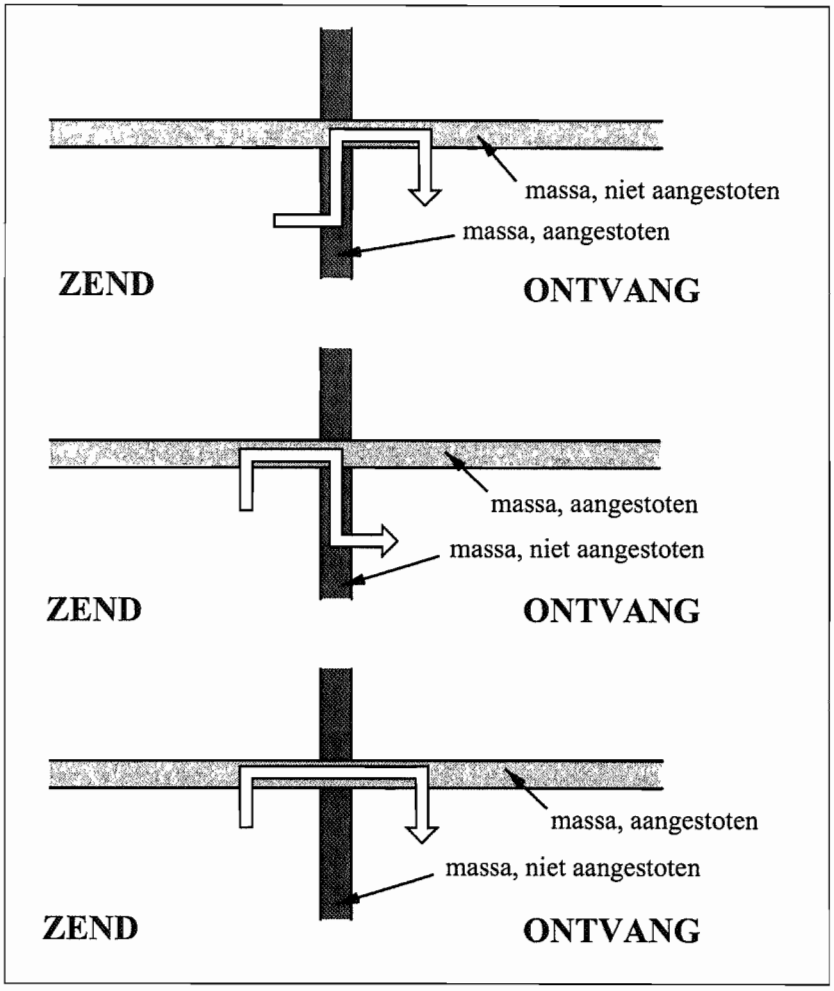
*Afbeelding 5.3: Aanstraling van de wanden en vloeren in een zendvertrek*

De in trilling gebrachte begrenzingsvlakken geven hun energie door aan de vlakken in het ontvangvertrek.
Bij het doorgeven van de trillingen treedt een demping op: de verbindingsdemping.

*verbindingsdemping*

De verbindingsdemping wordt gekarakteriseerd door de verhouding van de trillingssnelheid van het aangestoten vlak in het zendvertrek en de trillingssnelheid van het afstralende vlak in het ontvang-vertrek.

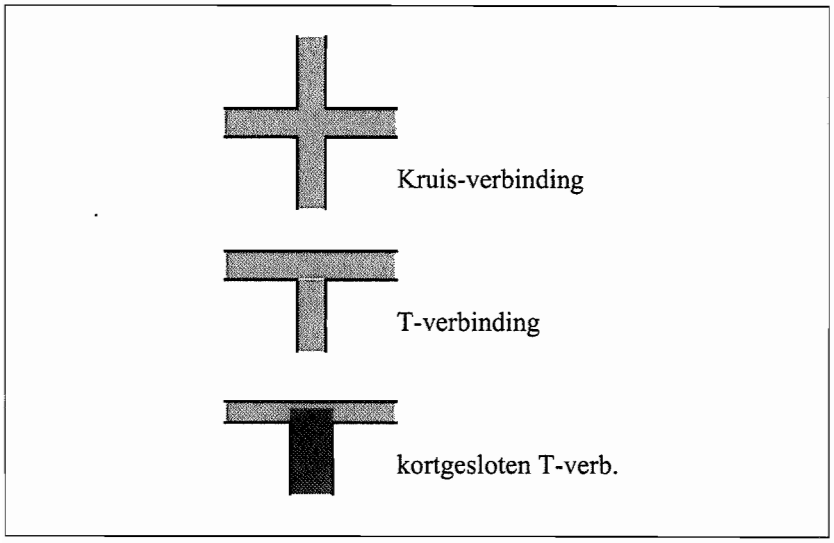
# 5 Rekenregels en praktijkrichtlijnen




*Afbeelding 5.4: Verbindingsdemping*

De verbindingsdemping is afhankelijk van:

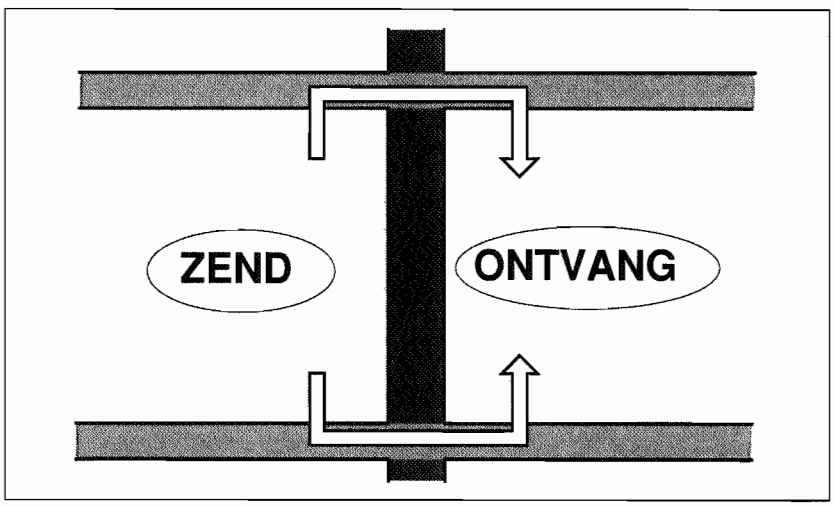
- de massaverhouding tussen het aangestoten en het niet-aangestoten vlak;
  Een grote massa brengt een geringe massa makkelijk in trilling, omgekeerd brengt een geringe massa een grote massa moeilijk in trilling. Bepalend voor de demping is de verhouding tussen de aangestoten en niet-aangestoten massa.
- de soort van verbinding star of flexibel (vilt, kit);
- de vorm van de verbinding (T of kruis).



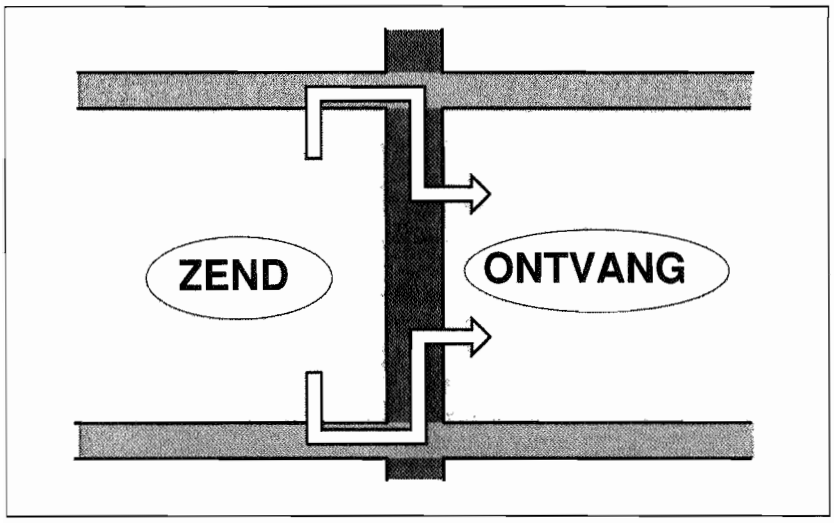

*Afbeelding 5.5: Soorten verbindingen*

In totaal zijn er 12 flankerende geluidoverdrachtwegen tussen twee vertrekken.

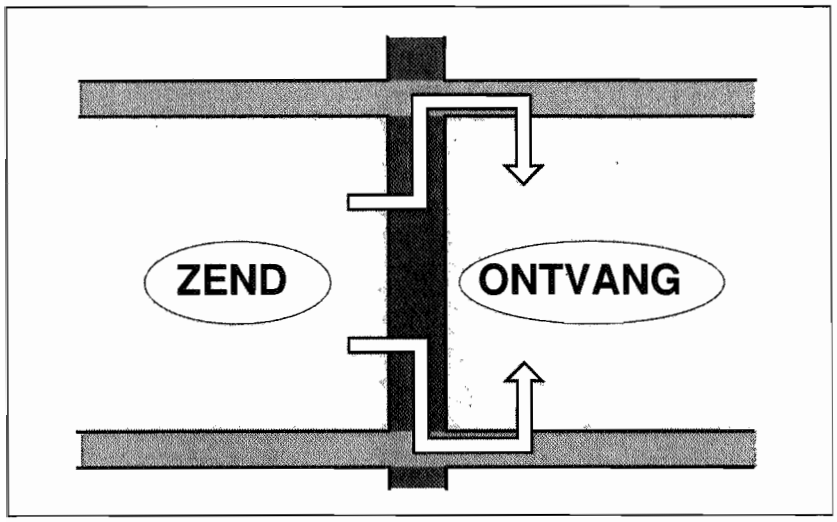
*geluidoverdrachtwegen*




*Afbeelding 5.6: Van een flankerend vlak naar een flankerend vlak:*
*dit zijn 4 geluidoverdrachtwegen (wanden, vloer en plafond)*




*Afbeelding 5.7: Van een flankerend vlak naar het scheidingsvlak: dit zijn 4 geluidoverdrachtwegen (wanden, vloer en plafond)*



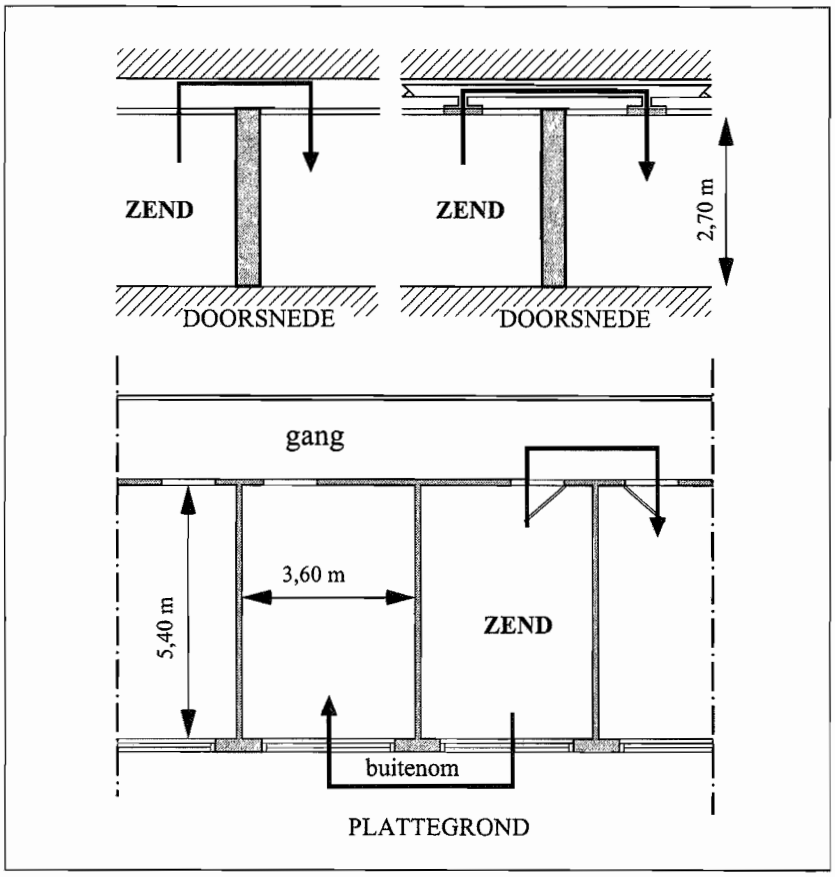

*Afbeelding 5.8: Van het scheidingsvlak naar het flankerende vlak: dit zijn 4 geluidoverdrachtwegen (wanden, vloer en plafond)*

De flankerende geluidoverdracht heeft een grote invloed als:
- de flankerende vlakken een groot oppervlak hebben ( produkt $S_i$ en $S_j$ groot);
- de flankerende vlakken een geringe geluidisolatie hebben ($R_i$ en $R_j$ laag);
- de verbinding tussen de vlakken star en de demping klein is ($D_{v;ij}$ klein).

### 5.1.3 Omloopgeluid

Geluid kan via allerlei wegen van het ene naar het andere vertrek. Het geluid dat niet via de directe weg of flankerende wegen in het ontvangvertrek komt noemen we omloopgeluid.

Voorbeelden van omloopgeluid zijn:
- geluid via gangen en trappehuizen (deuren);
- geluid via het plenum boven verlaagde plafonds;
- geluid via doorgaande luchtkanalen;
- geluid via ramen en ventilatieroosters;
- geluid via spouw tussen dakbeschot en pannen.

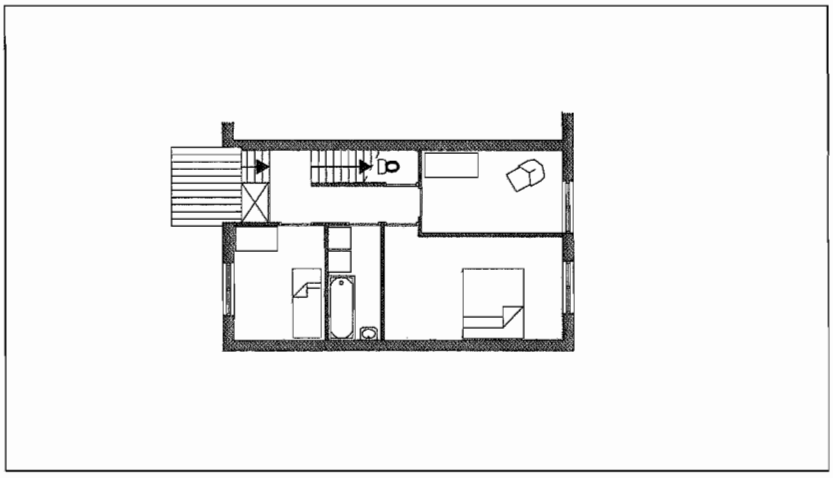



*Afbeelding 5.9: Geluidoverdracht via 'omwegen'*

Het geluid gaat vanuit het zendvertrek via een bouwelement (rooster, raam, plafond etc.), vervolgens via de lucht en tenslotte via een bouwelement (raam, rooster, plafond etc.) naar het ontvangvertrek.

### 5.1.4 Voorbeeldberekening geluidwering tussen ruimten

Als voorbeeld is de geluidwering tussen twee slaapkamers berekend. De plattegrond van de betreffende slaapkamer is in afbeelding 5.10 gegeven.



*Afbeelding 5.10: Plattegrond van de slaapkamer uit het berekeningsvoorbeeld*

Om de geluidwering tussen twee verblijfsruimten (slaapkamers) te kunnen berekenen zijn de volgende gegevens nodig:

- de geluidisolatie van de scheidingswand ($R_{sch}$);
- de geluidisolatie van alle aansluitende wanden en vloeren ($R_i$, $R_j$);
- de verbindingsdemping ter plaatse van de aansluiting van wanden en vloeren ($D_{v;i;j;}$);
- het netto volume van de ruimte (slaapkamer) (V);
- de oppervlakte van de scheidingswand (S);
- de oppervlakte van de aansluitende wanden en vloeren ($S_i$, $S_j$).

We gaan in het rekenvoorbeeld uit van twee ruimten met gelijk volume: 30 m³.

**Geluidisolatie en oppervlakte scheidingswand**

De scheidingswand bestaat in het voorbeeld uit 200 mm beton. De oppervlakte van de scheidingswand bedraagt 10 m². De geluidisolatie van een 200 mm betonwand bedraagt (zie tabel 7.1):

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_{sch}$ : | 38 | 45 | 54 | 62 | 69 | [dB] |

**Geluidisolatie en oppervlakte van de aansluitende wanden en vloeren**

De vloer is een betonplaat van 180 mm dikte, inclusief 30 mm afwerklaag. De oppervlakte van de vloer bedraagt 12 m$^2$.
Het plafond is eveneens een betonplaat van 180 mm dikte. De oppervlakte van het plafond bedraagt 12 m$^2$. De geluidisolatie van een 180 mm betonplaat bedraagt (zie tabel 7.5):

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R: | 41 | 46 | 55 | 63 | 70 | [dB] |

De binnenwand die grenst aan de scheidingswand bestaat uit 70 mm dikke gipsblokken. De oppervlakte van de binnenwand bedraagt 7,5 m$^2$.
De geluidisolatie van 70 mm gipsblokken bedraagt (zie tabel 7.9):

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R: | 29 | 29 | 26 | 32 | 41 | [dB] |

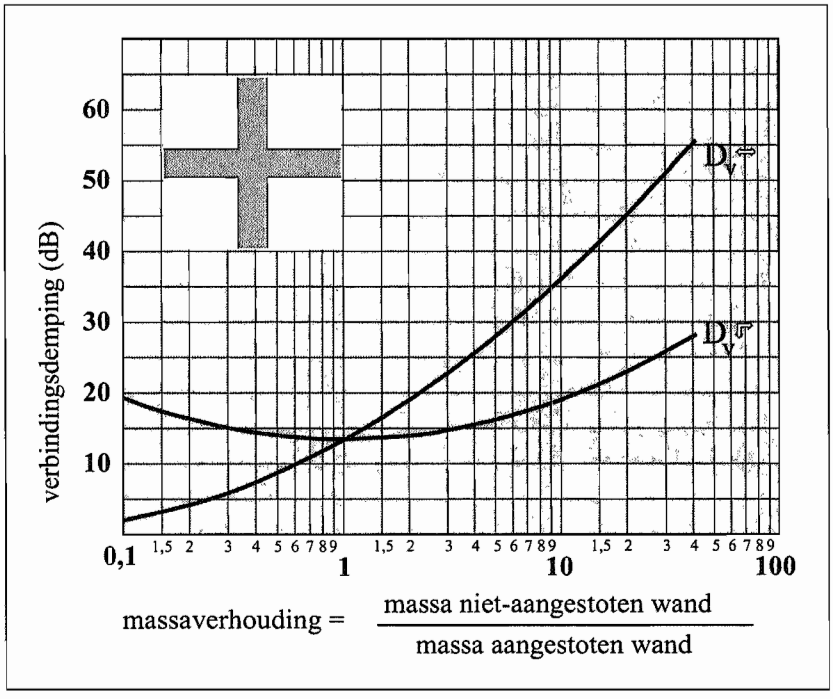
De gevel die aansluit op de scheidingswand bestaat uit glas en een gemetselde spouwmuur. De spouwmuur sluit direct aan op de scheidingswand. Daardoor veroorzaakt de gevel flankerende geluidoverdracht. De oppervlakte van de spouwmuur is 5 m$^2$. Een gemetselde spouwmuur werkt voor de flankerende geluidoverdracht echter niet als een geheel. We brengen daarom een wand in rekening met een massa die gelijk is aan de massa van het binnenblad en de helft van de massa van het buitenblad. De geluidisolatie van de gemodelleerde spouwwand bedraagt dan:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R: | 36 | 40 | 44 | 53 | 61 | [dB] |

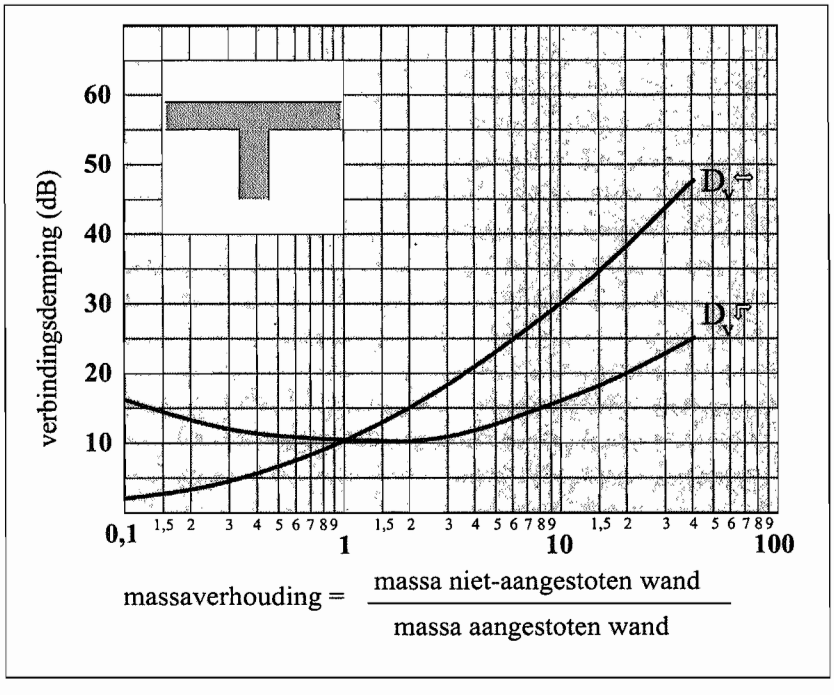
**Verbindingsdemping aansluiting wanden en vloeren**

De verbindingsdemping kunnen we bepalen aan de hand van de massaverhoudingen van de verschillende wanden en vloeren.
De massa's van de verschillende wanden en vloeren zijn:

- scheidingswand: 460 kg/m$^2$;
- vloer: 471 kg/m$^2$;
- plafond: 471 kg/m$^2$;
- binnenwand: 67 kg/m$^2$;
- gevel: 320 kg/m$^2$.




*Afbeelding 5.11: Verbindingsdemping kruisverbinding*




*Afbeelding 5.12: Verbindingsdemping T-verbinding*

De volgende verbindingen moeten in de grafieken van afbeelding 5.11 en 5.12 worden opgezocht:

| | $m_{na}/m_a$ | $D_v$ |
|---|---|---|
| • VLOER: Kruisverbinding | | |
| scheidingswand-vloer | 1,0 | 14 |
| vloer-scheidingswand | 1,0 | 14 |
| vloer-vloer | 1,0 | 14 |
| • PLAFOND: Kruisverbinding | | |
| scheidingswand-plafond | 1,0 | 14 |
| plafond-scheidingswand | 1,0 | 14 |
| plafond-plafond | 1,0 | 14 |
| • BINNENWAND: Kruisverbinding | | |
| scheidingswand-binnenwand | 0,1 | 18 |
| binnenwand-scheidingswand | 6,9 | 18 |
| binnenwand-binnenwand | 6,9 | 32 |
| • GEVEL: T-verbinding | | |
| scheidingswand-gevel | 0,7 | 11 |
| gevel-scheidingswand | 1,4 | 11 |
| gevel-gevel | 1,4 | 13 |

$m_{na}$ = massa niet-aangestoten constructie
$m_n$ = massa aangestoten constructie

**Invullen formules**
Nu kunnen we de formules van 5.1 invullen.

Voor de directe geluidweg:

Scheidingswand:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_{sch}$ : | 38 | 45 | 54 | 62 | 69 | [dB] |

Voor de twaalf flankerende geluidwegen:

$$R_{ij} = 0{,}5\,R_i + 0{,}5\,R_j + D_{v,ij} + 10\,\lg\{\frac{S}{\sqrt{(S_i\,S_j)}}\}[dB]$$

- Vloer-Scheidingswand:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 $R_{sch}$ | 19,0 | 22,5 | 27,0 | 31,0 | 34,5 | [dB] |
| 0,5 $R_{vl}$ | 20,5 | 23,0 | 27,5 | 31,5 | 35,0 | [dB] |
| $D_{v,i;j}$ | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | [dB] |
| cor $(S_i.S_j)$ | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | [dB] |
| $R_{vloer\text{-}sch}$ | 53,1 | 59,1 | 68,1 | 76,1 | 83,1 | [dB] |

- Plafond-Scheidingswand:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 $R_{sch}$ | 19,0 | 22,5 | 27,0 | 31,0 | 34,5 | [dB] |
| 0,5 $R_{pl}$ | 20,5 | 23,0 | 27,5 | 31,5 | 35,0 | [dB] |
| $D_{v,i;j}$ | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | [dB] |
| cor $(S_i.S_j)$ | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | [dB] |
| $R_{plaf\text{-}sch}$ | 53,1 | 59,1 | 68,1 | 76,1 | 83,1 | [dB] |

- Binnenwand-Scheidingswand:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 $R_{sch}$ | 19,0 | 22,5 | 27,0 | 31,0 | 34,5 | [dB] |
| 0,5 $R_{bin}$ | 14,5 | 14,5 | 13,0 | 16,0 | 20,5 | [dB] |
| $D_{v,i;j}$ | 18,0 | 18,0 | 18,0 | 18,0 | 18,0 | [dB] |
| cor $(S_i.S_{j)}$ | +0,6 | +0,6 | +0,6 | +0,6 | +0,6 | [dB] |
| $R_{binnen\text{-}sch}$ | 52,1 | 55,6 | 58,6 | 65,6 | 73,6 | [dB] |

- Gevel-Scheidingswand:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 $R_{sch}$ | 19,0 | 22,5 | 27,0 | 31,0 | 34,5 | [dB] |
| 0,5 $R_{gev}$ | 18,0 | 20,0 | 22,0 | 26,5 | 30,5 | [dB] |
| $D_{v,i;j}$ | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | [dB] |
| cor $(S_i.S_j)$ | +1,5 | +1,5 | +1,5 | +1,5 | +1,5 | [dB] |
| $R_{gevel\text{-}sch}$ | 49,5 | 55,0 | 61,5 | 70,0 | 77,5 | [dB] |

- Scheidingswand-Vloer:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 $R_{sch}$ | 19,0 | 22,5 | 27,0 | 31,0 | 34,5 | [dB] |
| 0,5 $R_{vl}$ | 20,5 | 23,0 | 27,5 | 31,5 | 35,0 | [dB] |
| $D_{v,i;j}$ | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | [dB] |
| cor $(S_i.S_j)$ | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | [dB] |
| $R_{sch\text{-}vloer}$ | 53,1 | 59,1 | 68,1 | 76,1 | 83,1 | [dB] |

- Scheidingswand-Plafond:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 $R_{sch}$ | 19,0 | 22,5 | 27,0 | 31,0 | 34,5 | [dB] |
| 0,5 $R_{pl}$ | 20,5 | 23,0 | 27,5 | 31,5 | 35,0 | [dB] |
| $D_{v,i;j}$ | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | [dB] |
| cor $(S_i.S_j)$ | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | [dB] |
| $R_{sch\text{-}plaf}$ | 53,1 | 59,1 | 68,1 | 76,1 | 83,1 | [dB] |

- Scheidingswand-Binnenwand:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 $R_{sch}$ | 19,0 | 22,5 | 27,0 | 31,0 | 34,5 | [dB] |
| 0,5 $R_{bin}$ | 14,5 | 14,5 | 13,0 | 16,0 | 20,5 | [dB] |
| $D_{v,i;j}$ | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | [dB] |
| cor $(S_i.S_j)$ | +0,6 | +0,6 | +0,6 | +0,6 | +0,6 | [dB] |
| $R_{sch\text{-}binnenw}$ | 48,1 | 51,6 | 54,6 | 61,6 | 69,6 | [dB] |

- Scheidingswand-Gevel:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 $R_{sch}$ | 19,0 | 22,5 | 27,0 | 31,0 | 34,5 | [dB] |
| 0,5 $R_{gev}$ | 18,0 | 20,0 | 22,0 | 26,5 | 30,5 | [dB] |
| $D_{v,i;j}$ | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 110 | [dB] |
| cor $(S_i.S_j)$ | +1,5 | +1,5 | +1,5 | +1,5 | +1,5 | [dB] |
| $R_{sch\text{-}gevel}$ | 49,5 | 55,0 | 61,5 | 70,0 | 77,5 | [dB] |

- Vloer-Vloer:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_{vl}$ | 41,0 | 46,0 | 55,0 | 63,0 | 70,0 | [dB] |
| $D_{v,i;j}$ | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | [dB] |
| cor $(S_i.S_j)$ | -0,8 | -0,8 | -0,8 | -0,8 | -0,8 | [dB] |
| $R_{vloer\text{-}vloer}$ | 54,2 | 59,2 | 68,2 | 76,2 | 83,2 | [dB] |

- Plafond-Plafond:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_{pl}$ | 41,0 | 46,0 | 55,0 | 63,0 | 70,0 | [dB] |
| $D_{v,i;j}$ | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | [dB] |
| cor $(S_i.S_j)$ | -0,8 | -0,8 | -0,8 | -0,8 | -0,8 | [dB] |
| $R_{plaf\text{-}plaf}$ | 54,2 | 59,2 | 68,2 | 76,2 | 83,2 | [dB] |

- Binnenwand-Binnenwand:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_{bin.w}$ | 29,0 | 29,0 | 26,0 | 32,0 | 41,0 | [dB] |
| $D_{v,i;j}$ | 32,0 | 32,0 | 32,0 | 32,0 | 32,0 | [dB] |
| cor $(S_i.S_j)$ | +1,2 | +1,2 | +1,2 | +1,2 | +1,2 | [dB] |
| $R_{bin.w\text{-}bin.w}$ | 62,2 | 62,2 | 59,2 | 65,2 | 74,2 | [dB] |

- Gevel-Gevel:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_{gev}$ | 36,0 | 40,0 | 44,0 | 53,0 | 61,0 | [dB] |
| $D_{v,i;j}$ | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 | [dB] |
| cor $(S_i.S_j)$ | +3,0 | +3,0 | +3,0 | +3,0 | +3,0 | [dB] |
| $R_{gevel\text{-}gevel}$ | 52,0 | 56,0 | 60,0 | 69,0 | 77,0 | [dB] |

# 5 Rekenregels en praktijkrichtlijnen

Geluidwering tussen de slaapkamers:

| frequentie: | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_{scheiding}$ | 38 | 45 | 54 | 62 | 69 | [dB] |
| $R_{vloer\text{-}sch}$ | 53,1 | 59,1 | 68,1 | 76,1 | 83,1 | [dB] |
| $R_{plaf\text{-}sch}$ | 53,1 | 59,1 | 68,1 | 76,1 | 83,1 | [dB] |
| $R_{binnen\text{-}sch}$ | 52,1 | 55,6 | 58,6 | 65,6 | 73,6 | [dB] |
| $R_{gevel\text{-}sch}$ | 49,5 | 55,0 | 61,5 | 70,0 | 77,5 | [dB] |
| $R_{sch\text{-}vloer}$ | 53,1 | 59,1 | 68,1 | 76,1 | 83,1 | [dB] |
| $R_{sch\text{-}plafond}$ | 53,1 | 59,1 | 68,1 | 76,1 | 83,1 | [dB] |
| $R_{sch\text{-}binnenw}$ | 48,1 | 51,6 | 54,6 | 61,6 | 69,6 | [dB] |
| $R_{sch\text{-}gevel}$ | 49,5 | 55,0 | 61,5 | 70,0 | 77,5 | [dB] |
| $R_{vloer\text{-}vloer}$ | 54,2 | 59,2 | 68,2 | 76,2 | 83,2 | [dB] |
| $R_{plafond\text{-}pla}$ | 54,2 | 59,2 | 68,2 | 76,2 | 83,2 | [dB] |
| $R_{bin.w\text{-}bin.w}$ | 62,2 | 62,2 | 59,2 | 65,2 | 74,2 | [dB] |
| $R_{gevel\text{-}gevel}$ | 52,0 | 56,0 | 60,0 | 69,0 | 77,0 | [dB] |
| $R_{totaal}$ | 36,4 | 42,4 | 48,7 | 56,2 | 63,9 | [dB] |

$$D_{nT} = R_{totaal} + 10 \lg \{\frac{V}{3\,S}\} \quad [dB]$$

$V = 30\ m^3$, $S = 10\ m^2$

$$10 \lg \{\frac{V}{3S}\} = 10 \lg 1 = 0$$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $D_{nT}$ | 36,4 | 42,4 | 48,7 | 56,2 | 63,9 | [dB] |
| normwaarden | 34,0 | 43,0 | 50,0 | 53,0 | 54,0 | [dB] |
| | +2,4 | -0,6 | -1,3 | +3,2 | +9,9 | [dB] |

$I_{lu} = +1,05$ [dB]

$$I_{lu;k} = I_{lu} - 10 \lg\{\frac{V}{6\,T_o\,S_u}\} - 1 \quad [dB]$$

$$I_{lu;k} = 1,05 - 10 \lg \{\frac{30}{6 \cdot 0.5 \cdot 10}\} - 1 \quad [dB]$$

$I_{lu;k} = +0$ [dB]

Dit is een vereenvoudigde berekeningsmethode. De resultaten geven een indicatie van de geluidwering tussen de twee ruimten. Uit de berekeningsresultaten voor de diverse overdrachtswegen ($R_{sch}$, $R_{i;j}$) blijkt dat de directe weg ($R_{sch}$) bepalend is voor de geluidwering tussen de twee ruimten.

*vereenvoudigde berekeningsmethode*

## 5.2 BEREKENING VAN DE GELUIDWERING VAN DE UITWENDIGE SCHEIDINGSCONSTRUCTIE

De methode voor het berekenen van de geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie is beschreven in de brochure 'Herziening rekenmethode geluidwering gevels' (VROM/DOK). Gevel staat voor uitwendige scheidingsconstructie conform het Bouwbesluit.

*herziening rekenmethode geluidwering gevels*

De geluidwering van de gevel en van het dak hangt af van:
- de geluidisolatie van de constructiedelen van gevel en dak: muur, raam, deur, dakelement in de formule: $R_{A;j}$;
- de afdichting van naden en kieren bij op elkaar aansluitende constructiedelen: kozijn-raam, kozijn-deur, kozijn-muur, roostermuur in de formule: K;
- de geluidisolatie van de ventilatievoorzieningen: rooster, suskast in de formule: $R_{A;j}$;
- de structuur van de gevel: balkon, erker in de formule $C_g$;
- de verhouding volume - geveloppervlakte in de formule: V/S.

De basisformules voor de berekening van de geluidwering van de gevel zijn:

$$G_A = R_A + 10 \lg \{\frac{V}{6 T_o S_u}\} - 3 + C_g \qquad [dB(A)]$$

waarin

$G_A$ = de geluidwering van de gevel [dB(A)];
$R_A$ = de geluidisolatie van de gevel [dB(A)];
$V$ = het volume van de geluidgevoelige ruimte [$m^3$];
$T_o$ = referentienagalmtijd; 0,5 s voor ruimten in woningen;

$S_u$ = de oppervlakte van de uitwendige scheidings-constructie [$m^2$]
$C_g$ = gevelstructuur-correctieterm [dB].

$$R_A = -10 \lg[ \Sigma\{\frac{S_j}{S_u} 10^{-RA;j/10}\} + K] \qquad [dB(A)]$$

waarin
$R_A$ = de geluidisolatie van de gevel [dB(A)];
$S_j$ = de geveloppervlakte van element (j) [$m^2$];
$S_u$ = de oppervlakte van de uitwendige scheidingsconstructie [$m^2$]
$R_{A;j}$ = de geluidisolatie van gevelelement (j) [dB(A)]
K = de kierterm

### 5.2.1 De A-gewogen geluidisolatie van geveldelen

De geluidisolatiewaarden van de afzonderlijke geveldelen bepalen de geluidisolatie van de gehele gevel.

Omdat er in veel situaties sprake is van specifieke geluidbronnen, is een aantal standaardspectra gedefinieerd.
Deze spectra gelden voor geluid veroorzaakt door wegverkeer, treinverkeer en vliegverkeer in een voor Nederland gebruikelijke samenstelling.

| Frequentie | | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | [Hz] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| i | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| $C_j$ | Wegverkeer + overig buiten-geluid | -14 | -10 | -6 | -5 | -7 | [dB] |
| $C_i$ | Railverkeer | -27 | -17 | -9 | -4 | -4 | [dB] |
| $C_l$ | Luchtverkeer | -21 | -11 | -7 | -4,5 | -6 | [dB] |

*Tabel 5.1: Correctieterm $C_i$ voor de A-gewogen standaardspectra*

Uitgaande van de standaardspectra is voor een groot aantal constructiedelen de geluidisolatie in dB(A) bepaald.

*standaardspectra*

### 5.2.2 De afdichting van naden en kieren

Bij de aansluiting van bouwdelen kunnen naden en kieren ontstaan.

De invloed van de kieren op de geluidisolatie kan worden ingeschat met behulp van de kierterm.
De kierterm is een maat voor de vermindering van de geluid-isolatie. De term wordt bepaald door de lengte van de kier in de gevel gekoppeld aan het oppervlak van de gevel en de manier waarop de kier is afgedicht.

*kierterm*

In de rekenregels is de kierterm (nog) niet afhankelijk van de frequentie van het geluid.
De lengte van de kier hoeft niet te worden opgegeven omdat deze wordt gerelateerd aan de oppervlakte van de gevel.
Naar de wijze waarop een kier is afgedicht, wordt in de berekeningsmethode een aantal klassen onderscheiden. In tabel 5.2 worden deze klassen genoemd met daarbij een rekenwaarde voor de geluidisolatie van de kier in de gevel.

# 5 Rekenregels en praktijkrichtlijnen

| Situatie | kierterm | $R_{A,kier}$ |
|---|---|---|
| Bestaande woningen | K | dB(A) |
| • zonder voorzieningen | $3.10^{-3}$ | 25 |
| • met enkele kierdichting | $1.10^{-3}$ | 30 |
| • met dubbele kierdichting en verbeterde naad-dichting | $3.10^{-4}$ | 35 |
| • met speciale dubbele kierdichting en: | | |
| - blijvende naaddichting | | |
| - 2 of 3 knevelsluiting | | |
| - op de hoeken gelaste tochtprofielen | | |
| - suskastaansluitingen goed afgedicht | $3.10^{-5}$ | 45 |
| Nieuwbouw woningen | | |
| • met enkele kierdichting goede naaddichting | $3.10^{-4}$ | 35 |
| • met dubbele kierdichting goede naaddichting | $1.10^{-4}$ | 40 |
| • met speciale dubbele kierdichting en: | | |
| - blijvende naaddichting | | |
| - 2 of 3 knevelsluiting | | |
| - op de hoeken gelaste tochtprofielen | | |
| - suskastaansluitingen goed afgedicht | $1.10^{-5}$ | 50 |

*Tabel 5.2: Kiertermwaarden voor verschillende soorten kierdichting*

### 5.2.3 De geluidisolatie van ventilatievoorzieningen

*ventilatievoorzieningen*

Ventilatievoorzieningen vormen een open verbinding tussen binnen en buiten.
De ventilatie via de gevel kan plaatsvinden door:
- een klapraam;
- een ventilatierooster;
- een geluidgedempt ventilatierooster.

De voorzieningen moeten er voor zorgen dat de luchttoevoer aan de ventilatie-eisen voldoet.
De ventilatie-eisen voor woningen bepaald overeenkomstig NEN 1087 'Ventilatie Woongebouwen' zijn vermeld in tabel 5.3.

| | |
|---|---|
| Verblijfsgebied: | volumestroom: 0,0009 $m^3/s$ per $m^2$<br>met minimum van 0,007 $m^3/s$<br>met maximum van 0,028 $m^3/s$ |
| Verblijfsgebied met kooktoestel: | volumestroom: 0.0009 $m^3/s$ per $m^2$<br>met minimum van 0,021 $m^3/s$ |
| Verblijfsruimte: | volumestroom minimaal: 0,007 $m^3/s$ |
| Verblijfsruimte met kooktoestel: | volumestroom minimaal: 0,021 $m^3/s$ |
| Toiletruimte : | volumestroom minimaal: 0,007 $m^3/s$ |
| Badruimte: | volumestroom minimaal: 0,014 $m^3/s$ |

*Tabel 5.3: Ventilatie-eisen voor ruimten in woningen*

### 5.2.4 De structuur van de gevel

De structuur van de gevel is in verband met de wijze waarop het geluid invalt van invloed op de geluidwering.

*gevelstructuren*

De volgende gevelstructuren worden onderscheiden:
- de vlakke gevel;
- de vlakke gevel met overstek;
- de gevel met galerij (doorlopend over hele gevel);
- de gevel met balkon (onderbroken delen met verticale vlakken);
- de terrasgevel (elke verdieping springt terug ten opzichte van onderliggende verdieping).

Als er boven een gevel een balkon, galerij of overstek aanwezig is, dan ontstaan extra geluidreflecties op de gevel. Dit is nadelig voor de geluidwering. De sterkte van de reflecties op de gevel hangt af van de absorptie van het vlak.

De positie van de gevel ten opzichte van de geluidbron is van belang in verband met de afscherming van het geluid.
Immers, hoe hoger de gevel hoe groter het afschermingseffect van een balkon of galerij.

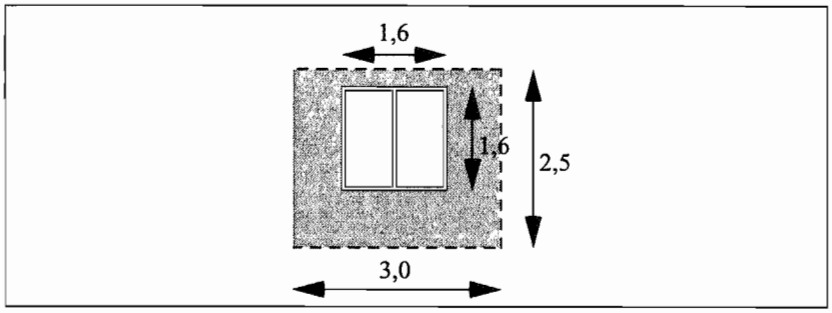
In tabel 5.4 wordt de correctie voor de gevelstructuur voor een aantal situaties gegeven. De correctie is gegeven voor de situatie waarbij het trefpunt vanaf de bron op de gevel ligt tussen de 1,5 en 2,5 m boven vloerniveau.

| | Afwerking plafond Cg hard | Cg absorberend |
|---|---|---|
| • vlakke gevel | 0 | 0 |
| • overstek > 1 m | 0 | 0 |
| • galerij | | |
| borstwering open | -1 | 2 |
| borstwering dicht | 0 | 3 |
| • inspringend balkon | | |
| borstwering open | -1 | 3 |
| borstwering dicht | 0 | 4 |
| • terrasgevel | | |
| borstwering open | 3 | 5 |
| borstwering dicht | 5 | 7 |

*Tabel 5.4: Gevelstructuur correctie Cg in dB*

## 5.2.5 Voorbeeldberekening geluidwering gevel

Ter nadere illustratie van de rekenmethode is de geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie van de slaapkamer uit paragraaf 5.1.4 berekend.
De gevelindeling is aangegeven in afbeelding 5.13.




*Afbeelding 5.13: Gevelindeling slaapkamer*

De volgende gegevens zijn bij de berekening gebruikt:

- de gevel wordt belast met wegverkeerslawaai;
- het volume van de slaapkamer bedraagt 30 $m^3$;
- de oppervlakte van de gevel is 7,5 $m^2$;
- de gevel is opgebouwd uit:
  - een gemetselde spouwmuur (400 $kg/m^2$):
    - oppervlak 5 $m^2$;
    - $R_{A;j}$ = 51 dB(A);
  - een raam bezet met 4-6-4 mm glas:
    - oppervlak 2,5 $m^2$;
    - $R_{A;j}$ = 26 dB(A);
  - een ventilatierooster:
    - netto doorlaat van 0,012 $m^2$;
    - $R_{A;j}$ = -3 dB(A).
- het betreft een nieuwbouwwoning met een dubbele kierdichting: $K = 10^{-4}$;
- de gevel is vlak, de gevelstructuurcorrectie is dan 0 dB: $C_g$ = 0 dB.

# 5 Rekenregels en praktijkrichtlijnen

**Invullen formule**

Op de eerste plaats berekenen we $R_A$:

$$R_A = -10 \lg[ \Sigma \{\frac{S_j}{S_u} 10^{-R_{A;j}/10}\} + K] \quad [dB(A)]$$

| | spouwmuur | glas | ventilatie | |
|---|---|---|---|---|
| $R_{A;j}$ | 51 | 26 | -3 | dB(A) |
| $(\frac{S_j}{S_u})$ | 0,7 | 0,3 | 0,0016 | |

$K = 10^{-4}$

$R_A = -10 \lg [(0{,}7.10^{-5{,}1}+0{,}3.10^{-2{,}6}+0{,}0016.10^{0{,}3})+10^{-4}]$
$= -10 \lg [4{,}1.10^{-3}]$
$= 23{,}9$ dB(A)

Vervolgens bereken we $G_A$:

$$G_A = R_A + 10 \lg \{\frac{V}{6 T_o S_u}\} - 3 + C_g \quad [dB(A)]$$

$V = 30$ m³;
$S_u = 7{,}5$ m²;
$T_o = 0{,}5$ s;
$C_g = 0$ dB.

$$G_A = 23{,}9 + 10 \lg \{\frac{30}{6 \cdot 0.5 \cdot 7.5}\} - 3 + 0$$

$= 23{,}9 + 1{,}2 - 3 + 0$
$= 22{,}1$ dB(A)

Uit GA wordt $G_{A;k}$ berekend:

$$G_{A;k} = G_A - 10 \lg \{\frac{V}{6 T_o S_u}\} \quad [dB(A)]$$

$= 22{,}1 - 1{,}25$
$= 20{,}8 = 21$ dB(A)

## 5.3 NEDERLANDSE PRAKTIJKRICHTLIJNEN

*praktijkrichtlijnen*

De praktijkrichtlijnen geluidwering in woongebouwen geven voorbeelden van realiseerbare oplossingen waarmee aan de eisen uit de NEN-norm wordt voldaan.Wanneer het Bouwbesluit verwijst naar een NEN-norm en gebruik wordt gemaakt van de op die norm betrekking hebbende NPR mag aangenomen worden dat voldaan wordt aan de desbetreffende prestatie-eis van het Bouwbesluit.

De NPR's die een uitwerking zijn van de NEN 1070: Geluidwering in woongebouwen, zijn:

- NPR 5070 Voorbeelden van wand- en vloerconstructies, afgestemd op NEN 1070 [5.3.1];
- NPR 5071 Beperking van galm en lawaai door slaande deuren e.d. [5.3.2];
- NPR 5072 Luchtafvoersystemen [5.3.3];
- NPR 5073 Liftinstallaties [5.3.4];
- NPR 5074 Centrale-verwarmingsinstallaties met radiatoren of convectoren [5.3.5];
- NPR 5075 Sanitaire toestellen en installaties voor de aan- en afvoer van water [5.3.6];
- NPR 5076 Geluidwering in woongebouwen, geluidwering in houtskeletbouw [5.3.7];
- NPR 5078 Geluidwering in woongebouwen, geluidwering van lichte woningscheidende wanden [5.3.8].

### 5.3.1 NPR 5070; wand- en vloerconstructies

De NPR 5070 geeft voorbeelden van gangbare constructies met aansluitingen waarmee aan de in de norm NEN 1070 gestelde eisen kan worden voldaan.

De bepalende factoren voor het bereiken van voldoende geluidisolatie zijn:
- de scheidingsconstructie;
- de aansluitende constructie;
- de verbinding van de aansluitende constructie aan de scheidingsconstructie (aansluitdetail);
- de verhouding van het volume van het ontvangvertrek ten opzichte van de oppervlakte van de scheidingsconstructie.

# 5 Rekenregels en praktijkrichtlijnen

Met een aantal factoren die de kwaliteit van de geluidisolatie bepalen, is beperkt rekening gehouden.

- De afmetingen van de scheidingsconstructie en de aansluitende constructies.
  Hierbij is uitgegaan van min of meer gebruikelijke afmetingen in de woningbouw.
- De ligging van de ruimten.
  Een gunstige ligging van de ruimten kan de geluidwering positief beïnvloeden. Op de ontwerptechnische aanwijzingen voor de onderlinge ligging van ruimten wordt niet ingegaan.
- Een goede uitvoering.
  Door fouten in de uitvoering kan de geluidwering sterk verslechteren.

De toepassing van de NPR is uitsluitend bedoeld voor woningen en woongebouwen.

**Constructiedelen**

Van de verschillende constructie-onderdelen wordt aangegeven of deze in combinatie met elkaar toegepast kunnen worden.

*woningscheidende wand-constructies*

Als woningscheidende wandconstructies worden de volgende hoofdgroepen onderscheiden.

- Enkelvoudige wand van beton of steen met een massa per oppervlakte van 500 tot 600 kg/m$^2$.
- Enkelvoudige wand van beton of steen met een massa per oppervlakte van tenminste 600 kg/m$^2$.
- Spouwwand van beton of steen met verdiepte fundering of in de spouw onderbroken vloeren (2 x 200 kg/m$^2$).
- Spouwwand van beton of steen met in de spouw doorlopende vloeren (2 x 350 kg/m$^2$).

*woningscheidende vloerconstructies*

Als woningscheidende vloerconstructies worden de volgende vloeren onderscheiden.

- Enkelvoudige vloer van beton of steen met een massa per oppervlakte van 450 tot 500 kg/m$^2$.
- Enkelvoudige vloer van beton of steen met een massa per oppervlakte van tenminste 500 kg/m$^2$.

*aansluitende constructies*

De aansluitende constructies zijn :
- gevels, G (G1-G12);
- wanden, W (W1-W14);
- daken, D (D1-D12);
- vloeren, V (V1-V8).

In de NPR 5070 staat in een matrix aangegeven welke constructie-combinaties mogelijk zijn om aan de eisen te voldoen.

### 5.3.2 NPR 5071; beperking van galm

*galm*

DE NPR 5071 geeft voorbeelden van maatregelen tegen galm, lawaai door slaande deuren en dergelijke in gemeenschappelijke ruimten, afgestemd op de NEN 1070.

Deze richtlijn geeft:
- algemene aanbevelingen voor de uitvoering van gemeenschappelijke ruimten;
- absorptiecoëfficiënten van materialen die in gemeenschappelijke ruimten toepasbaar zijn;
- aanbevelingen voor de bekleding van gemeenschappelijke trappehuizen;
- aanbevelingen voor de bekleding van gemeenschappelijke gangen, besloten gemeenschappelijke galerijen en hallen;
- een voorbeeld van de berekening van de geluidabsorptie in een ruimte;
- aanbevelingen voor het beperken van het lawaai door slaande deuren;
- aanbevelingen voor de beperking van geluid- en trillinghinder van metalen balustraden;
- aanbevelingen voor de beperking van hinder door geluid afkomstig uit niet besloten ruimten zoals galerijen en noodtrappen.

### 5.3.3 NPR 5072; luchtafvoersystemen

De NPR 5072 handelt over de akoestische aspecten van lucht-afvoersystemen.

# 5 Rekenregels en praktijkrichtlijnen

*luchtafvoerinstallaties*

Deze richtlijn geeft bouwkundige en technische omschrijvingen van natuurlijke en mechanische luchtafvoerinstallaties in woongebouwen.
Verder behandelt deze richtlijn de geluidoverdracht via een kanalensysteem tussen ruimten.

De geluidniveaus in een ruimte als gevolg van de luchtafvoer-installatie worden bepaald door de volgende factoren:
- de plaats en de uitvoering van ventilator en kanalensysteem ten opzichte van de te beschermen ruimte;
- de bouwkundige constructie tussen de installatie en de te beschermen ruimte;
- de geluidproduktie van de ventilator en het stromingsgeluid bij de afvoeropeningen;
- de keuze en samenstelling van de installatie-onderdelen.

In de praktijkrichtlijn worden voorbeelden gegeven van bouwkundige oplossingen voor (algemeen) gebruikelijke luchtafvoersystemen. Met de oplossingen kan worden voldaan aan de gestelde eisen.

Bij een ontwerp van een installatie moet worden vastgesteld welke factoren van invloed zijn op de akoestische kwaliteit van de installatie.

**Categorieën**
In de NPR worden voor de verschillende systemen categorieën onderscheiden.

Categorie A: Mechanisch luchtafvoersysteem voor boven elkaar gelegen woningen in een woongebouw.

Categorie B: Mechanisch luchtafvoersysteem in een woning voor ruimten binnen die woning.

Categorie C: Natuurlijk luchtafvoersysteem voor boven elkaar gelegen woningen in een woongebouw.

Per categorie worden aanwijzingen gegeven om aan de eisen te kunnen voldoen.
- De bouwkundige uitvoering: geluidisolatie-eisen (of minimale massa) aan de constructie tussen de kanaalschacht en de woningen en geluidisolatie-eisen (of minimale massa) aan de constructie tussen nevenkanalen en verblijfsruimten.
- De installatietechnische uitvoering: eisen aan de afvoeropening, het kanalensysteem, de ventilator en het kanaal aan de perszijde.

### 5.3.4 NPR 5073; liftinstallaties

De NPR 5073 handelt over de akoestische aspecten van liftinstallaties.

Deze richtlijn geeft omschrijvingen van de bouwkundige en installatietechnische uitvoering van liftinstallaties voor personenvervoer in woongebouwen.

De geluidniveaus die in een ruimte optreden als gevolg van de liftinstallatie worden bepaald door de volgende factoren:
- de plaats van de liftmachine ten opzichte van de te beschermen ruimte;
- de bouwkundige constructie tussen de installatie en de te beschermen ruimte;
- de geluidproduktie van de liftmachine;
- de keuze en samenstelling van de installatie-onderdelen.

In de praktijkrichtlijn worden voorbeelden gegeven van de bouwkundige oplossingen voor (algemeen) gebruikelijke liftinstallaties. De oplossingen voldoen aan de gestelde eisen.

**Categorieën**

De NPR 5073 onderscheidt de volgende categorieën liftinstallaties *liftmachine*

Categorie A: Installatie met de liftmachine boven de schacht. De schacht direct grenzend aan verblijfsgebieden. Machinekamer is niet grenzend aan verblijfsgebieden.

Categorie B: Installatie met de liftmachine boven de schacht. De machinekamer en de schacht op de drie hoogste bouwlagen grenzen niet aan verblijfsgebieden.

Categorie C: Installatie met de liftmachine boven of naast de schacht. De machinekamer en de schacht tot op de fundatie bouwkundig zijn gescheiden van het woongebouw.

Per categorie worden aanwijzingen gegeven om aan de eisen te kunnen voldoen.
- De bouwkundige uitvoering: geluidisolatie-eisen (minimale massa) aan de wanden en vloeren van de machinekamer, aan de toegangsdeuren en inspectieluiken van de machinekamer, aan de scheiding tussen ruimten die grenzen aan de machinekamer en verblijfsgebieden.
- De installatietechnische uitvoering: eisen aan de machine-opstelling, de besturingsapparatuur, de liftschacht, de liftkooi en de liftdeur.

### 5.3.5 NPR 5074; verwarmingsinstallaties

*verwarmingsinstallaties*

De NPR 5074 handelt over de akoestische aspecten van centrale verwarmingsinstallaties met radiatoren of convectoren.

Deze richtlijn geeft omschrijvingen van de bouwkundige en installatietechnische uitvoering bij centrale verwarmingsinstallaties in woongebouwen.

De geluidniveaus die in een ruimte optreden als gevolg van de cv-installatie worden bepaald door de volgende factoren:
- de plaats en de uitvoering van de installatie ten opzichte van de te beschermen ruimte;
- de bouwkundige constructie tussen de installatie en de te beschermen ruimte;
- de geluidproduktie van de stookinstallatie;
- de keuze en samenstelling van de installatie-onderdelen.

In de praktijkrichtlijn worden voorbeelden gegeven van (algemeen) gebruikelijke cv-installaties.

**Categorieën**
In de NPR 5074 worden voor de verschillende systemen categorieën onderscheiden.

Categorie A: Collectieve cv-installatie met de stookruimte onder in het woongebouw: stookruimte grenst aan meerdere zijden aan verblijfsgebieden.

Categorie B: Collectieve cv-installatie met de stookruimte onderin het woongebouw: stookruimte grenst alleen via het plafond aan verblijfsgebieden.

Categorie C: Collectieve cv-installatie met de stookruimte bovenop het woongebouw, direct onder verblijfsgebieden.

Categorie D: Collectieve cv-installatie met de stookruimte bovenop het woongebouw; geen verblijfsruimten direct eronder.

Categorie E: Collectieve cv-installatie met de stookruimte buiten het woongebouw.

Categorie a: Individuele cv-installatie binnen een woning.

Per categorie worden aanwijzingen gegeven om aan de eisen te kunnen voldoen.

- De bouwkundige uitvoering: geluidisolatie-eisen (minimale massa) aan woningscheidende constructies, de overige wanden, de vloer van de stookruimte en de constructie van het rookgasafvoerkanaal.
- De installatietechnische uitvoering: eisen aan de ketelopstelling, de rookgasafvoer, de lucht toe- en afvoeropeningen, de circulatiepomp, het leidingsysteem, de verwarmingselementen.

### 5.3.6 NPR 5075; sanitaire installaties

*sanitaire installaties*

NPR 5075 handelt over de akoestische aspecten van sanitaire toestellen en installaties voor aan- en afvoer van water.

Deze richtlijn geeft omschrijvingen van de bouwkundige en installatietechnische uitvoering bij sanitaire toestellen en installaties voor de aan- en afvoer van water in woongebouwen.

# 5 Rekenregels en praktijkrichtlijnen

De geluidniveaus die in een ruimte optreden als gevolg van de sanitaire installaties worden bepaald door de volgende factoren:
- de plaats en de uitvoering van de installatie ten opzichte van de te beschermen ruimte;
- de bouwkundige constructie tussen de installatie en de te beschermen ruimte;
- de geluidproduktie van de sanitaire installaties;
- de keuze en samenstelling van de installatie-onderdelen.

In de praktijkrichtlijn worden voorbeelden gegeven van (algemeen) gebruikelijke sanitaire installaties. De voorbeelden voldoen aan de gestelde eisen.

**Categorieën**
In de NPR 5075 worden voor de verschillende systemen categorieën onderscheiden.

Installatie in aangrenzende woning.

Categorie A: Toestel en/of appendage en/of toevoerleiding is direct of indirect gekoppeld aan de woningscheidende wand.
Categorie B: Toestel en/of appendage en/of toevoerleiding is direct noch indirect gekoppeld aan de woningscheidende wand.
Categorie C: Toestel en/of appendage en/of toevoerleiding is direct of indirect gekoppeld aan de woningscheidende vloer.
Categorie D: Toestel en/of appendage en/of toevoerleiding is direct of indirect gekoppeld aan de woningscheidende vloer; onder de installatieruimte bevindt zich geen verblijfsgebied.

Installatie binnen de woning.

Categorie A: Toestel en/of appendage en/of toevoerleiding is direct of indirect gekoppeld aan de scheidingswand met verblijfsruimte.
Categorie B: Toestel en/of appendage en/of toevoerleiding is direct noch indirect gekoppeld aan de woningscheidende wand.

Categorie C: Toestel en/of appendage en/of toevoerleiding is direct of indirect gekoppeld aan de woningscheidende vloer.
Categorie D: Toestel en/of appendage en/of toevoerleiding is direct of indirect gekoppeld aan de woningscheidende vloer; onder de installatieruimte bevindt zich geen verblijfsruimte.

Per categorie worden aanwijzingen gegeven om aan de eisen te kunnen voldoen.
- De bouwkundige uitvoering: de geluidisolatie-eisen (minimale massa) aan de kamerscheidende constructies.
- De installatietechnische uitvoering; de waterdruk, de toevoerleidingen, de appendages, de closetpot, de badkuip of douchebak, de wasbak, het warmwatertoestel, de afvoerleidingen.

*bouwkundige uitvoering*

*installatietechnische uitvoering*

### 5.3.7 NPR 5076; houtskeletbouw

*houtskeletbouw*

De NPR 5076 is een praktijkrichtlijn waarin constructies worden beschreven van wanden en vloeren in houtskeletbouw voor woningen en woongebouwen.
De woningscheidende spouwwanden worden onderverdeeld in:
- woningscheidende spouwwand met open spouwbladen (type a);
- woningscheidende spouwwand met gesloten spouwbladen, h.o.h. afstand stijlen 400 mm (type b1);
- woningscheidende spouwwand met gesloten spouwbladen, h.o.h. afstand stijlen 600 mm (type b2);
- woningscheidende spouwwand met gesloten, doch in akoestisch opzicht open spouwbladen (type c);
- woningscheidende spouwwand met een gesloten en een open spouwblad (type d).

Er worden voorbeelden gegeven van aansluitende constructies bij woningscheidende spouwwanden.

In de richtlijn worden de volgende woningscheidende vloerconstructies onderscheiden:
- woningscheidende vloer met een verend bevestigd plafond tegen de vloerbalken (type e);

- woningscheidende vloer met een verend bevestigd plafond tegen de vrijdragende plafondhangers (type f).

De woningscheidende vloer bestaat in principe uit vloerbalken, die aan de bovenzijde zijn voorzien van een houten vloer. De vloer is eventueel aangevuld met een zwevende vloer of speciale vloerplaten.
Het plafond bestaat uit een dubbele laag gipskartonplaten.

Er worden voorbeelden gegeven van aansluitende constructies bij woningscheidende vloeren.

De kamerscheidende wandconstructies binnen een woning worden onderverdeeld in:
- een wand met een enkele beplating (type h);
- een wand met een dubbele beplating (type i).

Er worden voorbeelden gegeven van aansluitende constructies bij wandconstructies in de woning.

De vloerconstructies binnen de woning worden onderverdeeld in:
- een vloer met een star bevestigd plafond (type j);
- een vloer met een verend bevestigd plafond (type k).

Er worden voorbeelden gegeven van aansluitende constructies bij vloerconstructies binnen de woning.

Tenslotte worden er voorwaarden gegeven waaraan moet worden voldaan bij de uitvoering van de verschillende wand- en vloerconstructies en bij aansluitende constructies.

### 5.3.8 Ontwerp NPR 5086; lichte woningscheidende wanden

De NPR 5086 geeft aanwijzingen voor de uitvoering van een aantal bouwkundige oplossingen voor lichte woningscheidende constructies in bestaande woningen en woongebouwen.

Deze praktijkrichtlijn is vooral van toepassing in die gevallen, waarin de NPR 5070 niet voorziet.

Het gaat dan om woningscheidende wanden met een massa per oppervlakte van minder dan 400 kg/m$^2$.

*lichte woningscheidende wanden*

In de richtlijn worden drie hoofdtypen van woningscheidende wandconstructies onderscheiden:

- type 1 Spouwwanden van gipskartonplaten of andere buigslappe plaatmaterialen. Dit hoofdtype is onderverdeeld naar:
  - 1a Spouwwand met een enkelvoudig stijl- en regelwerk.
  - 1b Spouwwand met een gescheiden stijl- en regelwerk.
- type 2 Spouwwand van sandwich-elementen.
- type 3 Dit hoofdtype is onderverdeeld naar:
  - 3a Spouwwand met een massa van ca.100 kg/m$^2$.
  - 3b Spouwwand met een massa van ca.150 kg/m$^2$.
  - 3c Spouwwand met een massa van ca.200 kg/m$^2$.

Per wandtype wordt de constructieve opbouw van de wand beschreven. Hierbij gaat het dan voornamelijk om de onderdelen die van belang zijn voor de geluidisolatie.

Per wandtype worden principeschetsen gegeven van de wand en de aansluitende constructies (wanden, vloeren, gevels en daken).

# 6

# AANWIJZINGEN VOOR HET BOUWKUNDIG ONTWERPEN

In dit hoofdstuk worden behandeld de algemene aspecten die van invloed zijn op de akoestische kwaliteit van woningen en woongebouwen en die samenhangen met:
- lokatie, paragraaf 6.1;
- woningtype, paragraaf 6.2;
- plattegrond, paragraaf 6.3;
- bouwwijze, paragraaf 6.4;
- materiaalkeuze en toepassing, paragraaf 6.5;
- installaties, paragraaf 6.6.

## 6.1 LOKATIE

*omgevingsgeluidniveau*

De akoestische kwaliteit van een woning kan niet los gezien worden van zijn omgeving en het daarbij behorende geluid. Gebruik en beleving van tuin, terras, serre en balkon hangen bijvoorbeeld ook af van het omgevingsgeluidniveau.

Een te hoge geluidbelasting op een of meer gevels beperkt de indelingsvrijheid van een woningplattegrond. Geluidgevoelige ruimten moeten dan aan de geluidluwe zijde worden geplaatst.

Bij geluidbelastingen van meer dan 55 dB(A) zijn extra geluidwerende voorzieningen aan de gevel en het dak nodig. Bij een geluidbelasting van 65 dB(A) of meer wordt het realiseren van de vereiste geluidwering technisch moeilijker en dus ook kostbaarder.

In een **zeer** stille omgeving is het geluid uit de buurwoning eerder waarneembaar. Dit betekent dat het wenselijk is dat de geluidwering tussen de woningen beter is. Waar normaal volstaan kan worden met het voldoen aan de wettelijke eisen is hier een hogere waarde voor de geluidwering vereist:
- $I_{lu;k} > +5$ à $+10$ dB;
- $I_{co} > +10$ à $+20$ dB.

*streefwaarden*

In de circulaire 'Industrielawaai' zijn streefwaarden gegeven voor bepaalde omgevingen. Zo'n streefwaarde moet gezien worden als een aanvaardbare bovengrens.

Streefwaarden maximaal equivalent geluidniveau in dB(A):

| | dag | avond | nacht |
|---|---|---|---|
| • landelijke omgeving | 40 | 35 | 30 |
| • rustige woonwijk | 45 | 40 | 35 |
| • woonwijk in stad | 50 | 45 | 40 |

Voor inrichtingen (industrie), wegverkeer en railverkeer, die te beschouwen zijn als potentiële hinderveroorzakers, kent de Wet geluidhinder geluidzones. Zo'n geluidzone is een gebied waarin verwacht mag worden dat de geluidbelasting hoger is dan de voorkeursgrenswaarde van $L_{A;eq}$ = 50 dB(A).

*geluidzones*

Ongunstige lokaties voor woningen in verband de geluidbelasting bevinden zich in de geluidzones of de nabijheid van drukke auto- (snel)wegen, spoorwegen, vaarwegen, industrieterreinen en vliegvelden.

In de volgende paragrafen staat de omvang van geluidzones voor nieuw te bouwen woningen.

### 6.1.1 Geluidzone bij wegverkeer

De breedte van de zone bij wegverkeer aan weerszijden van de wegas is afhankelijk van het aantal rijstroken.

| | zonebreedte [m] | |
|---|---|---|
| aantal rijstroken | stedelijk | buitenstedelijk |
| 2* | 200 | 250 |
| 3-4 | 350 | 400 |
| > 5 | 350 | 600 |

* deze zones gelden voor een aantal motorvoertuigen van meer dan 5000 per etmaal.
Voor een aantal voertuigen tussen 2450 en 5000 /etm, zone: 100 m.
Voor een aantal voertuigen minder dan 2450 /etm, zone: 0 m.

### 6.1.2 Geluidzone bij railverkeer

De zonebreedte is gegeven ten opzichte van de buitenste spoorstaaf en geldt voor beide zijden van de spoorbaan. In een uitvoering-voorschrift van de Wet geluidhinder (C 1-21) zijn alle spoorbanen in categorieën ingedeeld.

| categorie | zonebreedte [m] |
|---|---|
| A | 100 |
| B | 200 |
| C | 300 |
| D | 400 |
| E | 500 |
| T | 25 (tunnel/tram) |

### 6.1.3 Geluidzone bij industrieterreinen

De Wet geluidhinder kent zogenaamde A- en B-inrichtingen. Voor de A-inrichtingen geldt dat er altijd sprake is van een geluidzone. Voor B-inrichtingen geldt dat ze geplaatst kunnen zijn op een gezoneerd industrieterrein.

De zonegrens van zo'n industrieterrein geeft het gebied aan waar-buiten de geluidbelasting naar verwachting niet hoger is dan 50 dB(A).
Gegevens over de gezoneerde industrieterreinen zijn bij de lokale overheid voorhanden.

- buiten de 50 dB(A)-contour nauwelijks geluidoverlast.

### 6.1.4 Geluidzone bij vliegvelden

De geluidbelasting ten gevolge van vliegverkeer wordt aangegeven middels de zogenaamde geluidcontouren. Deze geluidcontouren worden berekend aan de hand van gegevens over vliegtuigtypen, aantal en tijdstip van de vliegbewegingen en vliegroutes. Ze worden aangegeven in Kosten-éénheden (genoemd naar Prof. ir. C.W. Kosten).

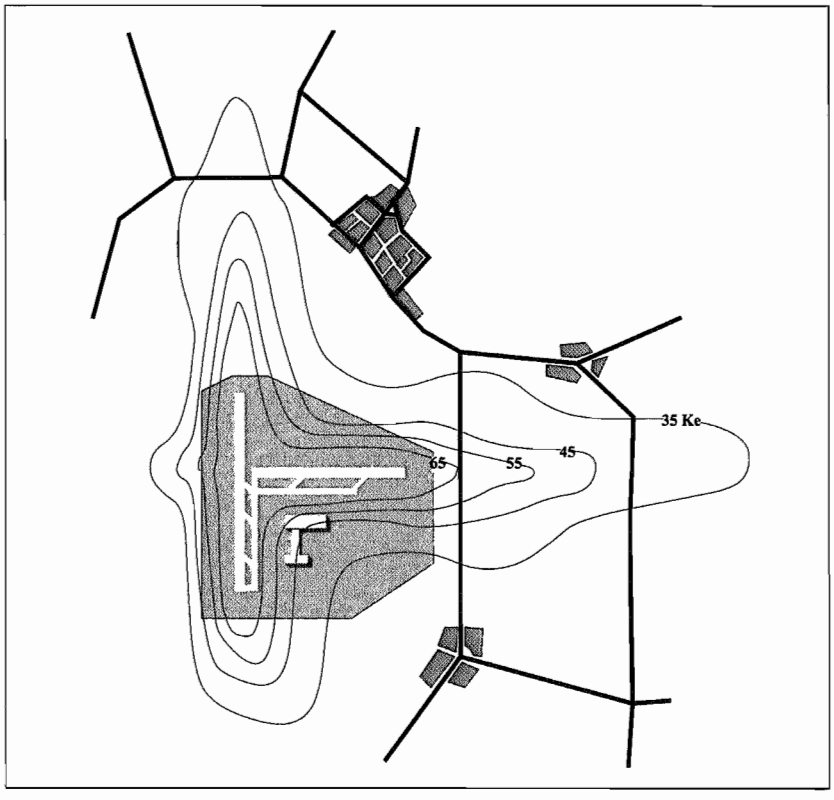
*Kosten-éénheden*

# 6 Aanwijzingen voor het bouwkundig ontwerpen

Voor elk vliegveld worden deze geluidcontouren vastgelegd. Bij een geluidbelasting van minder dan 35 Ke is er meestal geen sprake van geluidoverlast.

*geluidcontouren*

| geluidbelasting | vereiste geluidwering |
|---|---|
| 36 - 40 Ke | 30 dB(A) |
| 41 - 45 Ke | 33 dB(A) |
| 46 - 50 Ke | 36 dB(A) |
| meer dan 50 Ke | 39 dB(A) |



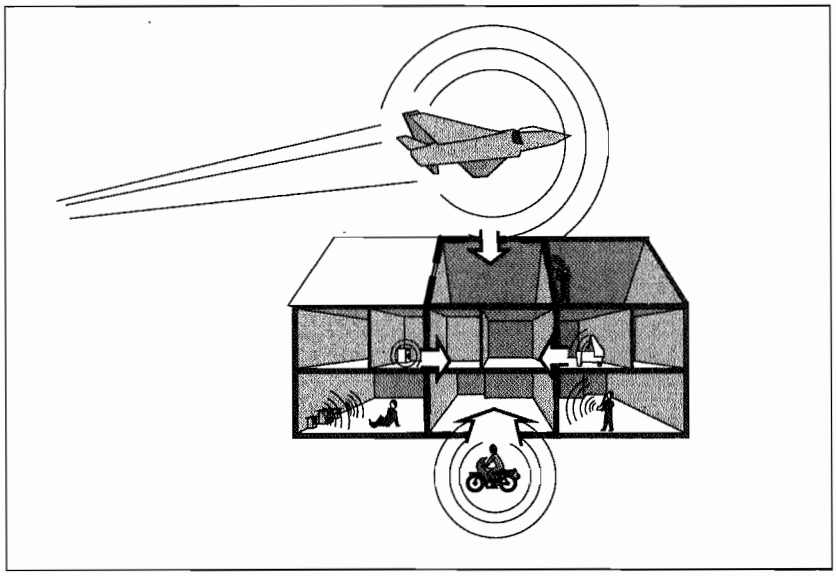

*Afbeelding 6.1: Geluidcontouren bij een vliegveld*

## 6.2 WONINGTYPE

Geluidwering moet bij het ontwerpen veel aandacht krijgen. In de onderstaande paragrafen is per type woongebouw aangegeven waar bij het ontwerpen rekening mee moet worden gehouden.

### 6.2.1 Eengezinswoningen

Eengezinswoningen worden gebouwd in een rij (hoekwoning, middenwoning), als twee onder een kap of vrijstaande woning.



*Afbeelding 6.2: Eengezinswoning in een rij*

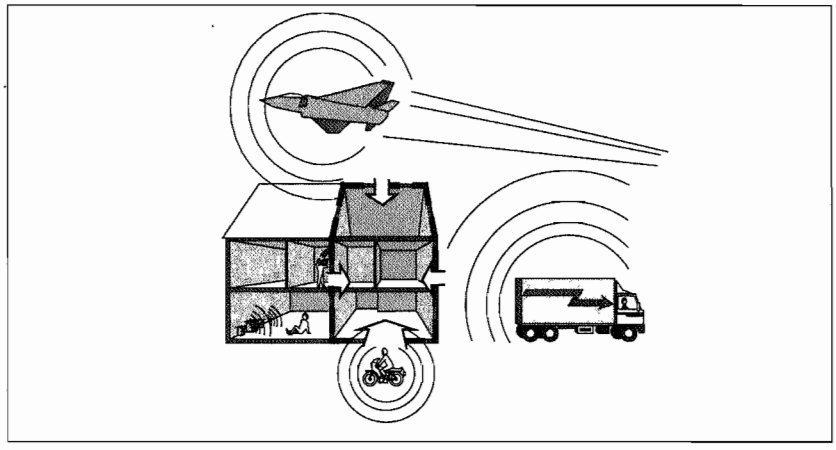
**Rijwoning, midden**
Kenmerken:
- maximaal 2 geluidbelaste uitwendige scheidingsconstructies (gevel, dak) per verblijfsruimte/gebied;
- beperkte plaatsingsvrijheid installaties;
- buren aan weerszijden (beperkte indelingsvrijheid voor geluidgevoelige en geluidintensieve ruimten);
- beukmaat varieert van 4,5 tot 6,0 m;
- langskap;
- geen gemeenschappelijke ruimten.

# 6 Aanwijzingen voor het bouwkundig ontwerpen

Bescherming tegen geluid van buiten:
- plaats de geluidgevoelige ruimten aan de geluidluwe zijde;
- houd het glasoppervlak klein;
- gebruik geen balkon(-deuren) in de geluidbelaste gevel;
- gebruik een mechanische ventilatie of suskast.

Bescherming tegen geluid van installaties:
- gebruik geluidarme installaties;
- regel de installaties goed af;
- plaats de installaties in een aparte ruimte;
- bevestig geen leidingen star aan de woningscheidende constructies;
- plaats het sanitair vrij van de woningscheiding.

Geluidwering tussen ruimten:
- de woningscheidende constructie bepaalt de luchtgeluidisolatie;
- een slaapkamer onder een hellend dak vraagt extra maatregelen en is uitvoeringsgevoelig;
- gebruik voor de trap extra voorzieningen om contactgeluidoverdracht te voorkomen;
- zorg voor het afdichten van leidingdoorvoeren van de cv-installatie door kamerscheidende wanden en vloeren;
- voorkom omloopgeluid via het luchtafvoersysteem;
- plaats geen wandcontactdozen tegenover elkaar in een woningscheidende wand;
- gebruik geen schoonmetselwerk voor de woningscheidende wand.



*Afbeelding 6.3: Woningtype twee-onder-een-kap*

**Rijwoning hoek en twee onder een kap**
Kenmerken:
- meerdere geluidbelaste uitwendige scheidingsconstructies per verblijfsruimte/gebied;
- buren aan één zijde;
- geen gemeenschappelijke ruimten.

Bescherming tegen geluid van buiten:
- plaats de geluidgevoelige ruimten aan de geluidluwe zijde;
- houd het glasoppervlak klein;
- gebruik geen balkon(-deuren) in de geluidbelaste gevel;
- plaats geen ramen in zijgevel;
- gebruik een mechanische ventilatie of suskast.

Bescherming tegen geluid van installaties:
- gebruik geluidarme installaties;
- regel de installatie goed af;
- plaats de installaties in een aparte ruimte;
- bevestig geen leidingen star aan de woningscheidende constructies;
- plaats het sanitair vrij van de woningscheiding;
- als de sanitaire ruimten niet tegen de woningscheiding geplaatst zijn, dan is de plaatsing van het sanitair vrij.

Geluidwering tussen ruimten:
- let op de situering van geluidgevoelige en geluidintensieve ruimten;
- de woningscheidende constructie bepaalt de luchtgeluidisolatie;
- een slaapkamer onder een hellend dak bij een langskap vraagt extra maatregelen en is uitvoeringsgevoelig;
- gebruik voor de trap extra voorzieningen om contactgeluidoverdracht te voorkomen;
- zorg voor het afdichten van leidingdoorvoeren van de cv-installatie door kamerscheidende wanden en vloeren;
- voorkom omloopgeluid via het luchtafvoersysteem;
- plaats geen wandcontactdozen tegenover elkaar in de woningscheidende wand;
- gebruik geen schoonmetselwerk voor de woningscheidende wand;
- gebruik geen open haard met gemeenschappelijk schoorsteenkanaal.

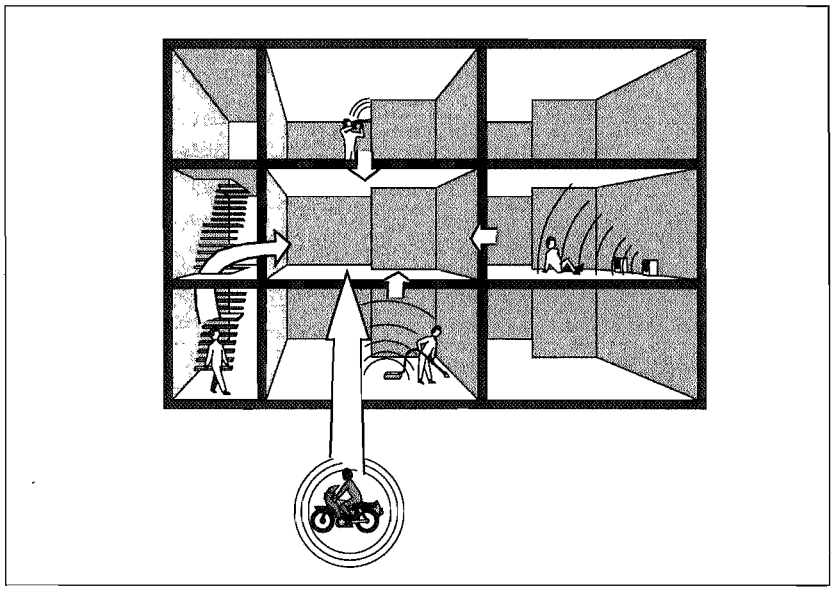
# 6 Aanwijzingen voor het bouwkundig ontwerpen

**Vrijstaande woning**
Kenmerken:
- meer geluidbelaste uitwendige scheidingsconstructies per verblijfsruimte/gebied;
- geen aanpandige buren;
- geen gemeenschappelijke ruimten.

Bescherming tegen geluid van buiten:
- plaats de geluidgevoelige ruimten aan de geluidluwe zijde;
- houd het glasoppervlak klein;
- gebruik geen balkon(-deuren) in de geluidbelaste gevel;
- gebruik een mechanische ventilatie of suskast.

Bescherming tegen geluid van installaties:
- gebruik geluidarme installaties;
- regel de installaties goed af;
- plaats de installaties in een aparte ruimte.

Geluidwering tussen ruimten:
- zorg voor het afdichten van leidingdoorvoeren van de cv-installatie door kamerscheidende wanden en vloeren;
- voorkom omloopgeluid via het luchtafvoersysteem;
- plaats geen wandcontactdozen tegenover elkaar in een scheidingswand.



*Afbeelding 6.4: Meergezinswoning*

### 6.2.2 Meergezinswoningen

Meergezinswoningen worden onderverdeeld in: eenpersoons- en meerpersoonswoningen. Deze woningen komen in het midden of aan de rand van het woongebouw voor. Bijvoorbeeld op de bovenste verdieping van een flatgebouw.

**Eenpersoonswoning, midden**
Kenmerken:
- 1 geluidbelaste, uitwendige scheidingsconstructie per verblijfsruimte/gebied;
- collectieve installaties: sanitaire ruimten altijd ter plaatse van de woningscheiding;
- buren aan vier zijden;
- gemeenschappelijke hal.

Bescherming tegen geluid van buiten:
- plaats de geluidgevoelige ruimten aan de geluidluwe zijde;
- houd het glasoppervlak klein;
- gebruik geen balkon(-deuren) in de geluidbelaste gevel;
- gebruik een mechanische ventilatie of suskasten.

Bescherming tegen geluid van installaties:
- gebruik geluidarme installaties;
- regel de installaties goed af;
- bevestig geen leidingen star aan de woningscheidende constructies;
- houd het sanitair vrij van de woningscheiding.

Geluidwering tussen ruimten:
- de woningscheidende constructie bepaalt de lucht- en contactgeluidisolatie;
- zorg voor het afdichten van de leidingdoorvoeren van de cv-installatie door woningscheidende wanden en vloeren;
- voorkom omloopgeluid via het luchtafvoersysteem;
- plaats geen wandcontactdozen tegenover elkaar in een woningscheidende wand;
- gebruik geen schoon metselwerk voor de woningscheidende wand;
- breng een parket- of tegelvloer aan op een speciale tussenlaag en houd deze vrij van de omringende wanden.

Beperking van galm in de gemeenschappelijke ruimten:
- voer het plafond geluidabsorberend uit.

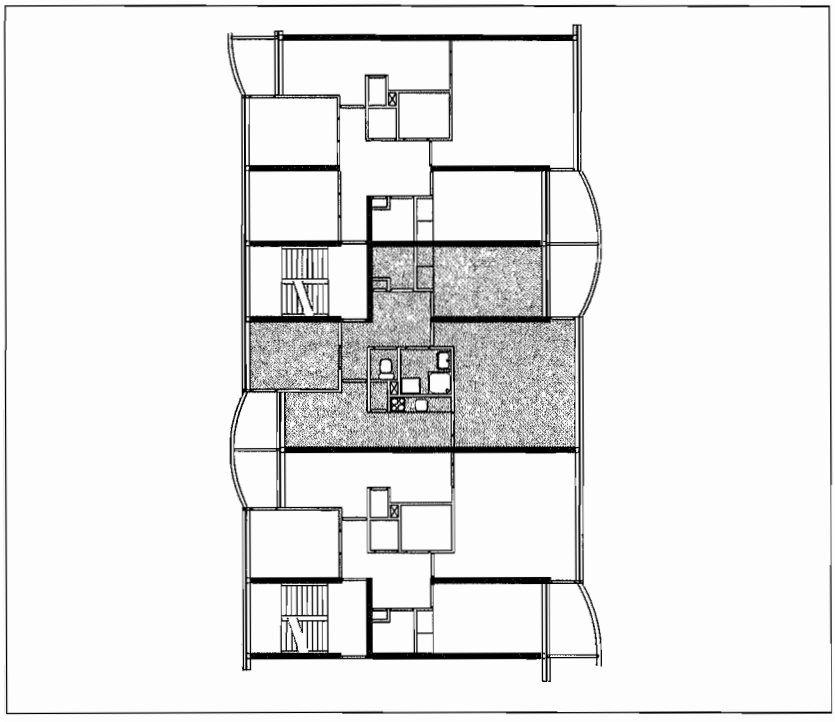
**Eenpersoonswoning, rand**
Kenmerken:
- 2 of 3 geluidbelaste uitwendige scheidingsconstructies per verblijfsruimte/gebied;
- collectieve installaties: sanitaire ruimten altijd ter plaatse van de woningscheiding;
- buren aan twee of drie zijden;
- gemeenschappelijke hal.

Bescherming tegen geluid van buiten:
- plaats de geluidgevoelige ruimten aan de geluidluwe zijde;
- houd het glasoppervlak klein;
- gebruik geen balkon (-deuren) in de geluidbelaste gevels;
- gebruik een mechanische ventilatie of suskast.

Bescherming tegen geluid van installaties:
- gebruik geluidarme installaties;
- regel de installaties goed af;
- bevestig geen leidingen star aan de woningscheidende constructies;
- plaats het sanitair vrij van de woningscheiding.

Geluidwering tussen ruimten:
- de woningscheidende constructie bepaalt de lucht- en contactgeluidisolatie;
- let op de langskap: een slaapkamer onder een hellend dak vraagt om extra maatregelen en is uitvoeringsgevoelig;
- zorg voor het afdichten van de leidingdoorvoeren van de cv-installatie door woningscheidende wanden en vloeren;
- voorkom omloopgeluid via het luchtafvoersysteem;
- plaats geen wandcontactdozen tegenover elkaar in een woningscheidende wand;
- gebruik geen schoonmetselwerk voor de woningscheidende wand;
- breng een parket of tegelvloer aan op een speciale tussenlaag en houd deze vrij van de omringende wanden;
- zorg voor het trillingsvrij opleggen van de gemeenschappelijke trap.

Beperking van galm in de gemeenschappelijke ruimten:
- voer het plafond geluidabsorberend uit.



*Afbeelding 6.5: Plattegrond meergezinswoning*

**Meerpersoonswoning, midden**
Kenmerken:
- 1 geluidbelaste, uitwendige scheidingsconstructie per verblijfsruimte/gebied;
- buren aan vier zijden;
- collectieve installaties: sanitaire ruimten altijd ter plaatse van de woningscheiding;
- gemeenschappelijke hal;
- gemeenschappelijke gang.

Bescherming tegen geluid van buiten:
- plaats de geluidgevoelige ruimten aan de geluidluwe zijde;
- houd het glasoppervlak klein;
- gebruik geen balkon(-deuren) in de geluidbelaste gevel;
- gebruik een mechanische ventilatie of suskast.

# 6 Aanwijzingen voor het bouwkundig ontwerpen

Bescherming tegen geluid van installaties:
- gebruik geluidarme installaties;
- regel de installaties goed af;
- bevestig geen leidingen star aan de woningscheidende constructies;
- plaats het sanitair vrij van de woningscheiding.

Geluidwering tussen ruimten:
- de woningscheiding bepaalt de lucht- en contactgeluidisolatie;
- voorkom leidingdoorvoeren van de cv-installatie door woningscheidende wanden en vloeren;
- voorkom omloopgeluid via het luchtafvoersysteem;
- plaats geen wandcontactdozen tegenover elkaar in woningscheidende wand;
- gebruik geen schoonmetselwerk voor de woningscheidende wand;
- breng een parket- of tegelvloer aan op een speciale tussenlaag en houd deze vrij van de omringende wanden;
- zorg voor het trillingsvrij opleggen van de gemeenschappelijke trap.

Beperking van galm in de gemeenschappelijke ruimten:
- voer plafonds geluidabsorberend uit.

**Meerpersoonswoning, rand**
Kenmerken:
- 2 of 3 geluidbelaste, uitwendige scheidingsconstructies per verblijfsruimte/gebied;
- collectieve installaties: sanitaire ruimten altijd ter plaatse van de woningscheiding;
- buren aan twee of drie zijden;
- gemeenschappelijke hal;
- gemeenschappelijke gang.

Bescherming tegen geluid van buiten:
- plaats de geluidgevoelige ruimten aan de geluidluwe zijde;
- houd het glasoppervlak klein;
- gebruik geen balkon(-deuren) in de geluidbelaste gevels;
- gebruik mechanische ventilatie of suskasten.

Bescherming tegen geluid van installaties:
- gebruik geluidarme installaties;
- regel de installaties goed af;
- bevestig geen leidingen star aan de woningscheidende constructies;
- plaats het sanitair vrij van de woningscheiding.

Geluidwering tussen ruimten:
- de woningscheidende constructie bepaalt de lucht- en contactgeluidisolatie;
- let op bij een langskap: een slaapkamer onder een hellend dak vraagt om extra maatregelen en is uitvoeringsgevoelig;
- voorkom leidingdoorvoeren van de cv-installatie door woningscheidende wanden en vloeren;
- voorkom omloopgeluid via het luchtafvoersysteem;
- plaats geen wandcontactdozen tegenover elkaar in een woningscheidende wand;
- gebruik geen schoonmetselwerk voor de woningscheidende wand;
- breng een parket- of tegelvloer aan op een speciale tussenlaag en houd deze vrij van de omringende wanden;
- zorg voor het trillingsvrij opleggen van de gemeenschappelijke trap.

Beperking van galm in de gemeenschappelijke ruimten:
- voer de plafonds geluidabsorberend uit.

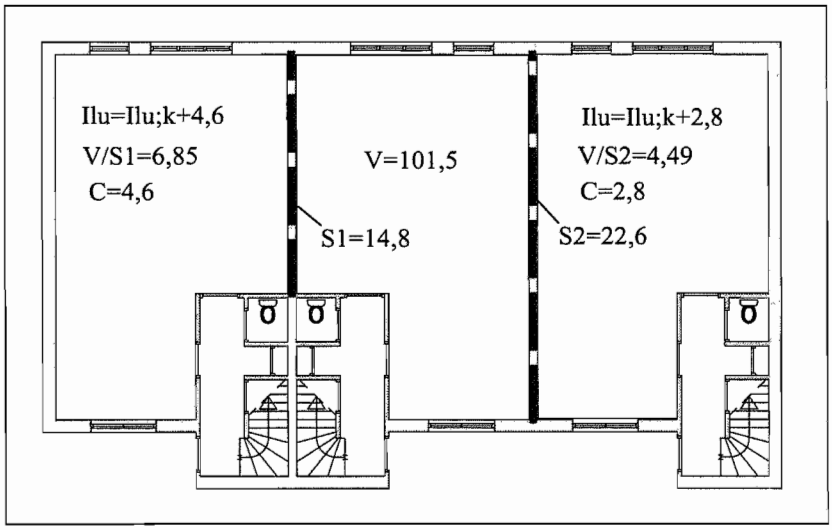
## 6.3 PLATTEGROND

Er kan een verschil bestaan tussen de beleving en de waarde van de geluidwering. $I_{lu;k}$ kan in verschillende situaties dezelfde waarde hebben, terwijl de waardering niet dezelfde behoeft te zijn.

De eisen uit het Bouwbesluit ten aanzien van luchtgeluid isolatie van de bouwdelen worden uitgedrukt in de karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid: $I_{lu;k}$. Deze grootheid wordt berekend uit de isolatie-index voor luchtgeluid: $I_{lu}$. Het verschil tussen $I_{lu;k}$ en $I_{lu}$ wordt voornamelijk bepaald door de verhouding tussen het volume (V) van het ontvangvertrek en de oppervlakte (S) van het scheidingsoppervlak. De $I_{lu}$ hangt samen met de beleving van de geluidwering.

# 6 Aanwijzingen voor het bouwkundig ontwerpen

Gunstig voor de beleving is:
- een groot volume van de ruimte;
- een klein gemeenschappelijk oppervlak van de scheidingswand.




*Afbeelding 6.6: Geluidwering tussen woningen met dezelfde plattegrond*

De relatie tussen $I_{lu}$ en $I_{lu;k}$ staat in onderstaande formule (zie ook par. 3.7 ):

$$I_{lu} = I_{lu;k} + C \qquad [dB]$$

$$\text{met } C = 10 \lg \{\frac{V}{3\,S}\} + 1 \qquad [dB]$$

Bij een volume/oppervlakte verhouding van 2,5 is er geen verschil tussen $I_{lu}$ en $I_{lu;k}$. Wordt de verhouding groter, dan wordt $I_{lu}$ groter dan $I_{lu;k}$. Dit geldt bijvoorbeeld bij een groter volume en een gelijkblijvende oppervlakte. Het verschil tussen $I_{lu}$ en $I_{lu;k}$ bedraagt maximaal 5 dB.

Verband tussen V/S en C.

| V/S | V/3S | C |
|---|---|---|
| 1,8 | 0,6 | - 1,2 dB |
| 2,1 | 0,7 | - 0,5 dB |
| 2,4 | 0,8 | 0,0 dB |
| 2,7 | 0,9 | + 0,5 dB |
| 3,0 | 1,0 | + 1,0 dB |
| 3,3 | 1,1 | + 1,4 dB |
| 3,6 | 1,2 | + 1,8 dB |
| 3,9 | 1,3 | + 2,1 dB |
| 4,2 | 1,4 | + 2,5 dB |
| 4,5 | 1,5 | + 2,8 dB |
| 4,8 | 1,6 | + 3,0 dB |
| 5,1 | 1,7 | + 3,3 dB |
| 5,4 | 1,8 | + 3,6 dB |
| 5,7 | 1,9 | + 3,8 dB |
| 6,0 | 2,0 | + 4,0 dB |
| 6,5 | 2,2 | + 4,4 dB |
| 7,0 | 2,3 | + 4,7 dB |
| 7,5 | 2,5 | +5,0 dB |
| 8,0 | 2,7 | + 5,0 dB |
| 9,0 | 3,0 | + 5,0 dB |

### 6.3.1 Gangbare plattegrondtypen woonkamers

**Doorzon, met gesloten keuken**
Kenmerken:
- grote gemeenschappelijke scheiding;
- $I_{lu;k}$ wordt in hoofdzaak bepaald door de scheidingsconstructie;
- gevels met veel glas;
- verschil tussen $I_{lu}$ en $I_{lu;k}$ is beperkt.

**Doorzon, met open keuken**
Kenmerken:
- grote gemeenschappelijke scheiding;
- $I_{lu;k}$ wordt in hoofdzaak bepaald door de scheidingsconstructie;
- gevels met veel glas;
- verschil tussen $I_{lu}$ en $I_{lu;k}$ is iets groter dan bij plattegrond met open keuken.

**Tuinkamer**
Kenmerken:
- kleine gemeenschappelijke scheiding;
- bijdrage van (te) lichte begane grond vloeren door relatief groot vloeroppervlak;
- verschil tussen $I_{lu}$ en $I_{lu;k}$ is groot.

**Meander**
Kenmerken:
- kleine gemeenschappelijke scheiding;
- bijdrage (te) lichte begane grond vloeren groot door relatief groot vloeroppervlak;
- verschil tussen $I_{lu}$ en $I_{lu;k}$ groot.

### 6.3.2 Wijze van schakelen van woningplattegronden

**Parallel**
Aandachtspunten voor de geluidwering:
- geluidproducerende ruimten grenzen aan geluidgevoelige ruimten;
- geluidbewust woongedrag heeft geen grote invloed op de beleving van de buurgeluiden.

**Gespiegeld**
Aandachtspunten voor de geluidwering:
- geluidproducerende ruimten grenzen aan geluidproducerende ruimten;
- geluidgevoelige ruimten grenzen aan geluidgevoelige ruimten;
- geluidbewust woongedrag is belangrijk.

## 6.4 BOUWWIJZE

De wijze van bouwen heeft consequenties voor de manier van detailleren en de uitvoeringsgevoeligheid.

### 6.4.1 Gietbouw

Kenmerken
- voornamelijk enkelvoudige woningscheidende wanden;
- massieve woningscheidende vloeren;
- nauwelijks naden;
- uitvoering in beton; soms met speciale toeslag;
- uitvoeringsgevoeligheid hangt af van de hulpconstructies (bekisting).

Toepassingsgebied: eengezins- en meergezinswoningen.

**Hoge geluidwering**

*hoge geluidwering*

Een hoge geluidwering wordt verkregen bij de combinatie van:
- zeer zware constructies (massa >> 500 kg/m$^2$);
- zware aansluitende vloeren, voorzien van zwevende dekvloer;
- niet star gekoppelde gevels en binnenwanden.

### 6.4.2 Stapelbouw

Kenmerken:
- enkelvoudige woningscheidende wanden of ankerloze woningscheidende spouwwanden met zware spouwbladen;
- stenen en blokken worden meestal vermetseld;
- elementen worden verlijmd;
- uitvoering in baksteen, kalkzandsteen of betonsteen;
- veel naden in vlak en t.p.v. aansluitingen.

Belangrijk:
- zorg voor vol en zat metselen; alle holten moeten vol zijn met mortel;
- breng eventueel een dichte afwerklaag (pleister) aan;
- dicht de aansluitingen goed af;
- plaats geen wandcontactdozen tegenover elkaar;

- gebruik geen schoon werk voor woningscheidende constructies;
- zorg dat bij spouwwanden de spouw schoon blijft: geen valspecie of geluidbruggen;
- verbind bij spouwwanden de spouwbladen niet door middel van een stijve tussenlaag;
- verwerk bij spouwwanden de spouwbladen nooit koud tegen elkaar;
- houd bij spouwwanden tenminste 20 mm vrije ruimte;
- een klamplaag kan de geluidisolatie verslechteren;
- een geprefabriceerde pleisterlaag kan de geluidisolatie verslechteren;
- 'harde' kunststofschuimen als spouwvulling hebben geen akoestische werking;
- stapelbouw is uitvoeringsgevoelig.

Toepassingsgebied: stapelbouw wordt voornamelijk gebruikt bij eengezinswoningen en middelhoge meergezinswoningen.

Hoge geluidwering
Een hoge geluidwering wordt verkregen bij de combinatie van:
- een ankerloze spouwwand met gescheiden fundering;
- onderbroken vloeren;
- een gevel gedilateerd t.p.v. woningscheidende wand.

### 6.4.3 Systeembouw

**Beton**
Kenmerken:
- enkelvoudige woningscheidende wanden of ankerloze woningscheidende spouwwanden met zware spouwbladen;
- veel naden t.p.v. aansluitingen:
- verankering ten behoeve van stabiliteit zorgt voor akoestische koppeling;
- aansluitingen zijn goed af te dichten.

Toepassingsgebied: beton wordt voornamelijk gebruikt bij eengezinswoningen.

**Hoge geluidwering**
Een hoge geluidwering wordt verkregen bij de combinatie van: *hoge geluidwering*
- ankerloze spouwwanden met gescheiden fundering;
- in de spouw onderbroken vloeren;
- gevel gedilateerd t.p.v. woningscheiding.

### 6.4.4 Houtskeletbouw

Kenmerken:
- woningscheidende spouwwanden opgebouwd uit dubbel plaatmateriaal op gescheiden stijl- en regelwerk van hout;
- zeer grote spouwbreedten;
- spouw niet opgedeeld in meerdere kleine;
- speciale detaillering;
- spouwvulling bestaat uit onverpakte minerale wol;
- naden zijn afgeplakt of afgekit;
- zeer uitvoeringsgevoelig;
- vakkennis vereist.

Toepassingsgebied: houtskeletbouw wordt voornamelijk gebruikt bij eengezinswoningen.

**Hoge geluidwering**
Een hoge geluidwering is haalbaar tussen woningen, maar relatief kostbaar binnen woningen. *hoge geluidwering*

### 6.4.5 Staalbouw

Kenmerken:
- woningscheidende spouwwanden zijn opgebouwd uit plaatmateriaal op gescheiden stalen draagconstructies;
- speciale detaillering;
- zeer uitvoeringsgevoelig;
- weinig praktijkervaring;
- akoestische eisen zijn vaak strijdig met vochttechnische eisen;
- vakkennis vereist.

Toepassingsgebied: staal wordt gebruikt bij eengezinswoningen.

**Hoge geluidwering**
Een hoge geluidwering is haalbaar tussen woningen, maar relatief kostbaar binnen woningen.

*hoge geluidwering*

## 6.5 MATERIAALKEUZE EN -TOEPASSING

### 6.5.1 Woningscheidende wanden

In de Nederlandse woningbouw worden de volgende woningscheidende wandconstructies toegepast waarmee in principe voldaan kan worden aan de eisen van $I_{lu;k} \geq 0$ dB.

**De enkelvoudige wand**

| | dikte mm | massa kg/m² | $I_{lu;lab}$ dB |
|---|---|---|---|
| • beton | 200 | 460 | + 4 |
| (zie hoofdstuk 8) | 230 | 530 | + 7 |
| • baksteen* | 220 | 440 | + 3 |
| (zie hoofdstuk 9) | | | |
| • kalkzandsteen | 265** | 470 | + 4 |
| (zie hoofdstuk 10) | 300 | 525 | + 7 |

* In bestaande woningen treffen we nog geankerde spouwmuren en steenswanden aan. In het kader van woningverbetering is een steenswand opgenomen met extra voorzieningen ter verbetering van de geluidwering.

** Voorzien van afwerklaag.

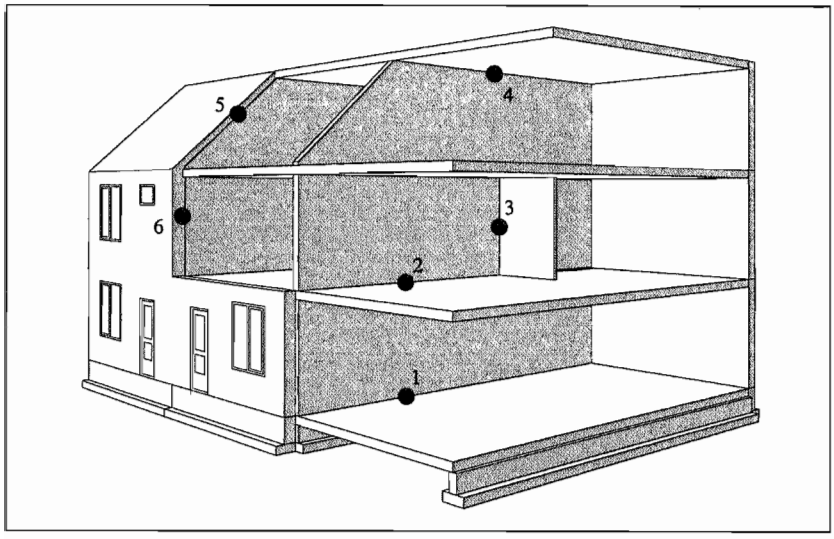
# 6 Aanwijzingen voor het bouwkundig ontwerpen

**De spouwwand**

| | dikte mm | massa kg/m² | $I_{lu;lab}$ dB |
|---|---|---|---|
| • beton<br>90 20 90<br>(zie hoofdstuk 8) | 200 | 430 | +16 |
| • kalkzandsteen<br>120 50 120<br>150 50 150<br>(zie hoofdstuk 10) | 290<br>350 | 425<br>530 | +16<br>+18 |
| • houtskeletbouw<br>12,5/12,5 220 12,5/12,5<br>(zie hoofdstuk 11) | 270 | 70 | +17 |

Voor elk type woningscheidende wand worden in de hoofdstukken 8 t/m 11 praktijkoplossingen gegeven.
Als overwogen wordt een andere constructie te kiezen dan moet deze zoveel mogelijk aansluiten bij de oplossing die er qua massa en opbouw het dichtst bij in de buurt komt.

**Knooppunten**
In de basistekening (zie afbeelding 6.7) is aangegeven waar constructies aan de woningscheidende wand aansluiten. Deze knooppunten zijn aangeduid met een nummer van 1 t/m 6.




*Afbeelding 6.7: De basistekening met de knooppunten voor de aansluitende constructies*

1. Fundering - Woningscheidende wand - Begane-grond-vloer
2. Woningscheidende wand - Verdiepingsvloer
3. Woningscheidende wand - Binnenwand
4. Woningscheidende wand - Plat dak
5. Woningscheidende wand - Hellend dak
6. Woningscheidende wand - Gevel

Elk knooppunt wordt in de paragrafen 6.5.1.1 t/m 6.5.1.5 verder toegelicht. (Platte en hellende daken worden in één paragraaf behandeld.)

### 6.5.1.1 Aansluitende fundering en begane grond vloeren

*begane grond vloeren*

Er worden thermisch geïsoleerde begane grond vloeren toegepast, als gevolg van eisen voor energiegebruik. Bij dergelijke vloeren kan constructief vaak volstaan worden met weinig massa. Als ze worden toegepast bij enkelvoudige woningscheidende wanden levert dit voor de geluidwering nadelen op in verband met een sterke flankerende geluidoverdracht.

# 6 Aanwijzingen voor het bouwkundig ontwerpen

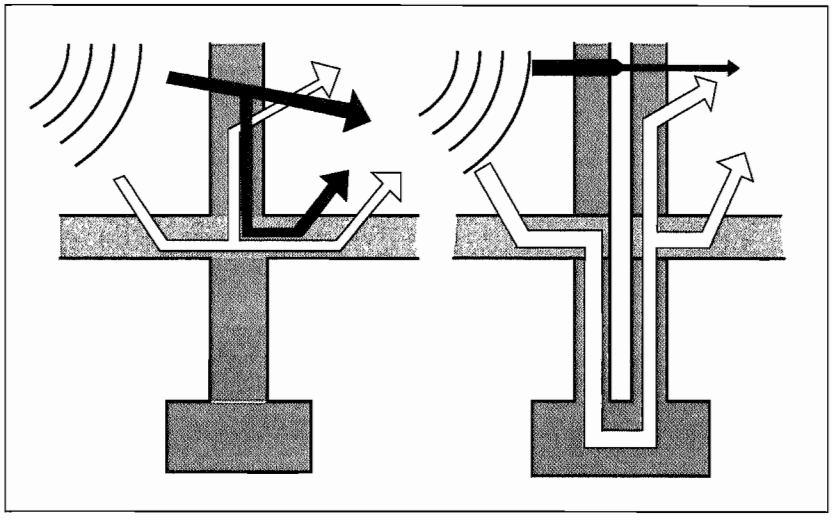
Hieronder staat aangegeven (in mm) wat de minimaal vereiste dikte is bij een bepaalde massa van thermisch geïsoleerde begane grond vloeren, die aansluiten aan een enkelvoudige woningscheidende wand om te kunnen voldoen aan de eis van $I_{lu;k} \geq 0$ dB.
Veelal komt de dikte terug in de type aanduiding.
De dikte betreft de vloer, inclusief druklaag en exclusief afwerklaag.

| | beton | | kalkzandsteen | |
|---|---|---|---|---|
| | 200 mm 1* | 230 mm 2* | 265* mm 3* | 300 mm |
| | | | * voorzien van pleister | |
| combinatievloer | 210 | 200 | niet toegestaan | 200 |
| plaatvloer | 120 | 120 | 150 | 120 |
| bekistingsvloer | 150 | 150 | 200 | 150 |
| ribbenvloer | 200 | 200 | 200 | 150 |
| kanaalplaatvloer | 150 | 150 | 150 | 150 |

1* massa bg-vloer ≥ 200 kg/m².
2* massa bg-vloer ≥ 150 kg/m².
3* massa bg-vloer ≥ 250 kg/m².
inclusief afwerklaag

Zowel bij ankerloze woningscheidende spouwwanden als goed gedetailleerde houtskeletbouw (en vergelijkbare) wandconstructies moeten de begane grond vloeren ter plaatse van de woningscheiding onderbroken zijn.
Bij ankerloze spouwwanden kunnen in principe alle typen vloeren toegepast worden, waarvan de massa tenminste 150 kg/m² bedraagt én

- de vloer onderbroken is in de spouw;
- de openingen bij de oplegging zijn dichtgezet.



*Afbeelding 6.8: Overdrachtswegen bij aansluiting begane-grondvloer*

### 6.5.1.2 Aansluitende verdiepingsvloeren

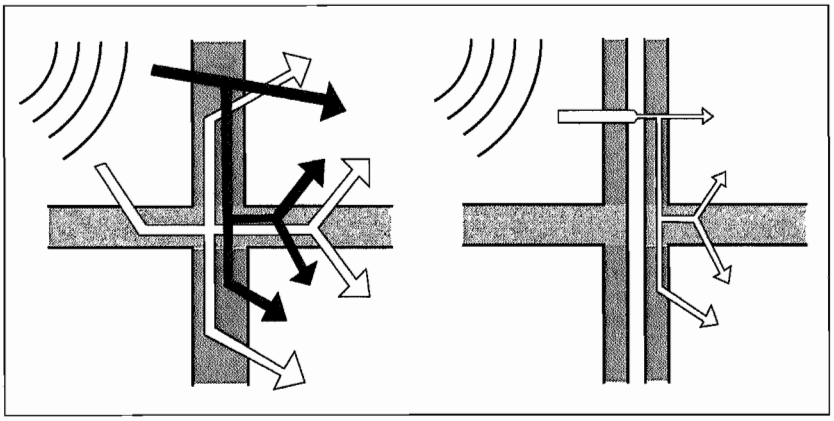
Bij verdiepingsvloeren gaan de constructieve en de akoestische eisen meestal samen. Dit komt omdat de vloer voldoende dik is en voldoende massa heeft.
Hieronder staat aangeven (in mm) wat de minimaal vereiste massa is van verdiepingsvloeren die aansluiten aan een enkelvoudige wand om te kunnen voldoen aan de eis van $I_{lu;k} \geq 0$ dB.

| | beton | | kalkzandsteen | |
|---|---|---|---|---|
| | 200 mm | 230 mm | 265* mm | 300 mm |
| | | | * voorzien van pleister | |
| plaatvloer | 1 | 2 | 3 | 3 |
| bekistingsvloer | 1 | 2 | 3 | 3 |
| kanaalelementvloer | 1 | 2 | 3 | 3 |

1* massa verdiepingsvloer $\geq$ 200 kg/m².
2* massa verdiepingsvloer $\geq$ 150 kg/m².
3* massa verdiepingsvloer $\geq$ 250 kg/m².
inclusief afwerklaag

Bij ankerloze spouwwanden kunnen in principe alle typen vloeren toegepast worden, waarvan de massa tenminste 150 kg/m$^2$ bedraagt én

- de vloer onderbroken is in de spouw;
- de openingen bij de oplegging zijn dichtgezet.



*Afbeelding 6.9: Overdrachtswegen bij aansluiting verdiepingsvloeren*

### 6.5.1.3 Aansluitende binnenwanden

**Steenachtige binnenwanden**
Met het oog op flankerende geluidoverdracht, mogen steenachtige binnenwanden niet star gekoppeld worden aan enkelvoudige of geankerde woningscheidende wanden om te kunnen voldoen aan de eis van $I_{lu;k} \geq 0$ dB. Een starre koppeling wordt verkregen door:

- verankeren;
- lijmen.

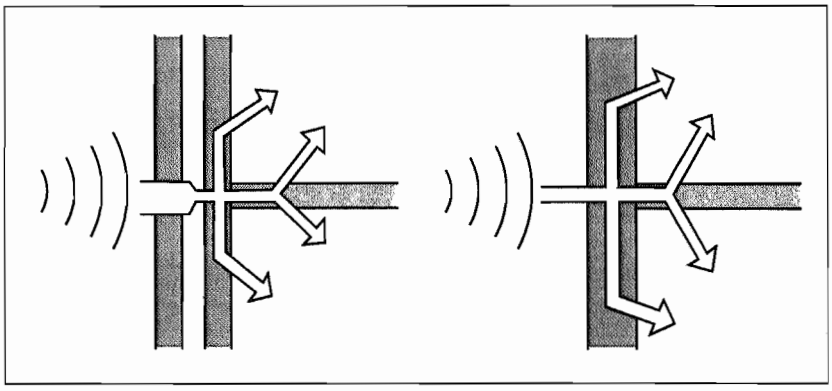
Voor het aansluiten op ankerloze spouwwanden geldt deze beperking niet.

Een akoestisch ontkoppelde aansluiting wordt verkregen door toepassing van:

- zacht intermediair (bijvoorbeeld vilt of schuimband);
- speciale profielen.

**Overige binnenwanden**
De overige typen binnenwanden zijn bijvoorbeeld:
- samengestelde wanden;
- kastenwanden;
- kozijnconstructies.

Voor deze typen binnenwanden gelden geen toepassingsvoorwaarden voor de situaties waarbij voldaan moet worden aan de eis van $I_{lu;k} \geq 0$ dB.



*Afbeelding 6.10: Overdrachtswegen bij aansluiting binnenwanden*

### 6.5.1.4 Aansluitende daken

In de woningbouw kunnen zowel platte als hellende daken aansluiten aan de woningscheidende wand.

*dakplaten*

We onderscheiden vier typen dakplaten:
- steenachtige dakplaten;
- houten enkelschalige dakelementen, al dan niet (standaard) voorzien van thermische isolatie;
- doosconstructies;
- sandwich-elementen.

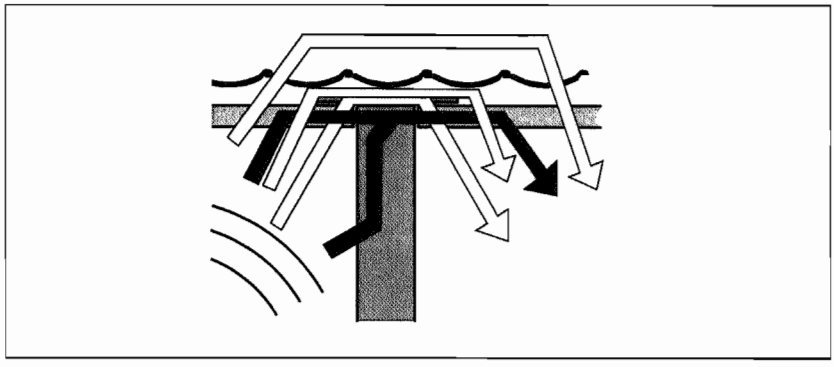
Fabrieksmatig vervaardigde dakplaten zijn meestal voorzien van een laag thermische isolatie van hardschuim of minerale wol.

Voor de geluidoverdracht kunnen vooral lichte dakelementen, met een massa tot 30 kg/m$^2$, ongunstig zijn.

Naarmate de massa van het element lichter is, is de aansluiting ook uitvoeringsgevoeliger.

Tref bij alle typen woningscheidende wanden de volgende voorzieningen.

- Onderbreek de dakplaat boven de woningscheiding.
- Onderbreek de panlatten boven de woningscheiding.
- Maak de afstand vanaf de bovenkant van de woningscheiding tot onderkant van de pannen maximaal 40 mm.
- Vul de ruimte tussen de bovenkant van de woningscheiding en de pannen op met onverpakte minerale wol (persing ca. 35 kg/m$^3$).
- Maak tussen de panlatten en de minerale wol een extra barrière van 600 mm minerale wol aan weerszijden van de woningscheidende wand. Leg deze goed aansluitend.
- Dicht de naden af bij de aansluiting aan een woningscheiding.



*Afbeelding 6.11: Overdrachtswegen bij aansluiting dakelementen*

Hieronder wordt aangegeven welke dakplaten gebruikt kunnen worden in verschillende situaties.

**Verblijfsgebieden**
Woonkamers, keukens, slaapkamers, hobbyruimten en dergelijke eis $I_{lu;k} \geq 0$ dB.

Plat dak
- Steenachtige dakplaten met een massa ≥ 250 kg/m².
- Enkelschalige dakelementen in combinatie met een verlaagd plafond van gipsplaten.
- Doosconstructies.

Hellend dak, langskap
- Enkelschalige dakelementen in combinatie met een verlaagd plafond van gipsplaten.
- Doosconstructies.

Hellend dak, dwarskap
- Doosconstructies.

**Niet van verblijfgebied deel uitmakende ruimte**
Badkamers, zolders, bergruimten en overloop:
eis $I_{lu;k} > -5$ dB.

Plat dak
- Steenachtige dakplaten met een massa ≥ 150 kg/m².
- Enkelschalige dakelementen.
- Doosconstructies.
- Sandwich-elementen.

Hellend dak, langskap
- Enkelschalige dakelementen.
- Doosconstructies.
- Sandwich-elementen.

Hellend dak, dwarskap
- Doosconstructies.

### 6.5.1.5 Aansluitende gevels

De massa en de aansluiting van het binnenspouwblad aan de woningscheidende wand zijn van belang voor de flankerende geluidoverdracht.

# 6 Aanwijzingen voor het bouwkundig ontwerpen

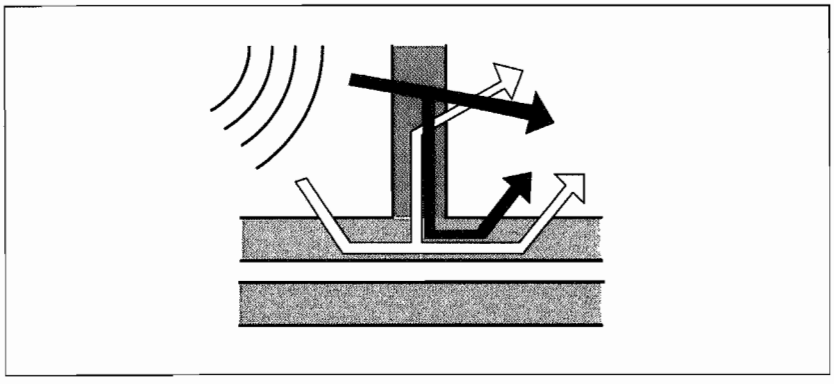
*binnenspouwbladen*

Er zijn diverse typen binnenspouwbladen:
- steenachtige binnenspouwbladen m≥ 200 kg/m2;
- steenachtige binnenspouwbladen m< 200 kg/m$^2$;
- lichte prefab binnenspouwbladen;
- pui-constructies.

Steenachtige binnenspouwbladen mogen in principe niet akoestisch star gekoppeld worden aan enkelvoudige en geankerde woningscheidende wanden (hoewel dit constructief wel nodig kan zijn) om te kunnen voldoen aan de eis van $I_{lu;k} \geq 0$ dB.

Een starre koppeling ontstaat door:
- in verband metselen;
- toepassen ankers;
- specievoegen.

Binnenspouwbladen moeten bij de woningscheidende wand onderbroken worden. Ze mogen niet voor de woningscheidende wand doorlopen.



*Afbeelding 6.12: Overdrachtswegen bij aansluiting gevels*

## 6.5.2 Woningscheidende vloeren

In de Nederlandse woningbouw worden de volgende steenachtige woningscheidende vloerconstructies toegepast:
(massa inclusief 50 mm afwerklaag)

| | massa kg/m² | $I_{lu;lab}$ dB | $I_{co;lab}$ dB |
|---|---|---|---|
| 200 mm gestort beton | 517 | + 7 | 0 |
| 200 mm plaatvloer | 517 | + 7 | 0 |
| 200 mm bekistingsvloer | 517 | + 7 | 0 |

Leidingdoorvoeren in de woningscheidende vloeren zijn bij verblijfsruimten (woon- en slaapkamers) niet toegestaan.
Voorbeelden van doorvoeren zijn: verwarmingsbuizen, binnenriolering en ventilatiekanalen.

Zowel via de dragende binnenwanden (woningscheidende wand) als de gevel vindt flankerende geluidoverdracht plaats. Daarbij mogen lichte binnenspouwbladen niet star verbonden zijn met de vloer.

*zwevende dekvloer*

Een beduidend hogere geluidwering is te realiseren door het aanbrengen van een zwevende dekvloer op zo'n vloer of een gesloten verlaagd buigslap plafond onder de vloer.

We kennen:

**Natte zwevende dekvloeren**
- 40 tot 70 mm dikke afwerklaag (estrich/anhydriet);
- waterdicht folie;
- 20 tot 40 mm verende laag (speciale persing minerale wol).

**Droge zwevende dekvloeren**
- twee of meer lagen plaatmateriaal;
- 15 tot 30 mm verende laag.

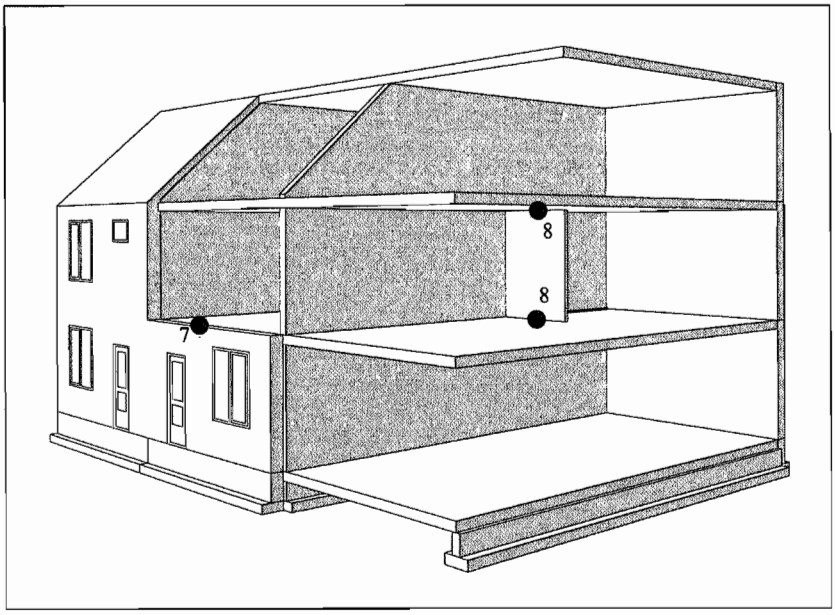
NB: de dekvloer moet aan de randen volledig vrijgehouden zijn van overige bouwconstructies. Ook leidingen e.d. mogen geen contact veroorzaken tussen dekvloer en draagvloer.

**Verlaagd plafond**

*verlaagd plafond*

Een tweede soort voorziening ter verhoging van de geluidwering is een gesloten, verlaagd vrijhangend buigslap plafond. Hierbij worden twee gipskartonplaten van 9,5 of 12,5 mm aangebracht op een vrijhangend systeem van houten of stalen dragers. De afstand tussen gipsplaten en draagvloer moet ca. 100 mm zijn. In de spouw dient ca. 60 mm onverpakte glas- of steenwol te worden aangebracht met een persing van ca. 35 kg/m$^3$.

**Knooppunten**




*Afbeelding 6.13: Basistekening met de knooppunten voor de aansluitende constructies aan de woningscheidende vloer*

De volgende knoopunten zijn bij woningscheidende vloeren, van invloed op de geluidwering.

2. Woningscheidende vloer - woningscheidende wand
7. Woningscheidende vloer - gevel
8. Woningscheidende vloer - binnenwand

Over de knoopunten 7 en 8 is de detailinformatie gegeven in hoofdstuk 12.

### 6.5.2.1 Aansluitende woningscheidende wanden

*woningscheidende wanden*

Aansluitende woningscheidende wanden moeten ongeveer dezelfde massa hebben als de vloer. De geluidoverdracht via de woningscheidende wand is dan niet bepalend voor de geluidoverdracht. Ankerloze spouwwanden in combinatie met woningscheidende vloeren zijn dus alleen mogelijk met zeer zware spouwbladen (massa per spouwblad > 400 kg/m$^2$).

### 6.5.2.2 Aansluitende binnenwanden

*steenachtige niet-dragende binnenwanden*

Steenachtige niet-dragende binnenwanden mogen in principe niet star gekoppeld worden aan de bovenvloer. Ook constructief is dit in verband met het doorbuigen (gering) van de vloer niet gewenst.

Een starre koppeling ontstaat door:
- verankeren;
- lijmen.

Gebruik een viltstrook of comprimeerbaar band om de wand vrij te houden.

Afdichten met polyurethaanschuim kan leiden tot een akoestisch starre verbinding.

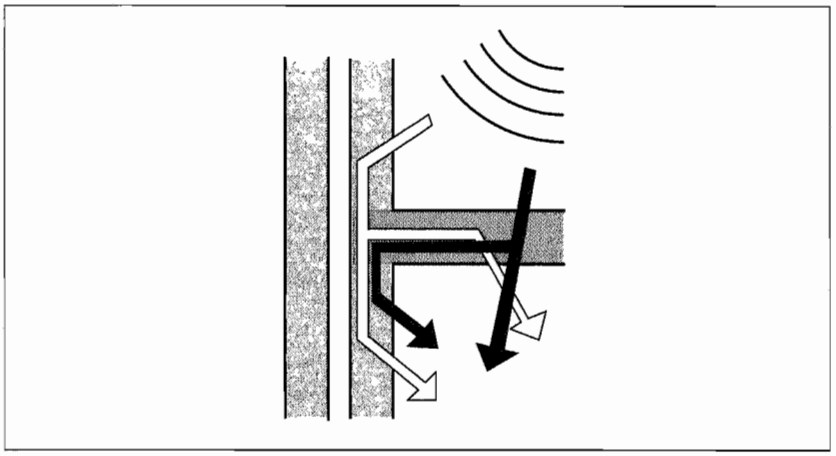
### 6.5.2.3 Aansluitende gevels

*binnenspouwblad*

De massa en de aansluiting van het binnenspouwblad zijn van belang voor flankerende geluidoverdracht.

Er zijn diverse typen binnenspouwbladen:
- steenachtige binnenspouwbladen m≥ 200 kg/m$^2$;
- steenachtige binnenspouwbladen m< 200 kg/m$^2$;
- lichte prefab binnenspouwbladen;
- pui-constructies.

De meeste binnenspouwbladen zijn aan de bovenzijde akoestisch los gehouden van de vloer.



*Afbeelding 6.14: Overdrachtswegen bij aansluiting gevel aan woningscheidende vloer*

### 6.5.3 Kamerscheidende wanden

Dragende binnenwanden (m≥ 200 kg/m²) komen niet veel meer voor.

Hieronder staat een aantal veel toegepaste niet-dragende binnenwanden.

*niet-dragende binnenwanden*

| | massa [kg/m²] | $I_{lu;lab}$ [dB] |
|---|---|---|
| 70 mm beton | 160 | -12 |
| 70 mm kalkzandsteen | 120 | -15 |
| 70 mm gipsblokken (zwaar) | 84 | -19 |
| 70 mm gasbeton (zwaar) | 65 | -20 |
| 100 mm poriso | 120 | -17 |
| 75 mm samengestelde wand | 25 | -15 |
| kastenwand | * | * |
| kozijnconstructie | * | * |

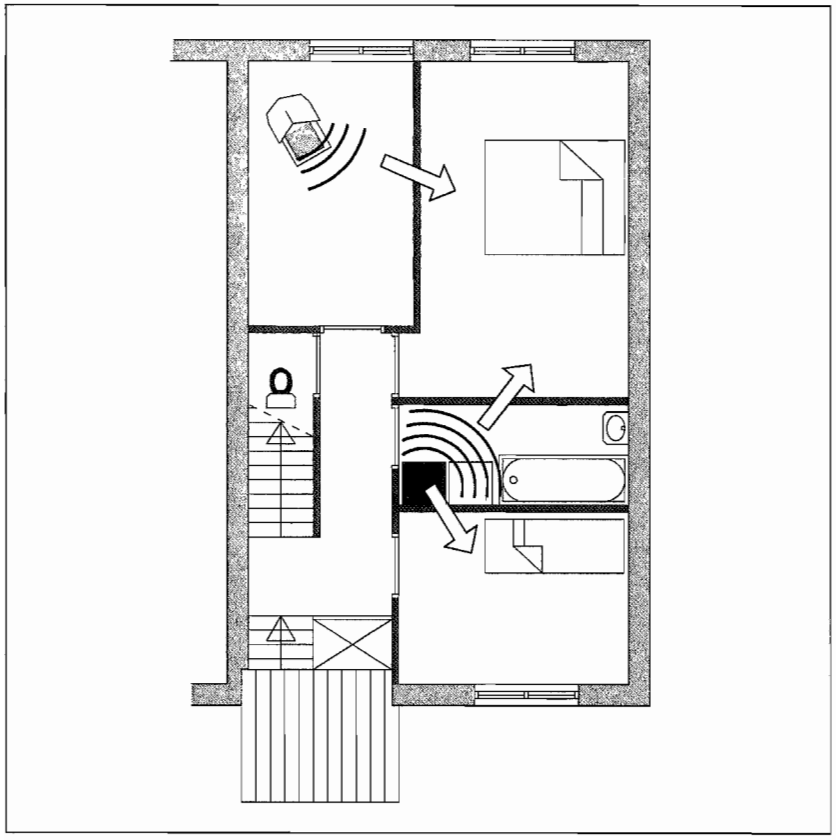
* afhankelijk van opbouw.

De binnenwanden mogen bij voorkeur niet star gekoppeld worden aan de woningscheidende wand of de vloer boven de binnenwand.

Het laatste is tevens van belang in verband met doorbuiging van de vloer.

Gebruik een viltstrook of comprimeerbaar band om de wand vrij te houden. De naad moet worden afgekit.

**Let op!**
Afdichten met polyurethaanschuim kan leiden tot een akoestisch starre verbinding.



*Afbeelding 6.15: Geluidoverdracht bij kamerscheidende wanden*

Bij kamerscheidende wanden dient gelet te worden op omloopgeluid via deuren en bovenlichten. Deuren hebben aan de onderzijde vaak te grote kieren. Bovenlichten zijn van dun (3 à 4 mm) enkel glas, dat veelal zonder enige naaddichting is aangebracht.

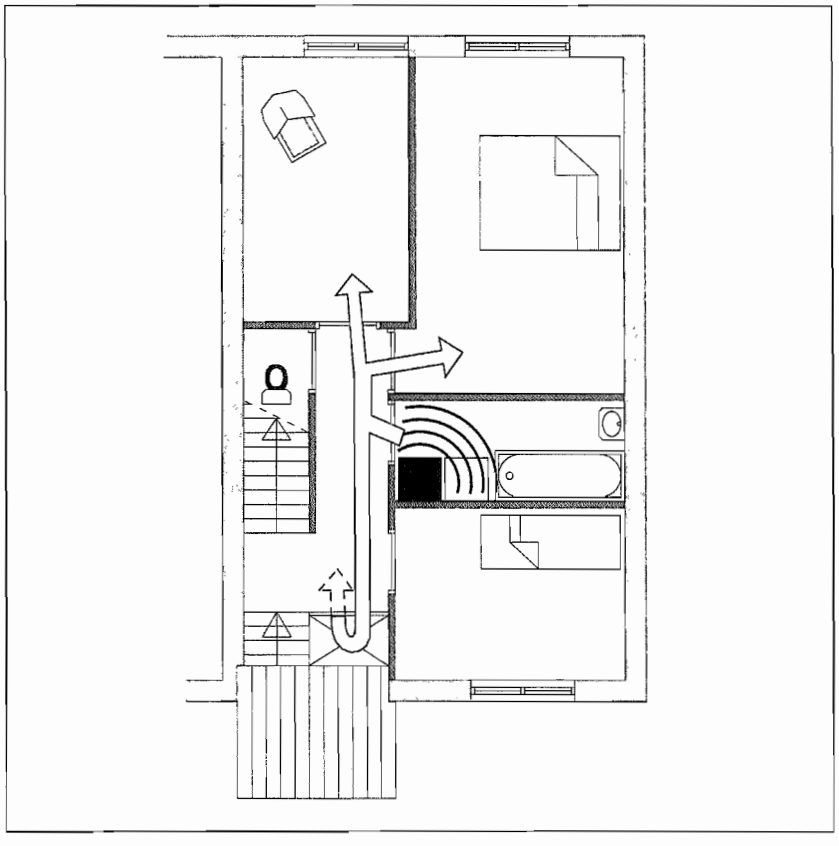
# 6 Aanwijzingen voor het bouwkundig ontwerpen

De kwaliteit van de binnendeuren en de wijze waarop deze in het kozijn aansluiten is ook van invloed op het omloopgeluid.

**Binnendeuren**

| type/opbouw | massa kg/m² | $I_{lu;lab}$* dB |
|---|---|---|
| lichte binnendeur | 15 à 20 | -30 |
| massief hout | ca. 25 | -27 |
| gelaagd | ca. 30 | -22 |

* geluidisolatie deurblad



*Afbeelding 6.16: Omloopgeluid via deuren en bovenlichten*

### 6.5.4 Kamerscheidende vloeren

Vrijwel alle steenachtige vloeren voldoen aan de geluidweringseis van $I_{lu;k}$ en $I_{co} \geq -20$ dB. Alleen bij houten vloeren zijn extra voorzieningen nodig. Bijvoorbeeld door de onderzijde af te timmeren met gipsplaat.

Hieronder staan de gegevens van vier typen vloeren.

| | dikte mm | massa kg/m² | $I_{lu;lab}$ dB | $I_{co;lab}$ dB |
|---|---|---|---|---|
| plaatvloer | 150 | 350 | 0 | -7 |
| bekistingsvloer | 150 | 350 | 0 | -7 |
| kanaalplaatvloer | 150 | 260 | -3 | -10 |
| houten vloer met gipsplaat | 200 | 30 | -15 | -15 |

Bij leidingdoorvoeren tussen twee verblijfsruimten kunnen geluidlekken ontstaan. Hierdoor wordt de geluidisolatie minder. Een oplossing is: de ruimte tussen leiding en vloer opstoppen met minerale wol of speciale doorvoeren (mantelbuizen/doorvoerbuizen) met afsluiting (schroefrozet) toepassen.

### 6.5.5 Uitwendige scheidingsconstructies

#### 6.5.5.1 Daken

De meeste houten dakelementen zijn te licht voor een goede geluidwering tegen buitengeluiden (zie hoofdstuk 7).

Steenachtige daken daarentegen hebben over het algemeen een meer dan voldoende geluidwering.

Voor de uitvoering is het van belang dat er een goede kierdichting is bij de aansluiting van de muurplaat. Ook de naden tussen eindwanden en dakplaten zijn kritisch (hier wordt de afdichting nogal eens vergeten). Dichten met PUR-schuim of plastisch blijvende kit (eventueel op rugvulling) is meestal voldoende.

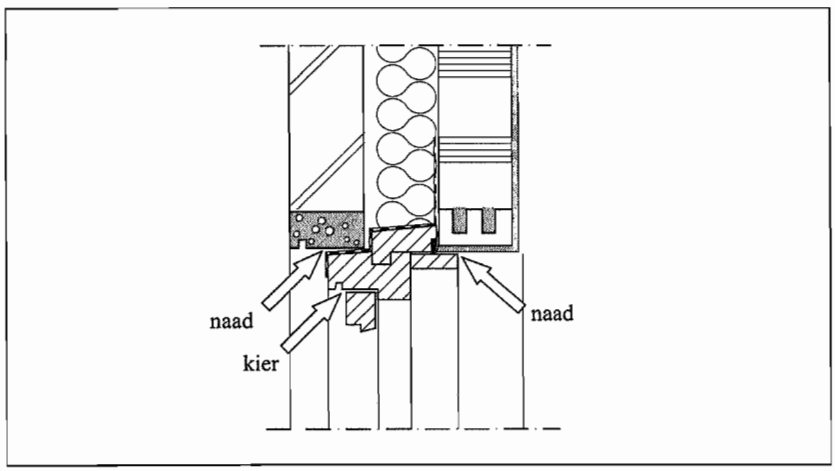
### 6.5.5.2 Gevels

Bij een samengestelde gevel met een steenachtig binnenspouwblad zijn de beglazing en ventilatievoorziening maatgevend voor de geluidwering. In hoofdstuk 7, paragraaf 7.3.1 zijn gegevens verzameld over de geluidisolatie van diverse soorten beglazing en typen ventilatievoorzieningen. Voor de detaillering en uitvoering van de beglazing en ventilatievoorzieningen zijn van belang:

- de naadafdichting;
- de kierdichting.

**Naadafdichting**
Naden bij de aansluiting van de kozijnen aan binnenspouwbladen dienen aan de binnenzijde afgedicht te worden.

Het toepassen van comprimeerbaar schuimband is toegestaan mits er geen hoge geluidweringseisen gelden.




*Afbeelding 6.17: Naad- en kierafdichting van een kozijn aan een binnenspouwblad*

**Kierdichting**
Een goede kierdichting hangt samen met het te gebruiken kozijntype en het soort dichtingsprofiel.

Breng het dichtingsprofiel rondom aan. Dat levert een goed aanliggen in de hoeken op. Let erop dat de sluitkracht van een kozijn door het aanbrengen van een dichtingsprofiel niet te groot wordt.

Het toepassen van enkele of dubbele kierdichting is afhankelijk van de betreffende geluidweringseis. Bij een eis van 30 dB(A) of meer is dubbele kierdichting vereist. Voor een goed aanliggen, zeker bij dubbele kierdichting, is een meerpunts (knevel-)sluiting vereist.

## 6.6 INSTALLATIES

### 6.6.1 Luchtafvoersystemen

Uitgangspunten voor akoestisch verantwoorde oplossingen voor luchtafvoersystemen.

- Gebruik voor een kanaalschachtwand met boven elkaar gelegen woningen bijvoorbeeld een steenachtige wand met een massa van tenminste 100 kg/m$^2$ ($I_{lu;lab}$ > -20 dB).

- Gebruik voor een kanaalschachtwand met naast en boven elkaar gelegen woningen bijvoorbeeld een steenachtige wand met een massa van tenminste 200 kg/m$^2$ ($I_{lu;lab}$ > -10 dB).

- Gebruik geen gemeenschappelijk hoofdkanaal voor naast elkaar gelegen woningen.

- Omtimmer het luchtafvoerkanaal met 20 mm spaanplaat, 20 mm multiplex of 12,5 mm gipskartonplaat. *luchtafvoerkanaal*

- Plaats een demper met de onderstaande demping tussen de afvoeropening en het hoofdkanaal. *demper*

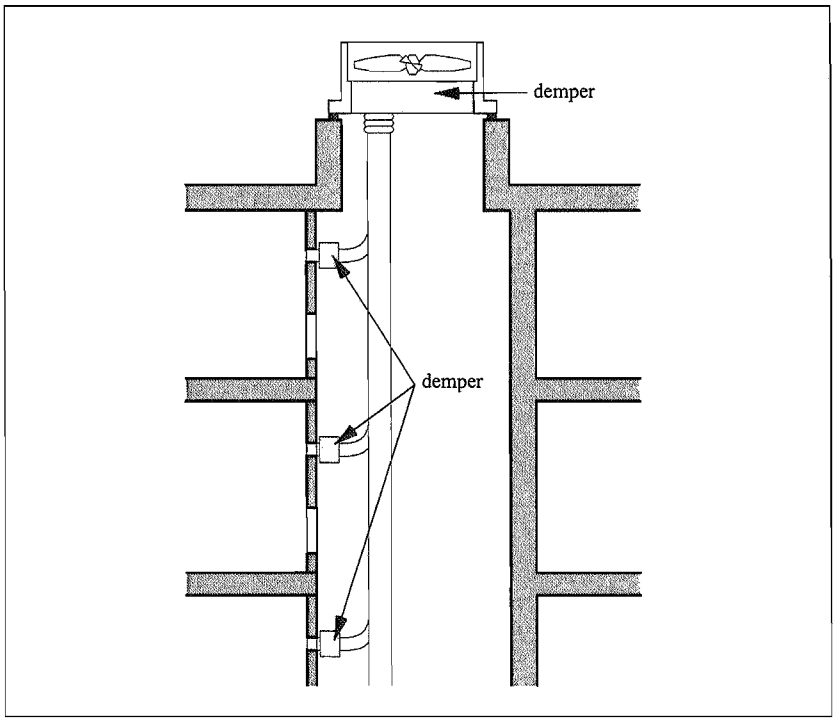
| Frequentie | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | Hz |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Demping | 0 | 5 | 10 | 15 | 15 | dB |

- Maak in het kanalensysteem geen sterke knikken, korte bochten of plotselinge vernauwingen. *kanalensysteem*

Onderstaand overzicht geeft aan welke ventilator geschikt is voor steenachtige constructies met een massa
- groter dan 400 kg/m$^2$;
- tussen de 400 en de 200 kg/m$^2$;
- kleiner dan 200 kg/m$^2$.

Een + wil zeggen dat de ventilator zonder meer geplaatst kan worden. Trillingsvrij wil zeggen dat de ventilator alleen gebruikt kan worden als deze trillingsvrij wordt gemonteerd.

| | m < 200 kg/m$^2$ | 200 < m < 400 kg/m$^2$ | m > 400 kg/m$^2$ |
|---|---|---|---|
| collectieve ventilator | trillings-vrij | trillings-vrij | + |
| individuele ventilator | trillings-vrij | + | + |




*Afbeelding 6.18: Principe centraal luchtafvoersysteem*

**Voor verdere aanwijzigingen: zie NPR 5072**

## 6.6.2 Liften

Electrisch aangedreven kabelliften met de liftmachine op de liftschacht.

Liftmachine
- stel deze trillingsvrij op;
- voorkom kortsluiting door kabels, kabelgoten of dergelijke;
- zorg ervoor dat het fundatiegewicht tenminste gelijk is aan het gewicht van de motor en de tractiemachine tezamen.

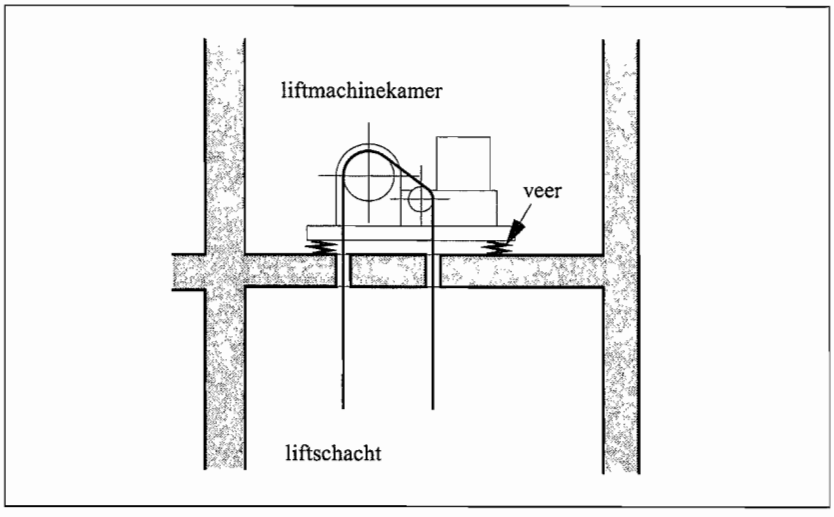
Besturingsapparatuur
- deze moet trillingsisolerend worden opgesteld of opgehangen.

Liftschacht
- zorg voor wanden met een massa ≥ 450 kg/m$^2$;
- gebruik geleiderails voorzien van leidsloffen met kunststof voering of geleiderollen met rubber loopvlak.

Liftkooi
- ontdreun de metalen vloer- en wandplaten.

Liftdeuren
- gebruik schuifdeuren met geleidelijk snelheidsverloop.

Machinekamer
- zorg voor een vloer met een massa ≥ 600 kg/m$^2$, tenzij de vloer bouwkundig gescheiden is van de rest van het gebouw;
- wanden die grenzen aan verblijfsgebieden moeten een massa hebben ≥ 450 kg/m$^2$;
  De overige wanden moeten een massa hebben ≥ 350 kg/m$^2$;
- gebruik toegangsdeuren en inspectieluiken met $I_{lulab} \geq -25$ dB of $R_w \geq 27$ dB.




*Afbeelding 6.19: Opstelling liftmachine*

**Voor verdere aanwijzigingen: zie NPR 5073**

## 6.6.3 Verwarming

Centrale verwarming

- individuele installatie
  - zorg dat de pomp aangepast is aan de individuele installatie;
  - dimensioneer het leidingnet zodanig dat nergens te hoge stroomsnelheden optreden;
  - zorg dat lassen aan de binnenzijde goed afgewerkt zijn;
  - pas eventueel compensatoren toe om de spanning in de leidingen op te vangen;
  - dicht leidingdoorvoeren af met minerale wol.

- gemeenschappelijke installatie
  - plaats de installatie in een aparte ruimte;
  - stel de ketel trillingsvrij op;
  - voorkom een starre bevestiging van leidingen;
  - voorzie de ketelruimte van geluidabsorberend materiaal ter plaatse van plafond en/of wanden.

Luchtverwarming
- houd de luchtsnelheid in kanalen beneden de 3 m/s;
- pas geluiddempers toe ter plaatse van verblijfsruimten.

**Voor verdere aanwijzigingen: zie NPR 5074**

### 6.6.4 Sanitair

Kies zoveel mogelijk voor geruisarme kranen, ook voor de vlotterkraan van het toilet.

*geruisarme kranen*

**Opstellen sanitair**
Bij het opstellen van sanitair tegen een enkelvoudige of geankerde woningscheidende wand dient men rekening te houden met de volgende punten:
- houd het sanitair en de toevoerleidingen vrij van de wand;
- ontdreun bad en douchebak;
- stel closet en bidet trillingsvrij op.

Ontdreunen van bad of douche kan door verzwaren met ontdreuningspasta of matten.

Voor het opstellen van sanitair bij een ankerloze woningscheidende wand geldt het volgende:
- dimensioneer toevoerleidingen ruim;
- voor het plaatsen van bad of douche gelden geen speciale eisen;
- voor het plaatsen van closet of bidet gelden geen speciale eisen.

Akoestisch vrijhouden leidingen en toestellen:
- pas beugels toe met geluiddempende voering of verende beugels;
- neem leidingen op in gevoerde mantelbuizen;
- stel de toestellen op op rubber blokjes, zodanig dat de invering ca 4 mm is;
- pas rubber toe tussen ophangbeugel en toestel.

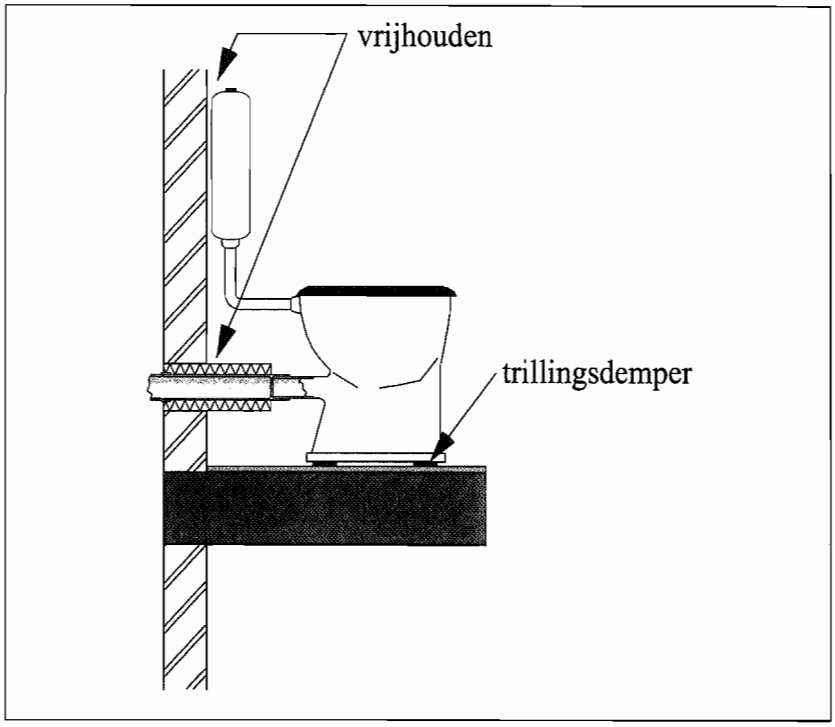
*leidingen, toestellen*

Leidingen:
- beperk aantal haakse aansluitingen;
- neem niet te kleine diameter;
- beperk de lengte.

Overige voorzieningen:
- mechanische onderbreking bijvoorbeeld met behulp van flexibel verbindingsstuk of compensator;
- toepassen waterslagdempers en watergeluiddempers.

*waterslagdempers*
*watergeluiddempers*

N.B.: Bij een mechanische onderbreking is aarding via leidingnet niet mogelijk.




*Afbeelding 6.20: Trillingsvrije opstelling closet*

**Voor verdere aanwijzigingen: zie NPR 5075**

## 6.6.5 Binnenriolering

Dimensioneer de rioleringsbuis zo dat de luchtaanzuiging gemakkelijk en ononderbroken kan geschieden.

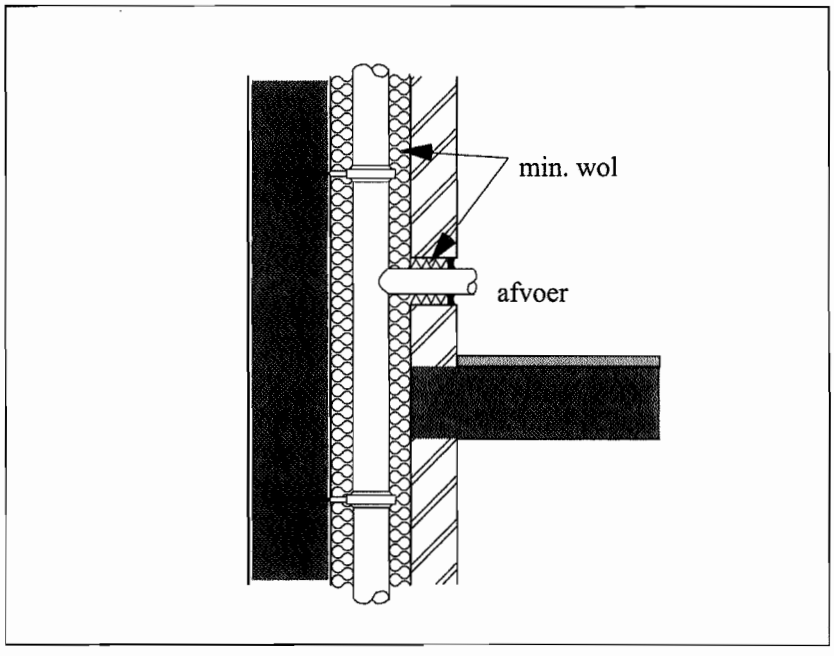
Maak de standleiding niet te lang. Er is dan kans op geluidopwekking ten gevolge van vrijvallend water en het ontstaan van wervelingen.

*standleiding*

Binnenrioleringen die door woningscheidende vloeren gaan, moeten opgenomen worden in een leidingkoker of schacht die voorzien is van 50 mm minerale wol rondom de rioleringsbuis. De schachtwand dient een massa te hebben van 150 kg/m$^2$ of meer. De schacht mag niet gebruikt worden voor ventilatie.

Verzamel- en standleidingen moeten bevestigd worden met gevoerde of trillingsdempende beugels.

De afvoerleiding van het toilet op een gemeenschappelijke standleiding moet trillingsvrij door de schachtwand worden doorgevoerd.




*Afbeelding 6.21: Principe detaillering standleiding*

# 7

# MATERIAAL- EN BOUWDEELGEGEVENS

In dit hoofdstuk worden de akoestische eigenschappen en bouwdeelgegevens besproken van:
- woningscheidende wanden, paragraaf 7.1;
- woningscheidende vloeren, paragraaf 7.2;
- kamerscheidende wanden, paragraaf 7.3;
- kamerscheidende vloeren, paragraaf 7.4;
- uitwendige scheidingsconstructies, paragraaf 7.5.

## 7.1 WONINGSCHEIDENDE WANDEN

### 7.1.1 Steenachtige enkelvoudige wanden

*steenachtige woningscheidende wanden*

Steenachtige enkelvoudige woningscheidende wanden bestaan meestal uit beton of kalkzandsteen.

*enkelvoudige wand*

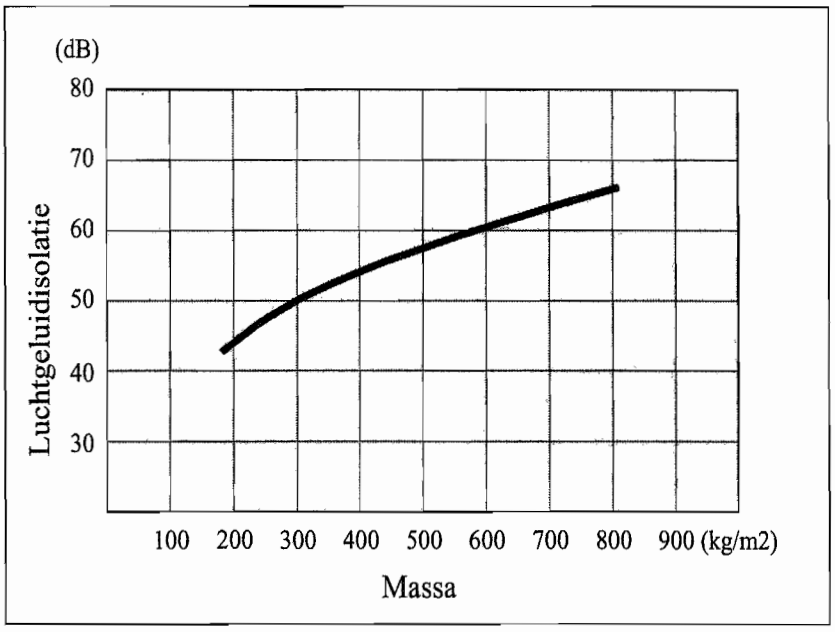
De geluidisolatie van een enkelvoudige wand wordt voornamelijk bepaald door de massa van de wand.
De geluidisolatie neemt toe als de massa van de wand toeneemt.

*massa*

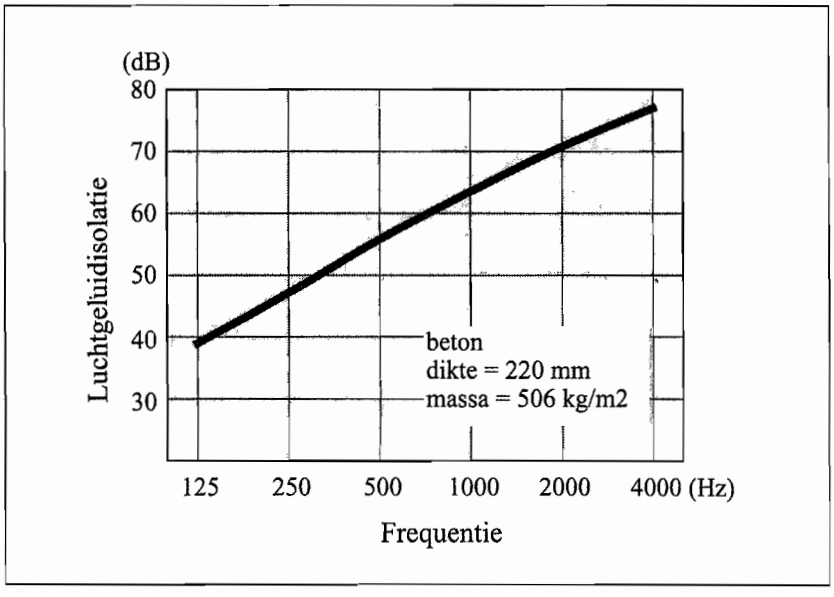
Naast de massa speelt de stijfheid van de wand een rol. Een geringe massa gecombineerd met een hoge stijfheid resulteert in een lage geluidisolatie.

In afbeelding 7.1 is de relatie tussen geluidisolatie en massa grafisch weergegeven. In afbeelding 7.2 is de relatie tussen geluidisolatie en frequentie weergegeven.
In de tabel 7.1 worden geluidisolatiewaarden van enkelvoudige wanden gegeven.

# 7 Materiaal- en bouwdeelgegevens




*Afbeelding 7.1: Verloop geluidisolatie ($R_w$) van een enkelvoudige wand als functie van de massa*




*Afbeelding 7.2: Verloop geluidisolatie (R) van een enkelvoudige wand als functie van de frequentie*

| Dikte [mm] | Massa [kg/m²] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | Rw [dB] | $I_{lu;lab}$ [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beton | | | | | | | | |
| 160 | 368 | 37 | 41 | 50 | 59 | 66 | 53 | +1 |
| 180 | 414 | 37 | 43 | 52 | 61 | 68 | 55 | +3 |
| 200 | 460 | 38 | 45 | 54 | 62 | 69 | 56 | +4 |
| 220 | 506 | 39 | 47 | 56 | 64 | 71 | 58 | +6 |
| 230 | 529 | 39 | 48 | 57 | 64 | 71 | 58 | +7 |
| 240 | 552 | 40 | 49 | 57 | 65 | 72 | 59 | +7 |
| 260 | 598 | 41 | 50 | 58 | 66 | 73 | 60 | +8 |
| Kalkzandsteen | | | | | | | | |
| 200 | 350 | 37 | 40 | 50 | 58 | 65 | 52 | 0 |
| 214 | 375 | 37 | 41 | 51 | 59 | 66 | 54 | +2 |
| 240 | 420 | 38 | 43 | 53 | 61 | 68 | 55 | +3 |
| 260 | 455 | 38 | 45 | 54 | 62 | 69 | 56 | +4 |
| 265 | 470 | 38 | 45 | 54 | 62 | 69 | 57 | +4 |
| 300 | 525 | 39 | 48 | 56 | 64 | 71 | 58 | +7 |
| 327 | 572 | 40 | 49 | 58 | 65 | 72 | 60 | +8 |

*Tabel 7.1: Geluidisolatie steenachtige enkelvoudige wanden*

Betonnen wanden zijn als woningscheiding toepasbaar vanaf een dikte van 200 mm, kalkzandsteen vanaf 265 mm (indien verzwaard met een extra pleisterlaag).

Met een enkelvoudige scheidingswand is het niet altijd mogelijk de aansluitende vloervelden van de naast elkaar liggende woningen van elkaar te scheiden (dilateren). Er is dan sprake van een doorlopende vloer. Bij het gebruik van lichte vloerconstructies kan dit tot problemen leiden bij de geluidwering.

### 7.1.2 Steenachtige spouwwanden

*steenachtige spouwwanden*

Steenachtige spouwwanden kunnen bestaan uit beton of metselwerk.

Door de massa in combinatie met de luchtspouw is een hoge geluidisolatie ook in de lage frequenties haalbaar.

# 7 Materiaal- en bouwdeelgegevens

Met de wat lichtere steenachtige materialen, zoals kalkzandsteen, zijn eveneens goede geluidisolatiewaarden te halen mits de detaillering goed is. Er mag beslist geen koppeling tussen de spouwbladen voorkomen.

Een goede tot zeer goede geluidisolatie is te realiseren met een spouwconstructie, bestaande uit twee zware spouwbladen (minimaal 200 kg/m$^2$ per blad) op enige afstand, 40-100 mm, van elkaar geplaatst zonder enige koppeling: de ankerloze spouwmuur. *ankerloze spouwmuur*

In tabel 7.2 is de geluidisolatie van dubbele steenachtige wanden gegeven.

| | Dikte spouw-bladen [mm] | Massa [kg/m²] | Geluidisolatie [dB] | | | | | Rw [dB] | $I_{lu;lab}$ [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | | |
| Kalkzandsteen | | | | | | | | | |
| - spouwbladen volledig ontkoppeld | 100-30-100 | 351 | 50 | 48 | 56 | 81 | 98 | 62 | + 8 |
| - spouwbladen aan de randen gekoppeld | 100-30-100 | 351 | 46 | 45 | 51 | 61 | 70 | 56 | + 4 |
| - spouwbladen volledig ontkoppeld | 120-50-120 | 420 | 52 | 55 | 65 | 89 | 100 | 70 | + 16 |
| - spouwbladen aan de randen gekoppeld | 120-50-120 | 420 | 45 | 47 | 54 | 63 | 71 | 58 | + 6 |
| Beton | | | | | | | | | |
| - spouwbladen volledig ontkoppeld | 80-30-80 | 368 | 46 | 46 | 55 | 80 | 98 | 61 | + 6 |
| - spouwbladen aan de randen gekoppeld | 80-30-80 | 368 | 44 | 44 | 51 | 61 | 69 | 55 | + 3 |
| Kalkzandsteen | | | | | | | | | |
| - spouwbladen ontkoppeld, absorptie in de spouw | 100-50-100 | 351 | 56 | 54 | 62 | 87 | 99 | 66 | + 14 |
| - spouwbladen gekoppeld met 20 ankers per 10 m randen ontkoppeld, absorptie in de spouw | 100-50-100 | 351 | 50 | 52 | 60 | 79 | 93 | 64 | + 12 |
| - spouwbladen gekoppeld met 40 ankers per 10 m randen ontkoppeld, absorptie in de spouw | 100-50-100 | 351 | 50 | 52 | 60 | 79 | 93 | 64 | + 12 |

*Tabel 7.2: Geluidisolatie dubbele steenachtige wanden*

Koppelingen tussen de spouwbladen moeten altijd voorkomen worden. Speciebruggen kunnen zo'n koppeling veroorzaken. Om speciebruggen te voorkomen is een voldoende grote spouw of het aanbrengen van onverpakte minerale wol in de spouw aan te bevelen.

De spouwwand dient zonder 'geluidlekken' te worden uitgevoerd:
- geen tegenover elkaar liggende wandcontactdozen;
- geen schoonmetselwerk met slecht afgewerkte voegen.

De hoge geluidisolatie van een ankerloze spouwmuur kan in de praktijk volledig worden teniet gedaan door een rechtstreekse koppeling via de vloeren van de aan elkaar grenzende ruimten (doorgaande vloeren).

Indien een lichte vloer onder een spouwmuur doorloopt naar de naastliggende ruimte, dan zal de geluidwering tussen deze ruimten volledig worden bepaald door de geluidoverdracht via de vloeren. Het is daarom noodzakelijk de vloeren ter plaatse van de spouwmuur te scheiden.

### 7.1.3 Lichte samengestelde wanden

*lichte samengestelde wanden*

Dragende lichte samengestelde wanden komen voor in de houtskeletbouw en industriële bouw.

Een lichte samengestelde wand kan een zeer uiteenlopende opbouw hebben.

Een aantal kenmerken is echter gemeenschappelijk:
- de massa van de wand is relatief laag, ca. 70 kg/m$^2$;
- de wand bestaat uit een houten of stalen frame met platen aan beide zijden.

De volgende materialen zijn geschikt voor de opbouw van een lichte samengestelde constructie.

Voor de beplating:
- gipskarton, dik 9,5 of 12,5 mm, enkel of dubbel;
- gipsvezelplaat, dik ca. 15 mm;
- staalplaat (ontdreund), 1 à 2 mm dik;
- spaanplaat/hout, dik ca. 10 mm.

Voor de draagconstructie:
- houten stijlen en regels;
- metalen stijlen.

Voor de spouwvulling:
- glas- en steenwol (20-50 kg/m$^3$);
- houtwolcement (voor massavergroting), gelijmd op de buitenbeplating.

Voor de aansluitdetails:
- kit;
- dicht cellenband;
- mineraalwol, onverpakt;
- speciale rubberprofielen.

Bij een lichte samengestelde constructie zijn bepalend voor de geluidisolatie:
- de slapheid van de afwerkplaten (hoe slapper hoe beter);
- de breedte van de spouw tussen de bladen (hoe breder hoe beter);
- de spouwvulling (gevulde spouw is beter);
- de wijze waarop de bladen aan elkaar gekoppeld zijn door de stijlen en regels (geen starre koppeling);
- de aansluiting aan de omringende wanden (beplating vrijhouden).

In tabel 7.3 is de geluidisolatie van een aantal samengestelde lichte wanden gegeven. De constructies zijn in het laboratorium gemeten met een 'ideale' spouw (doorgaande dilatatie).

| Omschrijving | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | Rw [dB] | $I_{lu;lab}$ [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 x 13 mm gipsplaten<br>houten stijlen<br>spouw 100 mm;<br>100 mm minerale wol;<br>2 x 13 mm gipsplaten | 48 | 58 | 66 | 66 | 68 | 60 | + 8 |
| 13 mm gipsplaat;<br>houten stijlen h.o.h.<br>600 mm (om en om),<br>48 mm x 98 mm;<br>spouw 200 mm breed;<br>200 mm minerale wol;<br>13 mm gipsplaat | 43 | 52 | 64 | 80 | 84 | 58 | + 6 |
| 13 mm gipsplaat;<br>houten stijlen h.o.h.<br>600 mm (om en om),<br>48 mm x 98 mm;<br>spouw 250 mm breed;<br>250 mm minerale wol;<br>13 mm gipsplaat | 43 | 53 | 67 | 79 | 85 | 59 | + 7 |
| 13 mm gipsplaat;<br>houten stijlen h.o.h.<br>600 mm (om en om),<br>48 mm x 98 mm;<br>spouw 300 mm breed;<br>300 mm minerale wol;<br>13 mm gipsplaat | 48 | 60 | 73 | 82 | 86 | 64 | + 12 |

*Tabel 7.3: Geluidisolatie lichte samengestelde wanden*

### 7.1.4 Voorzetwanden

*voorzetwanden*

Voorzetwanden worden gebruikt om de geluidisolatie van een wand te verbeteren.
Voorzetwanden bestaan uit een buigslappe beplating, een spouw gevuld met minerale wol en (eventueel) stijlen.

# 7 Materiaal- en bouwdeelgegevens

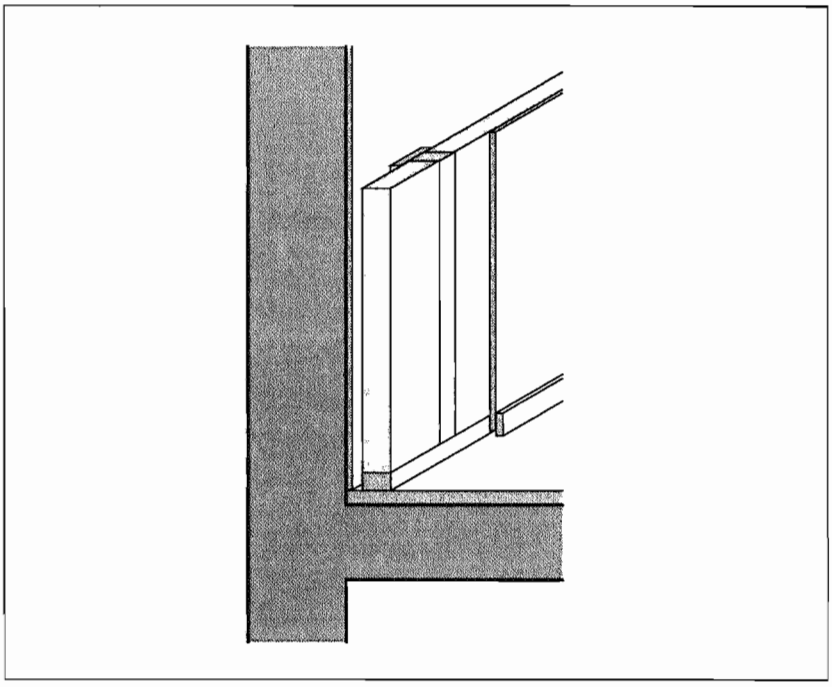
De beplating bestaat uit een of twee gipskarton- of gipsvezelplaten. De spouw, 20 tot 80 mm breed, kan geheel of gedeeltelijk worden gevuld met minerale wol.
De platen worden bevestigd op houten of stalen (C-profiel) stijlen die flexibel aan de basiswand zijn bevestigd.
Er zijn geprefabriceerde voorzetwanden in de handel die geen gebruik maken van stijlen maar door middel van verlijming aan de wand bevestigd worden.

In tabel 7.4 is voor een aantal voorzetwanden de verbetering van de geluidisolatie gegeven in dB, uitgaande van een wand van 100 mm kalkzandsteen.

| Omschrijving | Verbetering van de geluidisolatie [dB] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k |
| basiswand: | | | | | |
| 100 mm kalkzandsteen | | | | | |
| voorzetwand, geplakt: | | | | | |
| • 9 mm gips/20 mm wol | 3 | 5 | 7 | 17 | 21 |
| • 12 mm gips/20 mm wol | 2 | 4 | 10 | 19 | 19 |
| • 9 mm gips/50 mm wol | 0 | 5 | 15 | 24 | 22 |
| • 12 mm gips/50 mm wol | 0 | 8 | 18 | 23 | 20 |
| • 9 mm gips/50 mm wol | 0 | 8 | 18 | 23 | 20 |
| stijlen hout h.o.h. 600 mm: | | | | | |
| • 9 mm gips/50 mm wol | 1 | 4 | 10 | 11 | 14 |
| stijlen hout h.o.h. 300 mm: | | | | | |
| • 9 mm gips/50 mm wol | 0 | 3 | 9 | 8 | 8 |
| stijlen C-prof 600 mm: | | | | | |
| • 9 mm gips/50 mm wol | 7 | 12 | 25 | 31 | 32 |
| stijlen C-prof los: | | | | | |
| • 9 mm gips/50 mm wol | 9 | 15 | 29 | 34 | 37 |

*Tabel 7.4: Verbetering geluidisolatie door voorzetwand*

Bij het plaatsen van een voorzetwand is het loshouden van de voorzetconstructie van de bestaande wand essentieel. Het contact van de stijlen met de basiswand moet flexibel onderbroken worden. Dit kan met behulp van viltstroken. In de handel zijn stijlen te verkrijgen die al voorzien zijn van vilt.



*Afbeelding 7.3: Voorbeeld van een voorzetwand*

## 7.2 Woningscheidende vloeren

### 7.2.1 Steenachtige vloeren

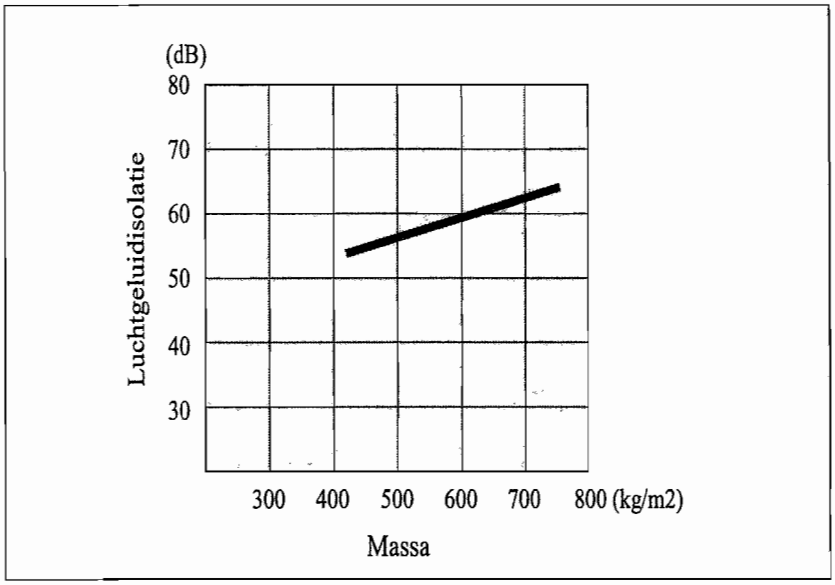
Een enkelvoudige steenachtige vloer kan opgebouwd zijn als een
- plaatvloer;
- bekistingsvloer;
- kanaalplaatvloer.

De lucht- en de contactgeluidisolatie van de enkelvoudige steenachtige vloer worden, evenals bij de enkelvoudige steenachtige wand, voornamelijk bepaald door de massa.
De isolatie van de vloer neemt toe met het toenemen van de massa van de vloer.

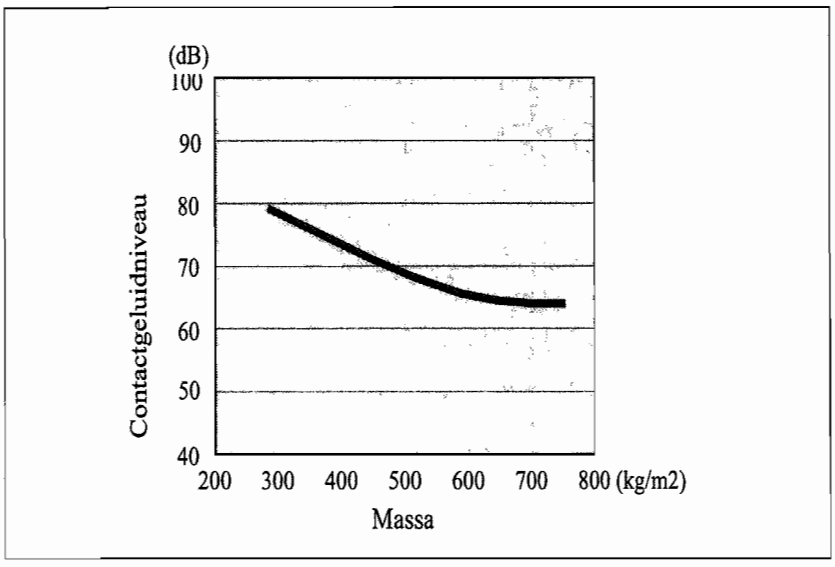
In de afbeeldingen 7.4 en 7.5 is de invloed van de massa op de $I_{lu;lab}$, $I_{co;lab}$, respectievelijk $R_w$ en $L_w$ grafisch weergegeven.

# 7 Materiaal- en bouwdeelgegevens

In de tabellen 7.5 en 7.6 zijn de luchtgeluidisolatie en het contactgeluidniveau gegeven voor massieve betonvloeren (inclusief een 30 mm afwerklaag).




*Afbeelding 7.4: Luchtgeluidisolatie van vloeren ($R_w$) als functie van de massa*




*Afbeelding 7.5: Contactgeluidniveau van vloeren als functie van de massa*

| Dikte [mm] | Massa [kg/m²] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $R_w$ [dB] | $I_{lu;lab}$ [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beton | | | | | | | | |
| 150 | 402 | 41 | 42 | 52 | 60 | 67 | 54 | + 3 |
| 180 | 471 | 41 | 46 | 55 | 63 | 70 | 57 | + 5 |
| 200 | 517 | 42 | 47 | 56 | 64 | 71 | 58 | + 7 |
| 220 | 563 | 42 | 49 | 58 | 65 | 72 | 59 | + 8 |
| 280 | 701 | 45 | 53 | 61 | 68 | 75 | 63 | + 12 |
| 300 | 747 | 46 | 54 | 62 | 69 | 76 | 65 | + 13 |

*Tabel 7.5: Luchtgeluidisolatie betonvloeren inclusief 30 mm afwerklaag*

| Dikte [mm] | Massa [kg/m²] | Geluiddrukniveau [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $L_{nw}$ [dB] | $I_{co;lab}$ [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beton | | | | | | | | |
| 150 | 402 | 69 | 71 | 72 | 72 | 73 | 74 | - 4 |
| 180 | 471 | 63 | 67 | 69 | 70 | 70 | 72 | - 1 |
| 200 | 517 | 61 | 65 | 67 | 68 | 69 | 68 | 0 |
| 220 | 563 | 60 | 64 | 66 | 67 | 67 | 69 | + 2 |
| 280 | 701 | 59 | 59 | 62 | 63 | 64 | 65 | + 6 |
| 300 | 747 | 59 | 58 | 61 | 62 | 63 | 64 | + 7 |

*Tabel 7.6: Contactgeluiddrukniveau betonvloeren inclusief 30 mm afwerklaag*

### 7.2.2 Zwevende dekvloeren

De zwevende vloer wordt aangebracht op de dragende vloer met behulp van een verende laag. De dekvloer kan bestaan uit cement-estrich, anhydriet of plaatmateriaal.

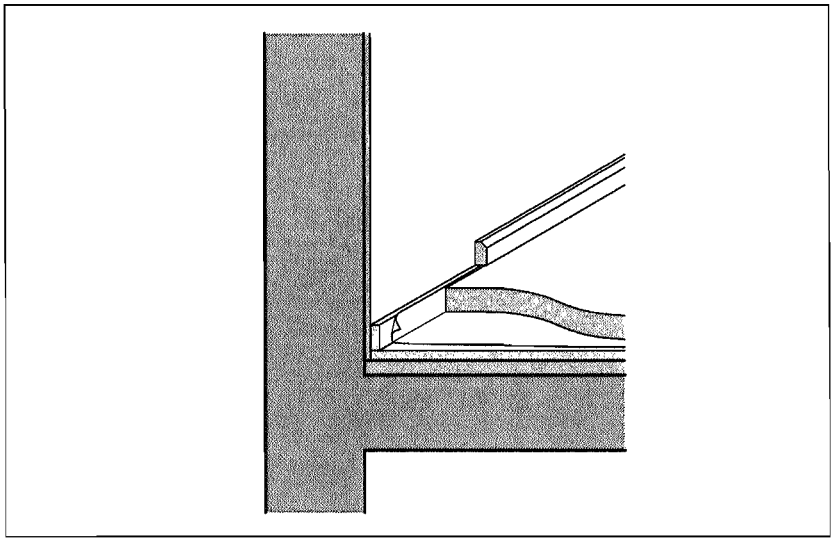
Een zwevende vloer wordt aangebracht ter verbetering van de contact- en luchtgeluidisolatie.
De contactgeluidisolatie wordt sterk verbeterd als de dekvloer volkomen los wordt gehouden van de bestaande vloer en de omringende wanden.

Door het aanbrengen van een 'losse' vloer op de bestaande vloer wordt directe aanstoting van de draagvloer voorkomen.

De luchtgeluidisolatie kan hoogfrequent iets verbeteren. De zwevende vloer werkt dan als een voorzetwand. Laagfrequent kan er echter een verslechtering optreden als de verende laag te dun is of de massaverhouding tussen dragende vloer en dekvloer verkeerd is.

Indien wordt gewerkt met cement-estrich of anhydriet dan spreekt men van een 'natte' zwevende vloer. Hierbij is het belangrijk dat het cementwater niet doordringt in de verende laag. Een dichte folie kan dit voorkomen (bijvoorbeeld polyethyleenfolie).

In tabel 7.7 wordt de verbetering van de contactgeluidisolatie aangegeven bij het toepassen van verschillende tussen- en bovenlagen.



*Afbeelding 7.6: Voorbeeld zwevende vloer*

# 7 Materiaal- en bouwdeelgegevens

| Omschrijving | Verbetering contact-geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $\Delta L_{nw}$ [dB] | $\Delta I_{co;lab}$ [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Basisvloer:<br>Holle Baksteen | | | | | | | |
| Zwevende vloer:<br>50 mm beton -<br>10 mm wol (80 kg/m³) | 0 | 18 | 11 | 26 | 29 | 21 | + 11 |
| 50 mm beton -<br>15 mm wol (80 kg/m³) | 8 | 22 | 16 | 28 | 27 | 24 | + 17 |
| 50 mm beton -<br>5 mm wol (vilt) | -2 | 17 | 10 | 23 | 38 | 20 | + 9 |
| 50 mm beton -<br>50 mm wol (100 kg/m³) | 5 | 17 | 20 | 23 | 28 | 23 | + 16 |
| 50 mm beton -<br>50 mm wol (150 kg/m³) | 1 | 11 | 17 | 17 | 22 | 19 | + 12 |
| 5 mm parket -<br>20 mm schuim | 1 | 3 | 4 | 11 | 27 | 16 | + 6 |
| 5 mm parket -<br>10 mm zachtboard | 3 | 4 | 8 | 20 | 30 | 18 | + 9 |
| 22 mm hardboard -<br>50 mm wol (50 kg/m³) | 9 | 19 | 29 | 38 | 47 | 31 | + 20 |
| 22 mm hardboard -<br>50 mm wol (100 kg/m³) | 8 | 13 | 23 | 31 | 42 | 27 | + 16 |
| 22 mm hardboard -<br>50 mm wol (150 kg/m³) | 4 | 11 | 17 | 27 | 35 | 25 | + 13 |
| 22 mm hardboard -<br>15 mm schuim | 0 | 1 | 20 | 35 | 50 | 16 | + 5 |

*Tabel 7.7: Verbetering van de contactgeluidisolatie door een zwevende vloer*

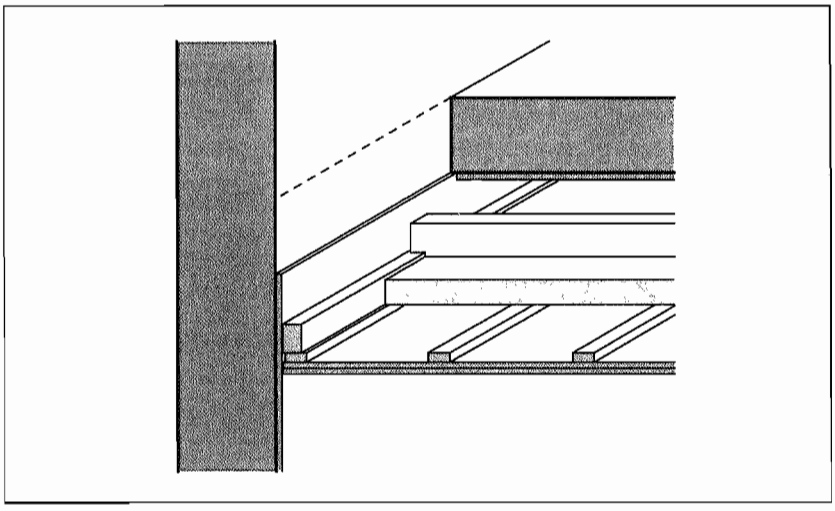
### 7.2.3 Verlaagde plafonds

Plafonds kunnen worden aangebracht om de luchtgeluidisolatie van een vloer te verbeteren.

Het plafond bestaat dan uit een buigslappe plaat die al dan niet flexibel, met een spouw, bevestigd is onder de vloer. De spouw wordt gevuld met onverpakte minerale wol.

De akoestische werking van een verlaagd plafond is vergelijkbaar met de werking van een voorzetwand.
De geluidafstraling van een plafond ligt in een ander frequentiegebied dan de basisvloer. Hierdoor isoleert het plafond juist in het frequentiegebied waar de vloer slecht isoleert. Bovendien heeft de spouw een gunstig effect op de geluidisolatie.

In tabel 7.8 is de verbetering van de luchtgeluidisolatie gegeven voor een aantal plafondconstructies.



*Afbeelding 7.7: Voorbeeld verlaagd buigslap plafond*

| Omschrijving | Verbetering lucht-geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $\Delta R_w$ [dB] | $\Delta I_{lu;lab}$ [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| houten vloer gipsplaat tegen balklaag: | 0 | 10 | 13 | 15 | 18 | 12 | 12 |
| gipsplaat verend tegen balklaag met minerale wol in spouw: | 2 | 12 | 15 | 20 | 25 | 14 | 14 |
| gipsplaat vrijhangend met minerale wol in spouw: | 10 | 20 | 25 | 28 | 30 | 23 | 23 |
| beton 100 mm gipsplaat op regels: | 1 | 4 | 10 | 11 | 14 | 8 | 8 |
| gipsplaat vrijhangend met minerale wol in spouw: | 9 | 15 | 29 | 34 | 37 | 19 | 19 |

*Tabel 7.8: Verbetering luchtgeluidisolatie bij toepassing van een plafond*

## 7.3 KAMERSCHEIDENDE WANDEN

### 7.3.1 Lichte steenachtige wanden

Lichte steenachtige wanden kunnen bestaan uit kalkzandsteen, baksteen, lichtbetonblokken of gipsblokken.

De geluidisolatie van deze wanden wordt grotendeels bepaald door de massa.
De geringe massa van deze wanden heeft tot gevolg dat de geluid-isolatie beperkt blijft.

Bij de lichte steenachtige wanden speelt ook de stijfheid een grote rol.
Een stijve lichte wand isoleert slecht in het belangrijke deel van het frequentiegebied (1500 Hz).

Deze wanden isoleren echter voldoende om als kamerscheiding te functioneren, immers de eisen aan kamerscheidende constructies liggen 20 dB ($I_{lu;k}$=-20 dB) lager dan die voor woningscheidende constructies.

In tabel 7.9 zijn voor een aantal lichte steenachtige wanden de geluidisolatiewaarden gegeven.

| Dikte [mm] | Massa [kg/m²] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $R_w$ [dB] | $I_{lu;lab}$ [dB |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beton | | | | | | | | |
| 70 | 161 | 35 | 32 | 34 | 44 | 53 | 41 | - 12 |
| 100 | 230 | 35 | 34 | 41 | 51 | 59 | 46 | - 7 |
| 120 | 276 | 36 | 36 | 45 | 54 | 62 | 49 | - 4 |
| 140 | 322 | 36 | 38 | 48 | 56 | 64 | 51 | - 2 |
| 160 | 368 | 37 | 41 | 50 | 59 | 66 | 53 | + 1 |
| Kalkzandsteen | | | | | | | | |
| 70 | 123 | 35 | 34 | 33 | 40 | 50 | 39 | - 13 |
| 100 | 175 | 35 | 34 | 36 | 47 | 55 | 43 | - 9 |
| 120 | 210 | 35 | 34 | 40 | 50 | 58 | 45 | - 7 |
| Gasbeton | | | | | | | | |
| 70 | 56 | 29 | 33 | 31 | 28 | 35 | 32 | - 21 |
| 100 | 80 | 32 | 34 | 29 | 32 | 41 | 34 | - 18 |
| 140 | 112 | 33 | 32 | 30 | 37 | 46 | 37 | - 15 |
| 160 | 128 | 34 | 31 | 32 | 39 | 47 | 38 | - 14 |
| 200 | 160 | 34 | 32 | 35 | 43 | 51 | 41 | - 11 |
| Gipsblok | | | | | | | | |
| 70 | 67 | 29 | 29 | 26 | 32 | 41 | 32 | - 21 |
| 100 | 96 | 30 | 28 | 29 | 38 | 47 | 36 | - 16 |
| 140 | 134 | 30 | 29 | 35 | 44 | 52 | 40 | - 12 |

*Tabel 7.9: Geluidisolatie lichte steenachtige homogene wanden*

### 7.3.2 Lichte samengestelde wanden

De kamerscheidende lichte samengestelde wanden zijn op dezelfde wijze opgebouwd als de woningscheidende lichte samengestelde wanden. De pakketten van beplating en stijl- en regelwerk behoeven echter niet zo'n zware opbouw te hebben, de eisen aan kamer-scheidende wanden zijn immers 20 dB minder streng.
In tabel 7.10 is de luchtgeluidisolatie van een aantal lichte samengestelde wanden aangegeven.

# 7 Materiaal- en bouwdeelgegevens

| Omschrijving | Geluidisolatie [dB] | | | | | $R_w$ [dB] | $I_{lu;lab}$ [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | | |
| 9 mm gipskarton / | | | | | | | |
| 50 mm spouw / | | | | | | | |
| 9 mm gipskarton: | | | | | | | |
| • Bladen niet gekoppeld | | | | | | | |
| - geen spouwvulling | 15 | 22 | 29 | 35 | 40 | 32 | - 20 |
| - 45 mm mineraalwol | 21 | 27 | 43 | 58 | 69 | 33 | - 19 |
| • Houten stijlen 600 mm h.o.h. | | | | | | | |
| - geen spouwvulling | 15 | 22 | 29 | 35 | 40 | 32 | - 20 |
| - 50 mm mineraalwol | 20 | 27 | 39 | 47 | 51 | 39 | - 13 |
| • Houten stijlen 300 mm h.o.h. | | | | | | | |
| - geen spouwvulling | 19 | 22 | 29 | 35 | 40 | 33 | - 19 |
| - 50 mm mineraalwol | 21 | 26 | 37 | 44 | 48 | 39 | - 13 |
| • C-profielen 600 mm h.o.h. | | | | | | | |
| - geen spouwvulling | 15 | 22 | 29 | 35 | 40 | 32 | - 20 |
| - 50 mm mineraalwol | 19 | 27 | 39 | 47 | 54 | 39 | - 13 |
| 2 x 9 mm gipskarton / | | | | | | | |
| 50 mm spouw / | | | | | | | |
| 2 x 9 mm gipskarton: | | | | | | | |
| • C-profielen 600 mm h.o.h. | | | | | | | |
| - 50 mm mineraalwol | 26 | 38 | 48 | 56 | 66 | 48 | - 4 |
| 2 x 9 mm gipskarton / | | | | | | | |
| 100 mm spouw / | | | | | | | |
| 2 x 9 mm gipskarton: | | | | | | | |
| • C-profielen 600 mm h.o.h. | | | | | | | |
| - 50 mm mineraalwol | 28 | 39 | 52 | 64 | 77 | 50 | - 2 |
| - 100 mm mineraalwol | 29 | 42 | 55 | 68 | 81 | 52 | 0 |
| • C-profielen gescheiden 600 mm h.o.h. | | | | | | | |
| - 100 mm mineraalwol | 30 | 46 | 57 | 69 | 80 | 54 | + 2 |

*Tabel 7.10: Geluidisolatie lichte samengestelde wanden*

## 7.4 KAMERSCHEIDENDE VLOEREN

### 7.4.1 Steenachtige vloeren

Een steenachtige vloer kan opgebouwd zijn als een:
- plaatvloer;
- bekistingsvloer;
- kanaalplaatvloer.

Zowel de lucht- als de contactgeluidisolatie van de enkelvoudige steenachtige vloer worden voornamelijk bepaald door de massa.

In de tabellen 7.11 en 7.12 is de luchtgeluidisolatie en het contactgeluidniveau gegeven voor massieve betonvloeren (inclusief een 30 mm afwerklaag).

| Dikte [mm] | Massa [kg/m²] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $R_w$ [dB] | $I_{lu;lab}$ [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beton | | | | | | | | |
| 130 | 356 | 40 | 42 | 50 | 58 | 66 | 53 | + 1 |
| 150 | 402 | 41 | 42 | 52 | 60 | 67 | 54 | + 3 |
| 170 | 448 | 41 | 44 | 54 | 61 | 68 | 56 | + 4 |
| 190 | 494 | 42 | 46 | 55 | 63 | 70 | 57 | + 5 |
| 210 | 540 | 42 | 48 | 56 | 64 | 71 | 59 | + 7 |

*Tabel 7.11: Luchtgeluidisolatie lichte steenachtige vloeren*

| Dikte [mm] | Massa [kg/m²] | Geluiddrukniveau [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $L_{nw}$ [dB] | $I_{co;lab}$ [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beton | | | | | | | | |
| 130 | 356 | 71 | 74 | 74 | 75 | 75 | 76 | - 6 |
| 150 | 402 | 69 | 71 | 72 | 72 | 73 | 74 | - 4 |
| 170 | 448 | 64 | 68 | 70 | 71 | 71 | 72 | - 2 |
| 190 | 494 | 62 | 66 | 68 | 69 | 69 | 71 | 0 |
| 210 | 540 | 60 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | + 1 |

*Tabel 7.12: Contactgeluiddrukniveau lichte steenachtige vloeren*

### 7.4.2 Houten vloeren

De houten vloer bestaat uit een houten balklaag met daarop vloerdelen en meestal een plafond onder tegen de balklaag.

De geluidisolatie van houten vloeren is over het algemeen minder goed dan van steenachtige vloeren.

Het toepassen van een plafond verbetert de lucht- en contactgeluidisolatie in de hoge frequenties aanzienlijk. Het plafond werkt daarbij als een lichte voorzetconstructie.

De verbetering bij de lage frequenties is echter gering, zij blijven bepalend. Evenals bij voorzetwanden geeft het toepassen van minerale wol in de spouw een verbetering. Uiteraard dient het plafond volledig gesloten (geen naden en kieren) te worden uitgevoerd.

Het loshouden van het plafond van de balken geeft een aanzienlijke verbetering van de geluidisolatie.

In tabel 7.13 zijn de lucht- en contactgeluidisolatie van diverse houten vloerconstructies aangegeven.

| Omschrijving | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Luchtgeluid | Geluidisolatie [dB] | | | | | $R_w$ [dB] | $I_{lu;lab}$ [dB] |
| houten vloer op balklaag | 18 | 15 | 20 | 23 | 28 | 22 | -29 |
| houten vloer op balklaag met gipsplaten plafond | 18 | 25 | 33 | 38 | 42 | 36 | -16 |
| Contactgeluid | Geluiddrukniveau [dB] | | | | | $L_{nw}$ [dB] | $I_{co,lab}$ [dB] |
| houten vloer op balklaag | 85 | 96 | 88 | 86 | 83 | 40 | -30 |
| houten vloer op balklaag met gipsplaten plafond | 86 | 86 | 74 | 71 | 67 | 49 | -21 |

*Tabel 7.13: Geluidisolatie van houten vloerconstructies*

### 7.4.3 Systeemvloeren

Onder systeemvloeren valt een groot aantal vloertypen die grofweg ingedeeld kunnen worden in twee typen:
- combinatievloer (broodjes);
- ribplaatvloer.

Deze vloeren worden voornamelijk toegepast als begane grond vloeren.

Bij een systeemvloer wordt de geluidisolatie niet alleen door de massa bepaald maar ook door de inwendige demping en de stijfheid van de constructie.

Een belangrijk kenmerk van systeemvloeren is de geringe massa. Hierdoor zijn systeemvloeren akoestisch minder gunstig dan massieve vloeren met dezelfde dikte.

Daar deze vloeren voornamelijk worden toegepast als begane grond vloeren is de geluidisolatie van belang voor de flankerende geluid-overdracht.

In tabel 7.14 is voor een aantal vloeren de geluidisolatie aangegeven.

| | Dikte [mm] | Massa [kg/m²] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $R_w$ [dB] | $I_{lu;lab}$ [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cassettevloer: | | | h.o.h 600 mm | | | | | | |
| | 340 | 200 | 34 | 34 | 34 | 39 | 49 | 40 | - 12 |
| | 350 | 285 | 36 | 38 | 38 | 43 | 53 | 44 | - 8 |
| | 380 | 350 | 36 | 42 | 52 | 51 | 59 | 52 | 0 |
| | | | h.o.h 1200 mm | | | | | | |
| | 340 | 150 | 32 | 31 | 33 | 38 | 48 | 38 | - 14 |
| | 350 | 200 | 33 | 33 | 35 | 42 | 52 | 40 | - 12 |
| | 380 | 260 | 33 | 36 | 40 | 50 | 58 | 45 | - 7 |
| | | | PS schuim | | | | | | |
| combinatievloer: | 200 | 180 | 33 | 33 | 34 | 42 | 51 | 40 | - 12 |
| gasbeton | 200 | 230 | 34 | 35 | 43 | 47 | 55 | 46 | - 6 |
| licht beton | 200 | 290 | 36 | 37 | 47 | 52 | 60 | 50 | - 2 |

*Tabel 7.14: Geluidisolatie systeemvloeren*

## 7.5 UITWENDIGE SCHEIDINGS-CONSTRUCTIES

De uitwendige scheidingsconstructies worden onderverdeeld in:
Daken, paragraaf 7.5.1;
Gevels, paragraaf 7.5.2.

### 7.5.1 Daken

Het dakpakket kan worden gezien als een samengestelde constructie.

Evenals bij de samengestelde wand wordt de geluidisolatie bepaald door:

- de slapheid van de plaatmaterialen;
- de breedte van de spouw tussen de dakplaat en de dakpannen;
- de vulling van de spouw;
- de wijze waarop de bladen verstijfd en gekoppeld zijn;
- materiaal van het plafond.

### 7.5.1.1 Platte daken

In tabel 7.15 is voor een aantal platte daken de opbouw omschreven en de geluidisolatie gegeven.

| Omschrijving dakopbouw | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| • houten dakbeschot / isolatie / bitumineuze dakbedekking: | 16 | 25 | 26 | 24 | 30 | 25 |
| met 30 mm grind op dak | 21 | 27 | 27 | 29 | 34 | 28 |
| • houten dakbeschot/ isolatie / bitumineuze dakbedekking/ gesloten plafond op 100 mm met minerale wol in spouw: | 22 | 24 | 29 | 39 | 47 | 30 |
| 30 mm grind op dak: | 25 | 27 | 32 | 42 | 50 | 33 |
| • 100 mm beton / thermische isolatie / bitumineuze dakbedekking / massa ca. 225 kg/m²: | 36 | 39 | 44 | 50 | 55 | 44 |
| • 150 mm lichtbeton / bitumineuze dakbedekking / massa ca. 100 kg/m² | 33 | 35 | 36 | 41 | 47 | 38 |
| • 300 mm lichtbeton / bitumineuze / dakbedekking / massa ca. 200 kg/m² | 35 | 38 | 42 | 48 | 53 | 43 |

*Tabel 7.15: Geluidisolatie platte daken*

### 7.5.1.2 Hellende daken

In tabel 7.16 is voor een aantal platte daken de opbouw omschreven en de geluidisolatie gegeven.

| Omschrijving dakopbouw | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| • ongeïsoleerd pannendak op beschot van houten delen, zonodig kierdicht gemaakt met watervast multiplex<br>- gordingenkap<br>- 10 kg/m²<br>- dakspouw 30-70 mm | 20 | 20 | 26 | 33 | 40 | 27 |
| • pannendak met geïsoleerde dakplaten (PUR/PS)<br>- gordingen/sporenkap<br>- 8-18 kg/m²<br>- dakspouw 30-70 mm | 20 | 20 | 28 | 34 | 40 | 27 |
| • pannendak met geïsoleerde dakplaten (PUR/PS)<br>- omgekeerde sporenkap<br>- 15-25 kg/m²<br>- dakspouw 100-135 mm | 17 | 22 | 29 | 38 | 42 | 27 |
| • pannendak met geïsoleerd dakbeschot.<br>Thermische isolatie met minerale wol van 16 kg/m³<br>- gordingen/sporenkap<br>- 8-15 kg/m²<br>- dakspouw 70-110 mm | 21 | 26 | 37 | 40 | 44 | 32 |

*-zie vervolg op pag. 180-*

*-vervolg-*

| Omschrijving dakopbouw | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| • pannendak met geïsoleerd dakbeschot. Thermische isolatie met minerale wol van 16 kg/m³<br>- omgekeerde sporenkap<br>- 15-25 kg/m²<br>- dakspouw 155-210 mm<br>- dikte minerale wol minimaal 35 % van de spoorhoogte | 15 | 28 | 38 | 43 | 46 | 28 |
| • pannendak met geïsoleerd dakbeschot. Thermische isolatie met minerale wol van 16 kg/m³<br>- omgekeerde sporenkap<br>- 15-25 kg/m²<br>- dakspouw 155-210 mm<br>- dikte minerale wol minimaal 50 % van de spoorhoogte | 19 | 29 | 38 | 43 | 46 | 32 |
| • pannendak met geïsoleerd dakbeschot. Thermische isolatie met minerale wol van 16 kg/m³<br>- omgekeerde sporenkap<br>- 15-25 kg/m²<br>- dakspouw 155-210 mm<br>- dikte minerale wol minimaal 80 % van de spoorhoogte | 24 | 31 | 38 | 43 | 46 | 35 |

*-zie vervolg op pag. 181-*

*-vervolg-*

| Omschrijving dakopbouw | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| • pannendak met zelfdrogende doosconstructie<br>- lichte uitvoering<br>- ribhoogte 67-100 mm gevuld met minerale wol van ca. 12 kg/m³<br>- 12-18 kg/m²<br>- dakspouw 40-50 mm | 17 | 23 | 32 | 41 | 47 | 28 |
| • pannendak met zelfdragende doosconstructie<br>- zwaardere uitvoering<br>- ribhooge 120-140 mm en 45 mm met minerale wol van ca. 12 kg/m³<br>- 19-25 kg/m²<br>- dakspouw 40-50 mm | 19 | 29 | 38 | 43 | 47 | 32 |
| • pannendak met zelfdragende gasbeton-elementen<br>- licht: 80 kg/m²<br>- dakspouw 50 mm | 27 | 30 | 34 | 44 | 50 | 35 |
| • pannendak met zelfdragende gasbeton-elementen<br>- middelzwaar: 150 kg/m²<br>- dakspouw 50 mm | 31 | 34 | 40 | 50 | 58 | 40 |
| • pannendak met zelfdragende gasbeton-elementen<br>- zwaar: 200 kg/m²<br>- dakspouw 50 mm | 35 | 38 | 43 | 51 | 58 | 44 |
| • pannendak met zelfdragende grindbeton-elementen<br>- thermische isolatie PUR-PS schuim<br>- 225 kg/m²<br>- dakspouw 50 mm | 35 | 39 | 45 | 53 | 58 | 45 |

*Tabel 7.16: Geluidisolatie hellende daken*

## 7.5.2 Gevels

### 7.5.2.1 Niet-transparante geveldelen

Niet-transparante geveldelen kunnen bestaan uit:
- steenachtig materiaal;
- lichte gevelelementen.

**Steenachtig materiaal**
Het steenachtig dichte geveldeel kan bestaan uit:
- een gemetselde spouwmuur;
- een spouwmuur bestaande uit een prefab beton binnenspouwblad en een gemetseld buitenspouwblad;
- steenachtig binnenspouwblad met buitenisolatie.

*steenachtige geveldelen*

Steenachtige geveldelen hebben een dusdanig grote massa dat de geluidisolatie hoog is ten opzichte van de andere, lichtere geveldelen.
Die bepalen daarom meestal de geluidisolatie van de totale gevel.

In tabel 7.17 is de geluidisolatie van gesloten, steenachtige geveldelen gegeven in octaafbanden en in dB(A) ten opzichte van het referentiespectrum buitengeluid.

| Massa [kg/m²] | Geluidisolatie [dB] | | | | | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | |
| 161-200 | 37 | 42 | 45 | 52 | 59 | 46 |
| 201-250 | 38 | 42 | 48 | 55 | 61 | 48 |
| 251-320 | 39 | 43 | 50 | 57 | 63 | 49 |
| 321-400 | 40 | 43 | 50 | 58 | 64 | 49 |
| 401-500 | 42 | 46 | 52 | 59 | 65 | 52 |

*Tabel 7.17: De geluidisolatie van steenachtige geveldelen*

**Lichte gevelelementen**
Onder de lichte gevelelementen vallen onder andere borstweringspanelen en puivullingen. De panelen hebben veelal een geringe massa en in veel gevallen een grote stijfheid.

*borstweringspanelen, puivullingen*

Er zijn globaal drie typen lichte panelen te onderscheiden:
- enkelvoudige constructies;
- gelaagde constructies;
- opbouwconstructies.

**Enkelvoudige constructies**
In tabel 7.18 is voor enkele enkelvoudige lichte gevelpanelen de geluidisolatie gegeven in octaafbanden en in dB(A) ten opzichte van het referentiespectrum buitengeluid.

| Materiaal | Dikte [mm] | Massa [kg/m²] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| staalplaat | 1 | 8 | 19 | 23 | 29 | 32 | 36 | 28 |
| | 3,5 | 28 | 29 | 33 | 36 | 39 | 41 | 37 |
| | 7 | 55 | 33 | 38 | 39 | 40 | 30 | 35 |
| pvc-plaat | 2,5 | 3 | 7 | 11 | 18 | 21 | 22 | 16 |
| spaanplaat | 16 | 10 | 14 | 18 | 22 | 26 | 20 | 21 |
| | 36 | 20 | 22 | 24 | 27 | 24 | 29 | 26 |
| cement-gebonden vezelplaat | 6 | 10 | 21 | 26 | 32 | 36 | 39 | 31 |

*Tabel 7.18: De geluidisolatie van enkelvoudige panelen*

**Gelaagde constructies**
- Kenmerkende gelaagde constructies zijn:
  - panelen met een dunne elastische tussenlaag, bijvoorbeeld twee gipsplaten verlijmd;
  - panelen met een stijve tussenlaag, bijvoorbeeld kunstofschuim met aan twee zijden plaatmateriaal gelijmd;
  - panelen met een anisotrope kernlaag, bijvoorbeeld honingraat met aan twee zijden plaatmateriaal gelijmd.

Tabel 7.19 geeft de geluidisolatie van enkele gelaagde lichte gevelpanelen in octaafbanden en in dB(A) ten opzichte van het referentiespectrum buitengeluid.

# 7 Materiaal- en bouwdeelgegevens

| Opbouw | Massa [kg/m²] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| papieren honingraat (ø 4 mm) dikte 75 mm | | | | | | | |
| - 2x hardboard, 4 mm | 11 | 1 | 8 | 9 | 11 | 19 | 10 |
| - 2x triplex, 6 mm dikte 60 mm | 10 | 5 | 6 | 10 | 13 | 22 | 11 |
| - 2x asbestcement, 4 mm | 19 | 7 | 13 | 20 | 23 | 27 | 18 |
| - 2x gipskarton, 12,5 mm dikte 25 mm | 29 | 15 | 20 | 26 | 29 | 30 | 25 |
| - 2x triplex, 4,3 mm verzwaard met hwc-plaat 15 mm | 33 | 22 | 27 | 34 | 41 | 47 | 32 |
| geëxpandeerde kurk, 45 mm | | | | | | | |
| - 2x asbestcement, 5 mm | 29 | 25 | 27 | 29 | 36 | 44 | 31 |
| polystyreenschuim 25 kg/m³ dikte 60 mm | | | | | | | |
| - 2x staalplaat, 1 mm | 22 | 10 | 27 | 25 | 30 | 35 | 23 |
| - 2x gipskarton, 9,5 mm | 26 | 17 | 22 | 20 | 25 | 24 | 22 |
| - 2x hardboard, 4 mm | 13 | 15 | 20 | 24 | 26 | 17 | 21 |
| polyurethaanschuim 50 kg/m³ dikte 30 mm | | | | | | | |
| - 2x gipskarton, 9,5 mm | 21 | 17 | 22 | 23 | 30 | 41 | 25 |
| - 2x aluminium, 0,8 mm | 6 | 10 | 16 | 18 | 20 | 24 | 18 |
| - 2x asbestcement, 5 mm | 23 | 20 | 25 | 29 | 35 | 34 | 24 |
| steenwol, 85 kg/m³ dikte 62 mm | | | | | | | |
| - 2x staalplaat, 0,8 mm | 16 | 22 | 35 | 40 | 48 | 54 | 35 |
| foamglas, 40 mm | | | | | | | |
| - 2x Eflex + emailstaal, 3,2 mm | 26 | 23 | 26 | 30 | 33 | 37 | 30 |
| - 2x gipskarton, 9,5 mm | 21 | 23 | 25 | 29 | 29 | 35 | 29 |
| - 2x staalplaat, 0,8 mm | 17 | 22 | 23 | 28 | 31 | 33 | 28 |
| - 2x aluminium, 2 mm | 17 | 23 | 24 | 29 | 32 | 32 | 29 |
| - 2x sendz. verz.staal, 1 mm | 23 | 25 | 26 | 31 | 35 | 43 | 31 |
| - 2x sendz. verz.staal, 2 mm | 37 | 29 | 30 | 36 | 38 | 41 | 36 |
| - 2x sendz. verz. staal, 2 mm + lijm | 38 | 28 | 29 | 35 | 39 | 42 | 35 |

*Tabel 7.19: De geluidisolatie van lichte sandwichpanelen*

**Spouwconstructies**
Voor een zo hoog mogelijke geluidisolatie van een spouwconstructie:
- maak de spouw zo groot mogelijk;
- verdubbel de beplating;
- neem de h.o.h. afstand tussen de regels zo groot mogelijk;
- pas een gescheiden stijl- en regelwerk toe.

### 7.5.2.2 Ramen

De geluidisolatie van ramen is vaak bepalend voor de geluidwering van de gevel.

De geluidisolatie van ramen wordt in hoofdzaak bepaald door:
- soort beglazing;
- beglazingssysteem;
- de afmetingen;
- de kozijnconstructie;
- de aansluitingen;
- de kierdichting.

**Soort beglazing**
Beglazing kan worden onderverdeeld in:

Enkel glas
- enkelvoudig glas (3 tot 12 mm dik).
- gelaagd glas:
  - met tussenlaag van PVB-folie;
  - met tussenlaag van acrylaathars.

Dubbel glas
- dubbel glas (gesloten spouw):
  - spouw met luchtvulling;
  - spouw met gasvulling.
- dubbele ramen:
  - twee aparte ramen al dan niet gekoppeld (geventileerde spouw);
  - ramen met daarop aangebracht een voorzetraam.

# 7 Materiaal- en bouwdeelgegevens

**Enkel glas**
De geluidisolatie van enkel glas wordt bepaald door:
- de massa (dikte) glas;
- de stijfheid;
- de afmetingen.

Als de massa toeneemt, wordt de geluidisolatie beter. Bij de toename van de massa verschuift de grensfrequentie naar een ongunstiger frequentiegebied: 1000-2000 Hz.

In tabel 7.20 is de geluidisolatie van enkel glas met verschillende diktes weergegeven in octaafbanden en in dB(A) ten opzichte van het referentiespectrum buitengeluid.

| Glas dikte [mm] | Geluidisolatie [dB] | | | | | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | |
| 4 | 19 | 23 | 26 | 30 | 32 | 27 |
| 6 | 21 | 25 | 28 | 31 | 27 | 28 |
| 8 | 23 | 26 | 30 | 32 | 28 | 29 |
| 12 | 25 | 28 | 31 | 27 | 34 | 29 |

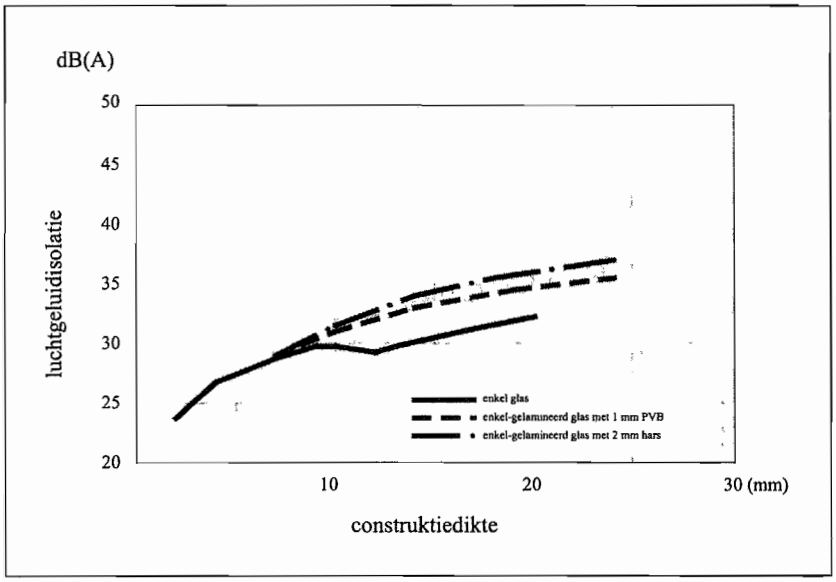
*Tabel 7.20: Geluidisolatie enkel glas*

**Gelaagd glas**
Bij gelaagd glas worden twee glasbladen verbonden via een elastische laag. Als tussenlaag wordt polyvinylbutyl (PVB-folie) of acrylaathars gebruikt, in dikte variërend van 0,38 mm tot enkele mm. De verbetering van de geluidisolatie ten opzichte van even dik enkel glas blijkt duidelijk uit de octaafbandwaarden, maar komt niet goed tot uiting in de $R_A$-waarde.

*polyvinylbutyl, acrylaathars*

Vaak wordt de dikte van de tussenlaag apart aangegeven. Gelaagd glas aangeduid met 11.1 mm bestaat uit 1 mm PVB of acrylaat tussen twee glasbladen met een gezamenlijke dikte van 11 mm (bv. 5 en 6 mm); de totale constructie is dus 12 mm dik.

In afbeelding 7.8 is de invloed van zo'n tussenlaag grafisch weergegeven.




*Afbeelding 7.8: De invloed van de tussenlaag op de geluidisolatie bij gelaagd glas*

In tabel 7.21 is de geluidisolatie van gelamineerd glas gegeven in octaafbanden en in dB(A) ten opzichte van het referentiespectrum buitengeluid.

| Glas samenstelling [mm] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PVB | | | | | | |
| 11.1 | 24 | 28 | 31 | 33 | 37 | 32 |
| 13.2 | 25 | 29 | 32 | 34 | 39 | 32 |
| 15.1 | 26 | 29 | 32 | 34 | 41 | 32 |
| 19.1 | 27 | 30 | 33 | 36 | 44 | 34 |
| HARS | | | | | | |
| 10.2 | 24 | 28 | 32 | 36 | 39 | 32 |
| 12.2 | 25 | 29 | 33 | 36 | 40 | 33 |
| 14.2 | 26 | 30 | 34 | 37 | 41 | 34 |

*11.1 mm: totale dikte glas 11 mm, dikte tussenlaag 1 mm.

*Tabel 7.21: Geluidisolatie gelaagd glas*

# 7 Materiaal- en bouwdeelgegevens

**Dubbel glas**
De geluidisolatie van dubbel glas is afhankelijk van:
- de dikte van de glasbladen;
- de spouw tussen de glasbladen;
- de koppeling tussen de glasbladen;
- de spouwvulling;
- de randabsorptie en randdemping;
- de evenwijdigheid van de glasbladen.

De spouwbreedte is de belangrijkste invloedsgrootheid. Hoe groter de spouw hoe hoger de geluidisolatie.

De meest gangbare spouwbreedte bij geprefabriceerd dubbelglas is 12 mm. De maximaal haalbare spouwbreedte is ongeveer 24 mm. De geluidisolatie wordt beter bij een spouw groter dan 60 mm. Een dergelijk grote spouw kan gerealiseerd worden met een voorzetraam of dubbele ramen. Bij dergelijke ramen zijn het schoonhouden en het risico van condensatie tegen het buitenste glasblad vaak een probleem.
Het is daarom belangrijk de binnenruit dampdicht aan te brengen en in het buitenkozijn ontspanningsopeningen te maken. Dit laatste omdat bij een temperatuurtoename de druk oploopt.

De koppeling tussen de spouwbladen is van invloed op de geluidisolatie. Een akoestisch flexibele verbinding is daarbij belangrijk.

De geluidisolatie van prefab dubbel glas kan verhoogd worden door het vullen van de spouw met een 'zwaar' gas in plaats van droge lucht. Als gasvulling wordt meestal zwavelhexafluoride ($SF_6$) toegepast. *gasvulling*

Een probleem van gasvulling bij dubbel glas is het gedrag op de lange duur (diffunderen). Verder is het moeilijk om de aanwezigheid van gas te controleren. De geluidisolatie van dubbel glas kan ook worden verhoogd door voor een of beide glasbladen gelamineerd glas te gebruiken.

Het toepassen van geluidabsorberend materiaal in de spouw tegen de zijkanten van het kozijn heeft veel effect bij zeer grote spouwen (> 80 mm).

# 7 Materiaal- en bouwdeelgegevens

Tabel 7.22 geeft de geluidisolatie van dubbel glas, zowel voor een luchtgevulde als voor een gasgevulde spouw in octaafbanden en in dB(A) ten opzichte van het referentiespectrum buitengeluid.

| Glas samenstelling [mm] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4-6-4 | 22 | 23 | 23 | 32 | 34 | 26 |
| 4-6-4-gas | 22 | 21 | 26 | 40 | 37 | 28 |
| 4-6-6 | 24 | 24 | 26 | 33 | 33 | 28 |
| 4-6-6 gas | 24 | 22 | 28 | 41 | 33 | 29 |
| 4-6-8 | 25 | 24 | 27 | 32 | 32 | 29 |
| 4-6-8 gas | 24 | 22 | 30 | 39 | 32 | 29 |
| 4-12-4 | 21 | 22 | 28 | 36 | 38 | 28 |
| 4-12-4 gas | 20 | 18 | 33 | 43 | 40 | 27 |
| 4-12-6 | 22 | 21 | 29 | 37 | 37 | 29 |
| 4-12-6 gas | 21 | 18 | 35 | 44 | 37 | 27 |
| 4-12-8 | 23 | 22 | 30 | 36 | 36 | 29 |
| 4-12-8 gas | 22 | 20 | 36 | 43 | 36 | 28 |
| 6-12-6 | 23 | 21 | 31 | 36 | 31 | 28 |
| 6-12-6 gas | 22 | 20 | 36 | 43 | 36 | 28 |
| 4-16-4 | 21 | 19 | 30 | 38 | 39 | 27 |
| 4-16-4 gas | 20 | 17 | 36 | 44 | 42 | 26 |
| 4-12-10 | 24 | 23 | 30 | 34 | 34 | 30 |
| 4-12-10 gas | 23 | 22 | 37 | 39 | 34 | 30 |
| 6-12-8 | 24 | 23 | 31 | 35 | 30 | 29 |
| 4-12-8 gas | 22 | 24 | 39 | 40 | 30 | 30 |
| 4-1622 | 20 | 31 | 38 | 39 | 28 | |
| 4-16-6 gas | 21 | 22 | 38 | 45 | 39 | 30 |
| 6-12-10 | 24 | 24 | 32 | 34 | 34 | 31 |
| 6-12-10 gas | 23 | 25 | 40 | 36 | 34 | 31 |
| 4-16-8 | 23 | 23 | 32 | 37 | 39 | 30 |
| 4-16-8 gas | 21 | 24 | 39 | 44 | 37 | 31 |
| 6-16-8 | 23 | 25 | 33 | 37 | 32 | 31 |
| 6-16-8 gas | 22 | 27 | 41 | 41 | 32 | 32 |
| 4-20-6 | 22 | 23 | 32 | 40 | 40 | 30 |
| 4-20-6 gas | 20 | 26 | 40 | 46 | 40 | 32 |
| 6-16-10 | 24 | 26 | 22 | 36 | 36 | 32 |
| 6-16-10 gas | 22 | 28 | 41 | 38 | 36 | 33 |
| 4-20-8 | 23 | 25 | 33 | 38 | 38 | 31 |
| 4-20-8 gas | 21 | 27 | 41 | 45 | 38 | 32 |

*-zie vervolg op pag. 190-*

*-vervolg-*

| Glas samenstelling [mm] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4-20-10 | 23 | 26 | 33 | 37 | 37 | 32 |
| 4-20-10 gas | 22 | 28 | 41 | 41 | 37 | 33 |
| 4-24-6 | 22 | 26 | 33 | 41 | 41 | 32 |
| 4-24-6 gas | 20 | 28 | 41 | 46 | 41 | 32 |
| 4-24-8 | 23 | 26 | 34 | 39 | 39 | 32 |
| 4-24-8 gas | 21 | 29 | 41 | 46 | 39 | 33 |
| 4-24-10 | 23 | 27 | 34 | 38 | 38 | 32 |
| 4-24-10 gas | 21 | 29 | 42 | 42 | 38 | 41 |
| 6-24-10 | 24 | 28 | 36 | 38 | 38 | 33 |
| 6-24-10 gas | 24 | 28 | 36 | 38 | 38 | 34 |
| 8-24-10 | 24 | 29 | 37 | 36 | 34 | 33 |
| 8-24-10 gas | 22 | 34 | 43 | 38 | 34 | 33 |
| 8-24-12 | 25 | 29 | 37 | 37 | 37 | 34 |
| 8-24-12 gas | 23 | 35 | 44 | 37 | 37 | 34 |

*Tabel 7.22: Geluidisolatie dubbel glas*

Tabel 7.23 geeft de geluidisolatie voor dubbel glas met een gelamineerd spouwblad, zowel voor een luchtgevulde als een gasgevulde spouw in octaafbanden en in dB(A) ten opzichte van het referentiespectrum buitengeluid.

# 7 Materiaal- en bouwdeelgegevens

| Glas samenstelling [mm] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tussenlaag Pvb | | | | | | |
| 4-12-8.1 | 23 | 22 | 30 | 36 | 39 | 29 |
| 4-12-8.1 gas | 22 | 20 | 36 | 43 | 39 | 29 |
| 6-12-8.1 | 24 | 24 | 31 | 35 | 38 | 30 |
| 6-12-8.1 gas | 22 | 24 | 39 | 40 | 38 | 31 |
| 4-12-12.1 | 25 | 24 | 31 | 36 | 36 | 31 |
| 4-12-12.1 gas | 23 | 23 | 37 | 38 | 36 | 31 |
| 6-12-12.1 | 25 | 25 | 32 | 36 | 43 | 32 |
| 6-12-12.1 gas | 23 | 26 | 40 | 36 | 36 | 32 |
| 8-12-12.1 | 26 | 26 | 33 | 36 | 36 | 32 |
| 8-12-12.1 gas | 23 | 28 | 41 | 36 | 36 | 33 |
| 6-16-12.1 | 25 | 26 | 34 | 38 | 38 | 33 |
| 6-16-12.1 gas | 25 | 29 | 41 | 38 | 38 | 33 |
| 8-16-12.1 | 25 | 27 | 35 | 38 | 38 | 33 |
| 8-16-12.1 gas | 23 | 31 | 42 | 38 | 38 | 34 |
| 6-20-12.1 | 25 | 27 | 35 | 39 | 39 | 33 |
| 6-20-12.1 gas | 22 | 31 | 42 | 39 | 39 | 34 |
| 8-20-12.1 | 26 | 28 | 36 | 39 | 39 | 34 |
| 8-20-12.1 gas | 23 | 33 | 43 | 39 | 39 | 35 |
| 6-24-12.1 | 25 | 28 | 36 | 40 | 40 | 34 |
| 6-24-12.1 gas | 22 | 33 | 43 | 40 | 40 | 35 |
| 8-24-12.1 | 26 | 29 | 37 | 40 | 40 | 35 |
| 8-24-12.1 gas | 23 | 35 | 44 | 40 | 40 | 36 |

*-zie vervolg op pag. 192-*

*-vervolg-*

| Glas samenstelling [mm] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tussenlaag hars | | | | | | |
| 4-12-10.2 | 25 | 25 | 33 | 39 | 40 | 32 |
| 4-12-10.2 gas | 23 | 24 | 39 | 47 | 40 | 32 |
| 6-12-10.2 | 25 | 26 | 34 | 39 | 40 | 33 |
| 6-12-10.2 gas | 23 | 24 | 39 | 47 | 40 | 32 |
| 6-12-12.2 | 26 | 27 | 35 | 38 | 39 | 34 |
| 6-12-12.2 gas | 24 | 25 | 40 | 45 | 39 | 33 |
| 8-12-12.2 | 27 | 27 | 36 | 38 | 39 | 34 |
| 8-12-12.2 gas | 25 | 29 | 44 | 39 | 39 | 35 |
| 6-16-12.2 | 26 | 28 | 36 | 40 | 41 | 34 |
| 6-16-12.2 gas | 24 | 30 | 44 | 44 | 41 | 35 |
| 8-16-12.2 | 27 | 29 | 37 | 40 | 41 | 35 |
| 8-16-12.2 gas | 24 | 31 | 44 | 43 | 41 | 35 |
| 6-20-12.2 | 26 | 29 | 38 | 41 | 42 | 35 |
| 6-20-12.2 gas | 24 | 33 | 45 | 45 | 42 | 36 |
| 8-12-12.2 | 27 | 30 | 39 | 41 | 42 | 36 |
| 8-12-12.2 gas | 25 | 35 | 46 | 42 | 42 | 37 |
| 6-24-12.2 | 26 | 30 | 39 | 42 | 43 | 36 |
| 6-24-12.2 gas | 24 | 35 | 46 | 46 | 43 | 36 |

*Tabel 7.23: Geluidisolatie dubbel glas met gelamineerd spouwblad*

Tabel 7.24 geeft de geluidisolatie voor dubbel glas met twee gelamineerde spouwbladen, zowel voor een luchtgevulde als een gasgevulde spouw in octaafbanden en in dB(A) ten opzichte van het referentiespectrum buitengeluid.

Tabel 7.25 geeft de geluidisolatie voor dubbele ramen.

# 7 Materiaal- en bouwdeelgegevens

| Glas samenstelling [mm] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tussenlagen: | Pvb - pvb | | | | | |
| 8.1-12.8-1 | 24 | 25 | 32 | 35 | 41 | 31 |
| 8.1-12.8-1 gas | 23 | 26 | 40 | 37 | 41 | 32 |
| 8.1-12-12.1 | 26 | 26 | 33 | 36 | 39 | 32 |
| 8.1-12-12.1 gas | 24 | 28 | 42 | 36 | 39 | 34 |
| 8.1-16-8.1 | 24 | 26 | 34 | 36 | 42 | 32 |
| 8.1-16-8.1 gas | 22 | 29 | 41 | 38 | 42 | 33 |
| 8.1-16-21.1 | 26 | 27 | 35 | 38 | 41 | 34 |
| 8.1-16-21.1 gas | 24 | 31 | 42 | 38 | 41 | 35 |
| 8.1-20-8.1 | 24 | 27 | 35 | 37 | 43 | 33 |
| 8.1-20-8.1 gas | 22 | 31 | 42 | 39 | 43 | 34 |
| 8.1-20-12.1 | 27 | 28 | 36 | 39 | 42 | 35 |
| 8.1-20-12.1 gas | 24 | 33 | 43 | 39 | 42 | 36 |
| 8.1-24-8.1 | 25 | 28 | 36 | 38 | 44 | 34 |
| 8.1-24-8.1 gas | 22 | 33 | 43 | 40 | 44 | 35 |
| 8.1-24-12.1 | 27 | 29 | 37 | 40 | 43 | 35 |
| 8.1-24-12.1 gas | 24 | 35 | 44 | 40 | 43 | 36 |
| Tussenlagen: | Pvb - hars | | | | | |
| 8.1-12-20.1 | 26 | 27 | 35 | 39 | 42 | 34 |
| 8.1-12-20.1 gas | 24 | 28 | 43 | 41 | 42 | 35 |
| 8.1-12-12.2 | 27 | 27 | 36 | 38 | 42 | 34 |
| 8.1-12-12.2 gas | 25 | 29 | 44 | 39 | 42 | 35 |
| 8.1-16-10.2 | 26 | 28 | 37 | 40 | 44 | 35 |
| 8.1 16- 10.2 gas | 24 | 31 | 44 | 43 | 44 | 36 |
| 8.1-16-12.2 | 28 | 29 | 37 | 40 | 44 | 35 |
| 8.1-16-12.2 gas | 26 | 32 | 45 | 41 | 44 | 37 |
| 8.1-20-10.2 | 27 | 29 | 38 | 41 | 45 | 36 |
| 8.1-20-10.2 gas | 24 | 34 | 45 | 44 | 45 | 37 |
| 8.1-20-12.2 | 28 | 30 | 39 | 41 | 45 | 36 |
| 8.1-20-12.2 gas | 26 | 35 | 46 | 42 | 45 | 38 |
| 8.1-24-10.2 | 27 | 30 | 39 | 42 | 46 | 36 |
| 8.1-24-10.2 gas | 24 | 36 | 46 | 45 | 46 | 37 |
| 8.1-24-12.2 | 28 | 31 | 40 | 42 | 46 | 37 |
| 8.1-24-12.2 gas | 26 | 37 | 46 | 43 | 46 | 38 |

*-zie vervolg op pag. 194-*

*-vervolg-*

| Glas samenstelling [mm] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tussenlagen: | Hars - hars | | | | | |
| 10.2-12-10.2 | 28 | 29 | 38 | 42 | 44 | 36 |
| 10.2-12-10.2 gas | 26 | 31 | 46 | 46 | 44 | 37 |
| 10.2-16-10.2 | 29 | 30 | 40 | 44 | 46 | 37 |
| 10.2-16-10.2 gas | 27 | 34 | 47 | 48 | 46 | 38 |
| 10.2-20-10.2 | 29 | 32 | 41 | 45 | 47 | 38 |
| 10.2-20-10.2 gas | 27 | 36 | 48 | 49 | 47 | 39 |
| 19.2-24-10.2 | 29 | 33 | 42 | 46 | 48 | 39 |
| 19.2-24-10.2 gas | 26 | 38 | 49 | 50 | 48 | 39 |

*Tabel 7.24: Geluidisolatie dubbel glas met twee gelamineerde spouwbladen*

| Glas samenstelling [mm] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4-40-4 | 21 | 27 | 35 | 42 | 44 | 32 |
| 4-40-6 | 22 | 28 | 36 | 43 | 44 | 33 |
| 4-40-8 | 22 | 29 | 37 | 42 | 44 | 33 |
| 4-40-10 | 23 | 29 | 37 | 41 | 41 | 34 |
| 6-40-8 | 22 | 30 | 38 | 42 | 37 | 34 |
| 6-40-10 | 23 | 31 | 38 | 41 | 41 | 35 |
| 6-40-12 | 25 | 31 | 39 | 40 | 40 | 35 |
| 4-80-4 | 20 | 31 | 39 | 46 | 48 | 33 |
| 4-80-6 | 23 | 32 | 40 | 47 | 47 | 36 |
| 4-80-8 | 25 | 33 | 40 | 46 | 46 | 37 |
| 4-80-10 | 26 | 33 | 41 | 45 | 45 | 37 |
| 6-80-8 | 27 | 34 | 42 | 46 | 41 | 38 |
| 6-80-12 | 27 | 35 | 42 | 44 | 44 | 39 |
| 4-160-4 | 27 | 35 | 42 | 50 | 52 | 39 |
| 4-160-6 | 28 | 36 | 43 | 51 | 51 | 40 |
| 4-160-8 | 29 | 37 | 44 | 50 | 50 | 41 |
| 4-160-10 | 29 | 37 | 44 | 48 | 48 | 41 |
| 6-160-8 | 30 | 38 | 45 | 48 | 48 | 41 |
| 6-160-10 | 31 | 38 | 46 | 48 | 48 | 42 |
| 6-160-12 | 31 | 39 | 46 | 47 | 47 | 42 |

*-zie vervolg op pag. 195-*

*-vervolg-*

| Glas samenstelling [mm] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tussenlaag: hars | | | | | | |
| 4-40-10.2 | 24 | 31 | 39 | 46 | 47 | 36 |
| 4-40-12.2 | 25 | 31 | 40 | 45 | 46 | 36 |
| 6-40-10.2 | 25 | 32 | 41 | 46 | 46 | 37 |
| 6-40-12.2 | 26 | 33 | 41 | 45 | 46 | 37 |
| 8-40-12.2 | 26 | 33 | 42 | 45 | 46 | 37 |
| 8-40-12.2 | 27 | 34 | 42 | 45 | 46 | 38 |
| 4-80-10.2 | 26 | 35 | 43 | 50 | 50 | 38 |
| 4-80-12.2 | 27 | 35 | 44 | 49 | 50 | 39 |
| 6-80-10.2 | 28 | 36 | 45 | 49 | 50 | 40 |
| 6-80-12.2 | 28 | 37 | 45 | 49 | 50 | 40 |
| 8-80-10.2 | 29 | 37 | 45 | 49 | 50 | 41 |
| 8-80-12.2 | 29 | 38 | 46 | 48 | 49 | 41 |
| 4-160-10.2 | 30 | 38 | 47 | 53 | 54 | 42 |
| 4-160-12.2 | 30 | 39 | 47 | 52 | 53 | 42 |
| 6-160-10.2 | 31 | 40 | 48 | 53 | 54 | 43 |
| 6-160-12.2 | 32 | 40 | 49 | 52 | 53 | 44 |
| 8-160-10.2 | 32 | 41 | 49 | 53 | 53 | 44 |
| 8-160-12.2 | 33 | 41 | 50 | 52 | 53 | 45 |

*Tabel 7.25: Geluidisolatie dubbele ramen*

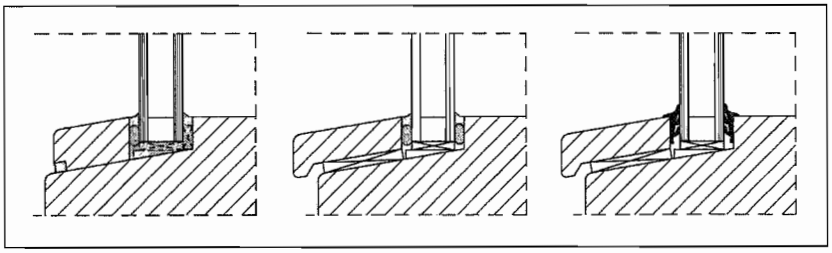
**Beglazingssysteem**
Het systeem van beglazing is van invloed op de starheid van de inklemming en de kierdichting.

Bij grote glasvlakken verdient een flexibele inklemming de voorkeur. Dit kan met een droog beglazingssysteem zoals bijvoorbeeld flexibele profielen (neopreen) of plastische / elastische kitsoorten.

Bij kleine ramen heeft een starre inklemming juist een gunstig effect op de geluidisolatie.

Bij dubbel glas zijn twee beglazingssystemen te onderscheiden:
- gesloten beglazingssysteem;
- ontlucht beglazingssysteem.

Akoestisch gezien is het gesloten systeem meestal iets minder critisch.
In afbeelding 7.9 zijn de beglazingssystemen schematisch weergegeven.



*Afbeelding 7.9: Beglazingssystemen*

**Afmetingen raamvlak**
Kleinere glasvlakken hebben een betere geluidisolatie dan grotere glasvlakken.
Het verschil blijft echter beperkt tot enkele dB's.

**Kozijnconstructie**
De invloed van de kozijnconstructie op de geluidisolatie is meestal te verwaarlozen.

Bij het gebruik van holle kokerprofielen in combinatie met zeer goed geluidisolerend glas (>35 dB(A)) kan de geluidisolatie van de raamconstructie de totale geluidisolatie beïnvloeden.

De keuze van de kozijnconstructie is van invloed op de kier- en naaddichting. Deze dichtingen hebben wel invloed op de geluidisolatie.

Bij houten kozijnen kan krimp optreden bij droging. Hierdoor kunnen kieren ontstaan.

Aluminium- en kunststofkozijnen kunnen scheef trekken.
Het is daarom raadzaam om meerpuntssluitingen te kiezen.

Stalen ramen sluiten over het algemeen slecht de kieren af.

Indien de kozijnconstructies doorgaan over meerdere woningen, moet er met de detaillering rekening worden gehouden met een ontkoppeling. Dit is noodzakelijk om flankerende geluidoverdracht te voorkomen.

**Aansluitingen**
Daar waar het raam aansluit op de omringende constructie ontstaan naden.
Naden kunnen de geluidisolatie verslechteren.

Bij de aansluiting van het kozijn op het metselwerk, is een goede afdichting aan de binnenzijde voldoende.

*naden*

Niet te grote naden kunnen worden afgedicht met een duurzame plastisch blijvende kitsoort, bij voorkeur op siliconenbasis.

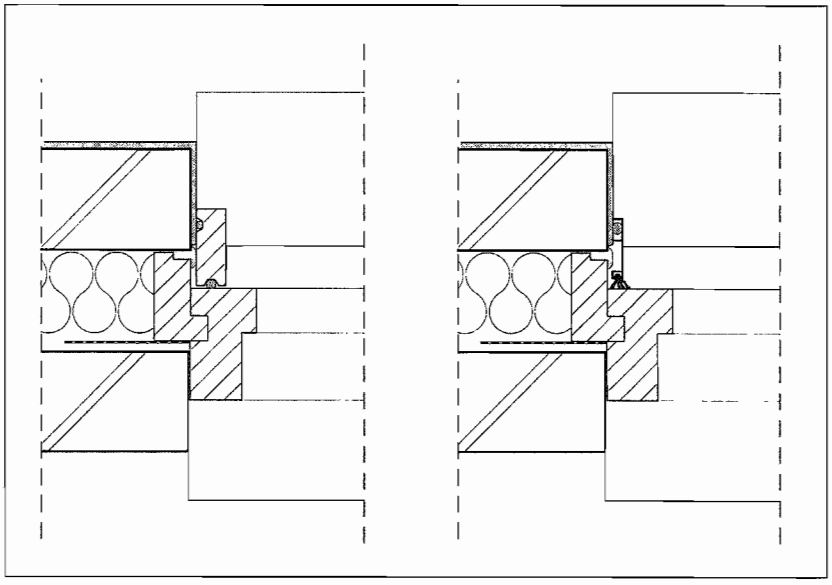
Bij een naadbreedte groter dan 5 à 6 mm moet een rugvulling worden aangebracht. Hiervoor kan comprimeerbaar, opencellig kunststofschuimband of een profiel worden gebruikt.

Bij houten kozijnen moet enkele jaren na de bouw de naaddichting gecontroleerd en eventueel bijgewerkt worden.
Hout krimpt, en de naden die kunnen ontstaan zijn aanzienlijk.
De beste methode bij krimpnaden is: de deklatten verwijderen; brede naden opvullen met minerale wol, geslotencellig kunststof-schuimband of PUR-schuim; naden afkitten en deklatten opnieuw aanbrengen.
Het probleem van na-afdichten kan worden voorkomen door een schuivende afdichting.
In afbeelding 7.10 worden enkele principes van een schuivende naadafdichting aangegeven.

*afdichtingsprofiel*

Het belangrijkste uitgangspunt bij een schuivende afdichting is dat het afdichtingsprofiel of de -lat aan de steenachtige constructie wordt bevestigd, zo kan de afdichting bij krimp langs het kozijn schuiven.

De naaddichting rondom suskasten is vaak een probleem.
De bredere naden dienen opgevuld te worden met minerale wol en er moet een luchtdichte afsluiting met montageprofielen komen.
In tabel 7.26 wordt de kwaliteit van een naaddichting gegeven.



*Afbeelding 7.10: Schuivende naadafdichting kozijn-metselwerk*

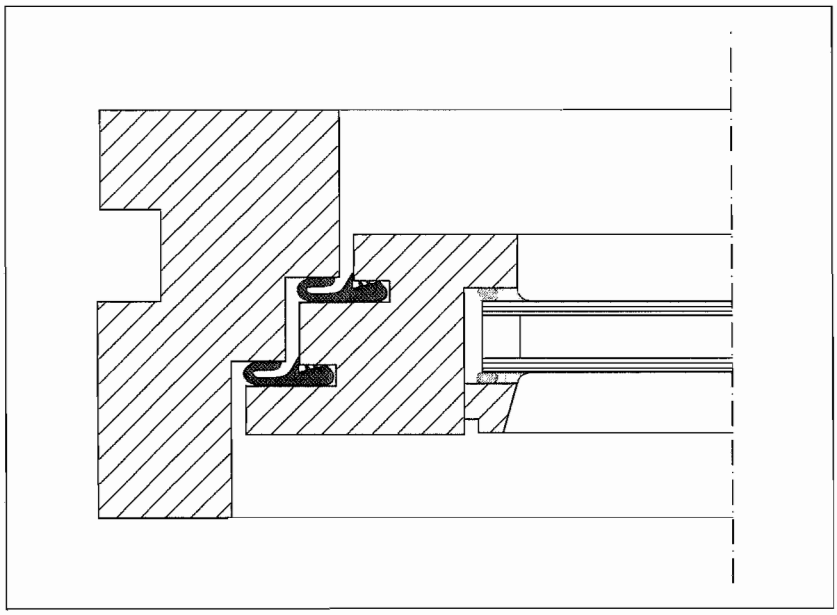
| Naden | $k_j$ | -10 lg $k_j$ |
|---|---|---|
| kozijn-steen | | |
| • tweezijdig gekit, afdeklat | $3.10^{-6}$ | 55 |
| • schuimband, afdeklat | $1.10^{-5}$ | 50 |
| • alleen afdeklat | $3.10^{-4}$ | 45 |
| dakraamkast-dakbeschot | | |
| • geen extra afdichting | $1\text{-}3.10^{-3}$ | 25-30 |
| • dichting met band of kit | $1\text{-}3.10^{-4}$ | 35-40 |
| suskast-kozijn/raam | | |
| • gekit | $1.10^{-5}$ | 50 |
| • alleen schuimband | $1\text{-}10.10^{-5}$ | 40-50 |

*Tabel 7.26: Kwaliteit naaddichting*

**Kierdichting**
De spleten die ontstaan bij bewegende delen van een kozijn noemen we kieren.

In situaties waar een geluidwering noodzakelijk is die maximaal 30 dB(A) bedraagt, kan worden volstaan met een enkele kierdichting. Een goede enkele kierdichting treedt alleen op als de draaiende delen goed op elkaar aansluiten. Verder moet de kierdichting rondom worden toegepast, dus niet worden onderbroken door hoeken of hang- en sluitwerk.

Indien de geluidwering meer dan 30 dB(A) moet bedragen, is het noodzakelijk een dubbele kierdichting toe te passen.
In afbeelding 7.11 is hiervoor een goed voorbeeld gegeven.



*Afbeelding 7.11: Voorbeeld van een goede dubbele kierdichting*

*buisprofielen*

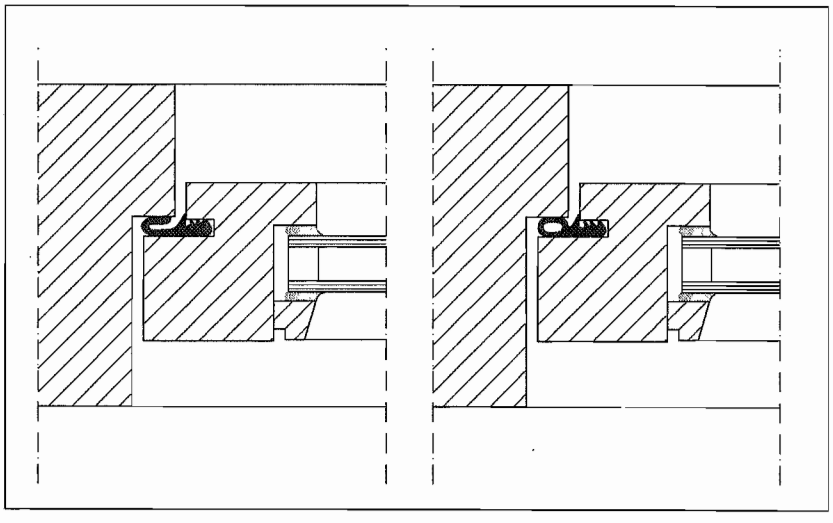
Met buisprofielen is een goede kierdichting mogelijk. De aandrukkracht is vaak groot, waardoor de draaiende delen moeizaam sluiten. Verder vereist een goede sluiting met een buisprofiel een optimale aanligging rondom omdat het werkingsgebied (spleetbreedte) gering is.

*lipprofielen*

Met lipprofielen is eveneens een goede kierdichting mogelijk. Het werkingsgebied is groter en de aandrukkracht voor de sluiting van het draaiende deel is geringer.
In onderstaande tabel staan enkele waarden voor verschillende kierdichtingen.

| Kieren | $k_j$ | $-10 \lg k_j$ |
|---|---|---|
| Ramen | | |
| • niet te openen | $10^{-6}$ | 60 |
| • dubbele dichting | $10^{-4}$ à $10^{-5}$ | 40 à 50 |
| • enkele dichting | | |
| buisprofiel, hoogte >5 mm | $10^{-4}$ à $3.10^{-5}$ | 40 à 50 |
| hoogte <5 mm | $3.10^{-3}$ | 25 |
| lipprofiel, hoogte >9 mm | 10 à $4^{-3}.10^{-5}$ | 40 à 50 |
| hoogte 9-7 mm | $3.10^{-4}$ | 35 |
| hoogte < 7mm | $3.10^{-3}$ | 25 |
| • geen dichting, spleet 1-5mm | 10 à $2^{-3}.10^{-3}$ | 20 à 25 |
| Dakramen | | |
| • raam-op-kast, enkel profiel | $10^{-3}$. à $3.10^{-4}$ | 30 à 35 |
| • raam-in-kast, enkel profiel | $10^{-4}$. à $3.10^{-5}$ | 40 à 45 |
| • drievoudig profiel | $10^{-5}$. à $3.10^{-6}$ | 50 à 55 |

*Tabel 7.27: Kwaliteit kierdichting*



*Afbeelding 7.12: Voorbeeld van een lip- en buisprofiel*

### 7.5.2.3 Buitendeuren

De volgende aspecten bepalen de geluidwering van een deur:
- de geluidisolatie van het deurblad;
- de onderaansluiting van de deur;
- de aansluiting van de deur op het kozijn;
- de aansluiting van kozijn op wand.

**Geluidisolatie deurblad**
De geluidisolatie van het deurblad varieert met de opbouw van de deur.
Er zijn enkelvoudige deuren en dubbelbladige deuren.

De geluidisolatie van een enkelvoudige deur is te vergelijken met de geluidisolatie van een enkelvoudige wand.
De deur kan opgebouwd zijn uit: spaanplaat, multiplex, kanaalplaten van spaanplaat, kartonnen honingraat met hardboard.

De geluidisolatie van een dubbelbladige deur is afhankelijk van de buigstijfheid en de massa van de bladen, de spouwbreedte, de spouwvulling en de koppeling tussen de spouwbladen.
De bladen kunnen bestaan uit (dubbelwandig) staal of multiplex.

In tabel 7.28 is de geluidisolatie van een aantal hardhouten buitendeurbladen gegeven, al dan niet voorzien van glas.

| Beschrijving deur | Massa [kg/m²] | Geluidisolatie [dB] 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | $R_A$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 38 mm Merbau | | | | | | | |
| • volledig hout | 27 | 24 | 29 | 30 | 31 | 34 | 30 |
| • 4-6-4 mm glas | | | | | | | |
| 635x1034 mm² | 27 | 25 | 27 | 28 | 34 | 38 | 30 |
| 635x1579 mm² | 25 | 24 | 24 | 25 | 34 | 37 | 28 |
| • 4-12-8 mm glas | | | | | | | |
| 635x1034 mm² | 30 | 23 | 30 | 31 | 35 | 37 | 32 |
| 635x1579 mm² | 31 | 25 | 28 | 33 | 36 | 39 | 33 |
| 54 mm Merbau | | | | | | | |
| • volledig hout | 40 | 27 | 31 | 31 | 34 | 40 | 33 |
| • 4-6-4 mm glas | | | | | | | |
| 635x1034 mm² | 35 | 25 | 26 | 27 | 34 | 38 | 30 |
| 635x1579 mm² | 31 | 25 | 24 | 25 | 34 | 37 | 28 |
| • 4-12-8 mm glas | (gas gevulde spouw) | | | | | | |
| 635x1034 mm² | 43 | 27 | 31 | 35 | 37 | 38 | 35 |
| 635x1579 mm² | 42 | 27 | 32 | 35 | 39 | 36 | 35 |

*Tabel 7.28: Geluidisolatie hardhouten buitendeurbladen*

**Aansluitingen**
De aansluitingen van de deur op het kozijn en het kozijn op de wand zijn vergelijkbaar met ramen (zie 7.4).
De aansluiting van de deur op de vloer is moeilijker. De volgende oplossingen zijn hiervoor te gebruiken:
- een beweegbaar profiel in de onderzijde van de deur, bij het sluiten van de deur zakt het profiel naar beneden op een vlakke stalen strip in de vloer;
- een vast profiel sluit tegen een bolle metalen of kunststof dorpel.

### 7.5.2.4 Ventilatievoorzieningen

De ventilatievoorzieningen in de gevel hebben een grote invloed op de geluidwering van de gevel.

# 7 Materiaal- en bouwdeelgegevens

De volgende ventilatievoorzieningen komen voor:
- ongedempte ventilatievoorziening: ventilatierooster;
- gedempte ventilatievoorziening: suskast.

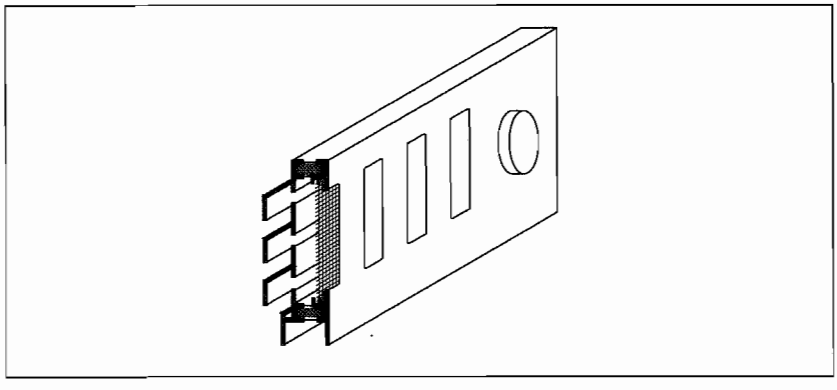
Bij het kiezen van het type ventilatievoorziening moet dus rekening worden gehouden met twee eisen:
- de ventilatie-eis: aantal $m^3$ lucht per seconde (NEN 1087, Bouwbesluit);
- de geluidweringseis, geluidisolatie van de voorziening.

In de NPR 1088 'Ventilatie in woongebouwen' worden aanwijzingen gegeven en voorbeelden voor de constructieve uitvoering van ventilatievoorzieningen. Het gaat dan om de plaats van de ventilatie-opening in de gevel en de grootte van de openingen.

**Ongedempte ventilatievoorzieningen**

*ventilatieroosters*

Afsluitbare ventilatieroosters worden veel toegepast in de praktijk. Deze roosters hebben geen geluiddempende eigenschappen. De geluidisolatie van een dergelijk rooster bedraagt -3 à 0 dB(A), gerelateerd aan hun netto doorlaat.
Indien de vereiste geluidwering van de gevel niet te groot is en de ventilatie-eis eveneens gering, kan met een ventilatierooster worden volstaan.



*Afbeelding 7.13: Ongedempte ventilatievoorziening*

**Gedempte ventilatievoorzieningen**

*suskasten*

Suskasten zijn gedempte ventilatievoorzieningen.
De demping van het geluid moet over een korte afstand gerealiseerd worden.

De dempingprincipes berusten op:
- geluiddemping door het toepassen van poreuze geluid-absorberende materialen in de luchtdoorlaatopening;
- de lucht een zo lang mogelijke weg af laten leggen tussen twee absorberende lagen;
- toepassen van resonatorprincipes (Helmholz-, spleet-, en plaat-resonatoren).

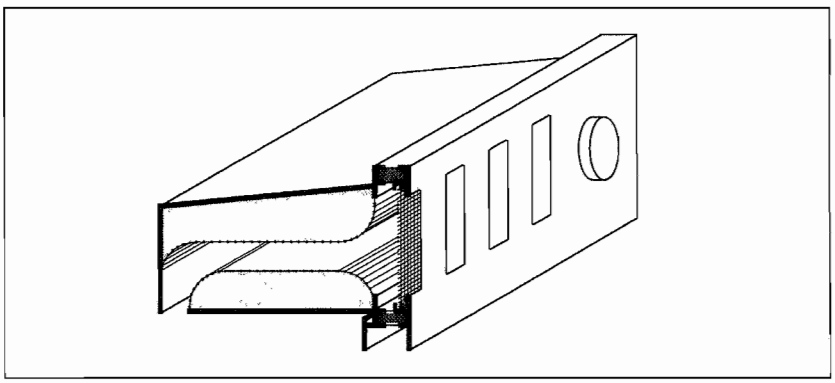
Er zijn twee soorten suskasten:
- fabrieksmatig vervaardigde suskasten;
- in het werk vervaardigde suskasten (bouwkundige suskasten).

**Fabrieksmatig vervaardigde suskasten**

Er zijn drie hoofdtypen.
- Suskasten met een variabele lengte:
  Deze kasten zijn geschikt om te bevestigen in de kozijnen en worden meestal boven het glas al dan niet met een tussendorpel aangebracht.
- Suskasten met een vaste afmeting:
  Deze kasten zijn geschikt voor plaatsing op het binnenspouw blad, in een sparing in het binnenspouwblad, in de spouw tussen binnen- en buitenspouwblad en soms in een dubbelschalige dakconstructie.
- Suskast geïntegreerd binnen een raamsysteem:
  De spouw van het raam vormt een deel van het kanaal van de suskast. Hierdoor kan de suskast klein blijven en opgenomen worden in het kozijn.
  De suskast is hierdoor echter niet meer afzonderlijk werkzaam en is alleen te gebruiken geïntegreerd in het raamsysteem.

Om te bepalen welk type suskast in aanmerking komt en wat de benodigde lengte is moet vastgesteld worden wat de ventilatie-eis voor de betreffende ruimte is.

De suskast dient nu zo te worden gekozen dat de netto-doorlaat in combinatie met de raambreedte voldoet aan de ventilatie-eis. Verder moet de $R_A$-waarde van de suskast aan de vereiste waarde voldoen.
De gegevens over de netto-doorlaat en de geluidwering van de suskast worden door de fabrikant van de suskast geleverd.



*Afbeelding 7.14: Voorbeeld van een geluidgedempte ventilatie-voorziening*

**In het werk vervaardigde suskasten**

*bouwkundige suskasten*

De in het werk vervaardigde suskasten worden ook wel bouwkundige suskasten genoemd.
Het voordeel van een bouwkundige suskast is de mogelijkheid deze optimaal aan het ontwerp aan te passen.
Het geluid wordt in de suskast gedempt door het toepassen van poreuze absorberende materialen in combinatie met een zo lang mogelijke spleetlengte.

De geluid- en ventilatietechnische prestaties van een bouwkundige suskast zijn niet direct uit laboratoriummetingen bekend. Deze gegevens moeten aan de hand van de gegevens van de suskast berekend worden.

De ventilatietechnische prestaties van een suskast worden uitgedrukt in de netto-doorlaat van de kast.

De netto-doorlaat wordt beïnvloed door de luchtweerstand. De luchtweerstand is afhankelijk van:
- de intrede-opening;
- de bochten in de kast (aantal, hoek);
- de weerstand van de geluiddempende spleet;
- de weerstand van de uittrede-opening met rooster.

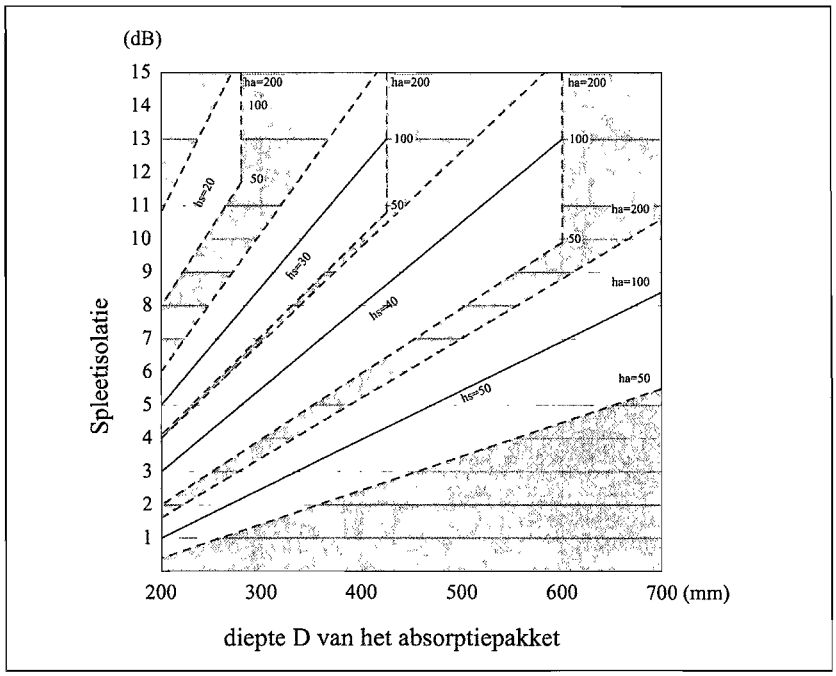
De geluidtechnische prestaties worden bepaald door de geluidisolatie, $R_A$, van de spleet.
Deze $R_A$-waarde is afhankelijk van:
- de spleethoogte;
- de absorptiediepte;
- het absorptiemateriaal.

Met behulp van deze gegevens kan de $R_{A,spleet}$ uit een diagram worden afgeleid. Het diagram dat de relatie tussen de spleethoogte ($h_s$), de absorptiediepte (D), de hoogte van het absorptiepakket ($h_a$) en de $R_A$-waarde geeft is weergegeven in afbeelding 7.15.

*spleethoogte*

Naast het absorptiemateriaal is ook de omkasting van invloed op de geluidisolatie van de suskast.
De flankerende geluidoverdracht die via de kastwand op kan treden, is vrijwel altijd aanzienlijk kleiner dan de bijdrage van de geluidoverdracht via de spleet.
Deze geluidoverdrachtweg kan dan ook als een correctieterm aan de $R_{A,spleet}$ worden toegevoegd.
De geluidisolatie van de suskast wordt dan:

$R_{A,netto} = R_{A,spleet}$ - flankingcorrectie.



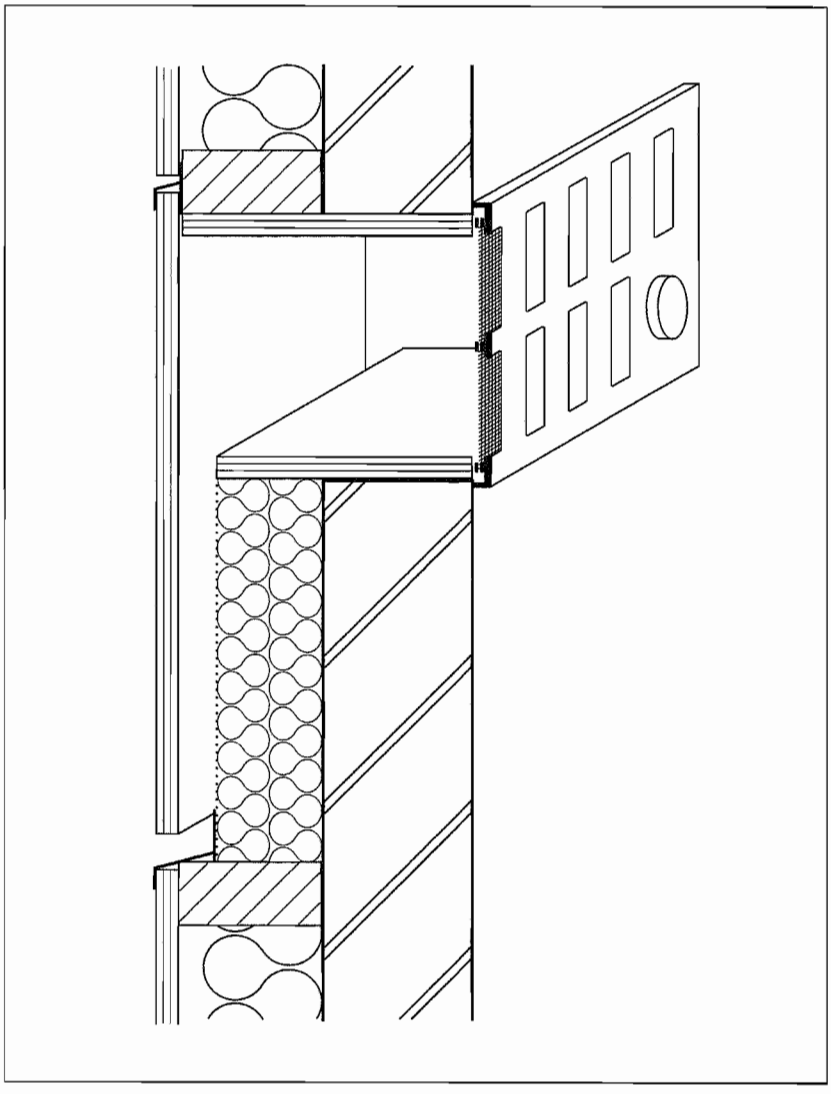

*Afbeelding 7.15: Diagram voor de bepaling van de spleetisolatie van een bouwkundige suskast*

In tabel 7.29 wordt de correctie voor flanking gegeven als functie van de massa van het plaatmateriaal.

| massa plaatmateriaal in kg/m² | | | flankingcorrectie in dB(A) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ≤ 6 | 6 < massa ≤ 10 | > 10 | $0 \le R_{A,spleet} \le 5$ | $5 \le R_{A,spleet} \le 10$ | $10 \le R_{A,spleet} < 15$ |
| | | $\frac{y}{h_s} \le 10$ | 0 | 0 | 0 |
| | $\frac{y}{h_s} \le 10$ | $10 < \frac{y}{h_s} < 35$ | 0 | 0 | 1 |
| $\frac{y}{h_s} \le 10$ | $10 < \frac{y}{h_s} < 35$ | | 0 | 1 | 3 |
| $10 < \frac{y}{h_s} > 35$ | | | 1 | 3 | 6 |

*Tabel 7.29: Bepaling flankingcorrectie voor bouwkundige suskasten*

In afbeelding 7.16 is een voorbeeld gegeven van een bouwkundige suskast.



*Afbeelding 7.16: Bouwkundige suskast*

# 8

# WONINGSCHEIDENDE WANDEN VAN BETON

In dit hoofdstuk worden praktijkoplossingen gegeven voor de aansluitende constructies bij wanden van beton.

De details zijn gegeven voor constructies die momenteel vrij algemeen worden toegepast in de Nederlandse bouwpraktijk.

**Geluidoverdracht**
De geluidoverdracht van de ene ruimte naar de andere geschiedt zowel via de gemeenschappelijke scheidingsconstructie (wand en vloer) als via de daarmee verbonden vlakken.
De geluidwering tussen ruimten is daarom altijd afhankelijk van:
- de geluidisolatie en oppervlakte van de scheidingsconstructie (wand of vloer);
- de mate van verbindingsdemping op de plaats van de aansluitende constructies (vloer, wand, gevel en dak);
- de mate van geluidafstraling en de oppervlakte van de aansluitende constructies (vloer, wand, gevel en dak).

De geluidwering kan nooit beter zijn dan de geluidisolatie van de directe scheidingsconstructie. De woningscheidende wand of vloer bepaalt dus altijd de maximaal haalbare akoestische kwaliteit.

Niet elke constructie is zonder meer toegestaan bij een woningscheidende constructie.

In de NPR 5070 zijn algemene aanwijzingen gegeven voor aansluitende wanden, vloeren, gevels en daken aan de woningscheidende constructie

In dit hoofdstuk zijn de aanwijzingen van NPR 5070 voor woningscheidende wanden van beton nader uitgewerkt.

De geluidenergie kan bij een aansluiting of verbinding al dan niet verzwakt worden doorgegeven. Deze vermindering van geluidenergie wordt de verbindingsdemping genoemd. Maatregelen dienen er zoveel mogelijk op gericht te zijn deze verbindingsdemping zo hoog mogelijk te maken.

# 8 Woningscheidende wanden van beton

De geluidwering wordt verder beïnvloed door:
- het omloopgeluid (bijvoorbeeld de geluidoverdracht via portalen, gangen en schachten);
- geluidlekken (bijvoorbeeld spleten, kieren, gaten en leidingdoorvoeren).

Bij de getekende oplossingen is in detail aangegeven:
- de haalbare akoestische kwaliteit: uitgedrukt in $I_{lu;k}$ en $I_{co}$;
- de toepassingsvoorwaarden;
- de uitvoeringsvoorwaarden.

**Let op!**
De akoestische kwaliteit is steeds aangegeven voor die situaties waarin de bijdrage aan de geluidoverdracht via de andere aansluitende constructies te verwaarlozen is.

Met betrekking tot het toepassingsgebied worden twee situaties onderscheiden:
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied, dit betreft:
  tussen een besloten ruimte van een woning en een niet tot die woning behorend verblijfsgebied en tussen een besloten ruimte van een woongebouw en een in een woning gelegen verblijfsgebied;
- tussen besloten ruimte, dit betreft:
  tussen een besloten ruimte van een woning en een tot een andere woning of woongebouw behorende, besloten niet van een verblijfsgebied deel uitmakende ruimte, geen gemeenschappelijke verkeersruimte zijnde.

Op het uitklapblad is een legenda voor de tekeningbladen opgenomen.
De tekeningen zijn op schaal getekend. Opmeten is mogelijk met het maatlatje op het uitklapblad.

Aan de onderzijde van de pagina is de SRW/SROW code opgenomen.

# 8 Enkelvoudige wanden van beton

Enkelvoudige woningscheidende wanden van beton:

| dikte (mm) | massa (kg/m$^2$) | $I_{lu;lab}$ (dB) |
|---|---|---|
| 200 | 460 | + 4 |
| 230 | 530 | + 7 |

**SRW/SROW CODE:**

| | |
|---|---|
| 21 .. .. .. ..: | Beton |
| 21 10 .. .. ..: | In het werk gestort |
| 21.10.00 .. ..: | Beton |
| 21.10.00.01 ..: | Enkelvoudige wand |
| 21.10.00.01.1.: | Knoopunt 1 (Fundering-begane grond vloer) |
| 21.10.00.01.11: | Aansluitende constructie type 1 |

De volgende knoopunten zijn in deze paragraaf nader uitgewerkt:

1. Fundering - Woningscheidende wand - Begane grond vloer (thermisch geïsoleerd)
   - 1 combinatievloer
   - 3 bekistingsvloer
   - 4 ribbenvloer
   - 7 kanaalplaatvloer

2. Woningscheidende wand - Verdiepingsvloer
   - 2 plaatvloer
   - 3 bekistingsvloer
   - 7 kanaalplaatvloer

3. Woningscheidende wand - Binnenwand
   - 1 kalkzandsteen
   - 2 gipsblokken/gasbeton
   - 3 stijl en regelwerk
   - 4 kozijn

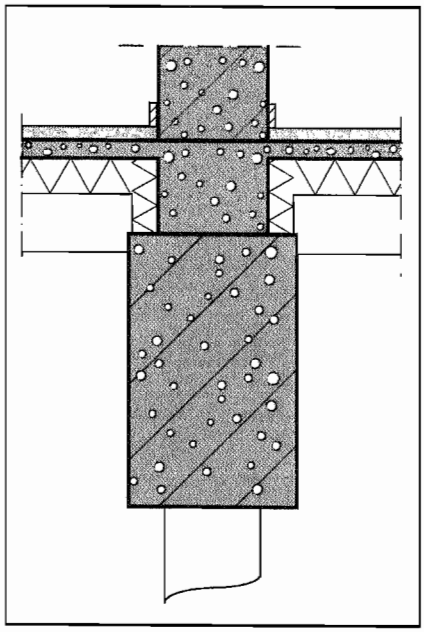
4. Woningscheidende wand - Plat dak
   - 1 houten dakbeschot
   - 4 breedplaatvloer
   - 5 bekistingsvloer
   - 6 kanaalplaatvloer

# 8 Enkelvoudige wanden van beton

5. Woningscheidende wand - Hellend dak
   1 enkelschalige dakplaat, thermische isolatie hardschuim
   2 enkelschalige dakplaat, thermische isolatie minerale wol
   3 sporenkap, thermische isolatie hardschuim
   4 sporenkap, thermische isolatie minerale wol
   5 doosconstructie, thermische isolatie minerale wol
   6 sandwich, thermische isolatie hardschuim
   7 zakgootconstructie/sporenkap
   8 zakgootconstructie/doosconstructie

6. Woningscheidende wand - Gevel
   1 binnenblad kalkzandsteen
     buitenblad a. baksteen
     b. hout
     c. pleister
   2 binnenblad gipsblokken/gasbeton
     buitenblad a. baksteen
   3 binnenblad prefab hout
     buitenblad a. baksteen
     b. hout
   4 puiconstructie
     buitenblad a. baksteen
     b. hout

# Combinatievloer

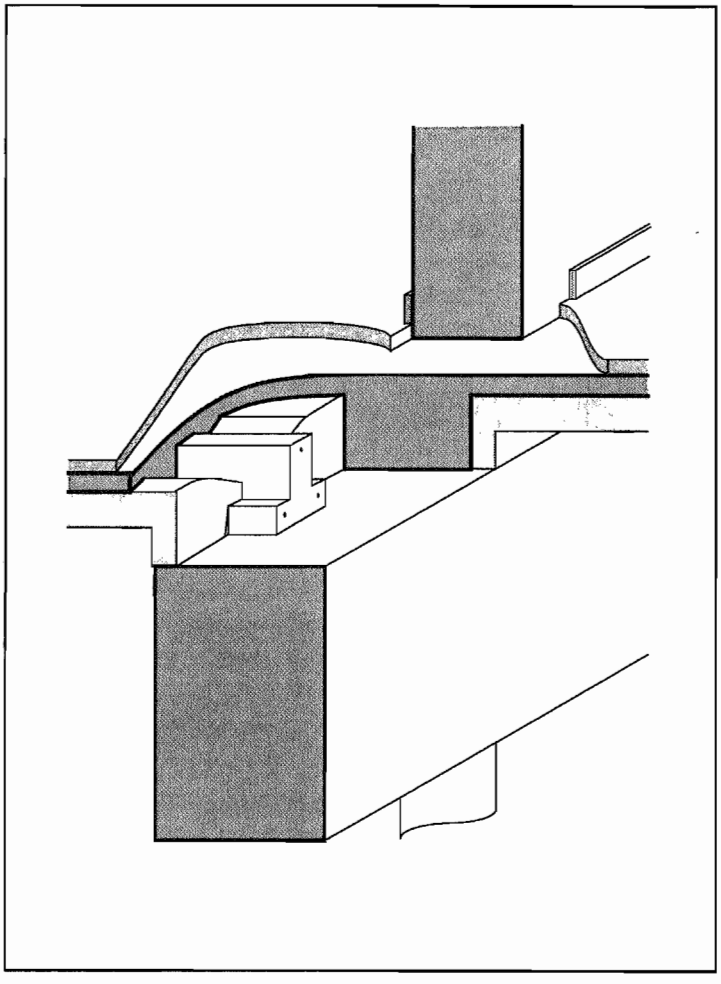


## Akoestische kwaliteit

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB
- $I_{co} = +7$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



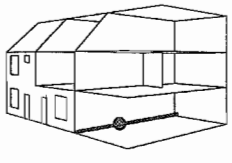
## Uitvoeringsvoorwaarden

- massa vloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag
- massa verdiepingsvloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag

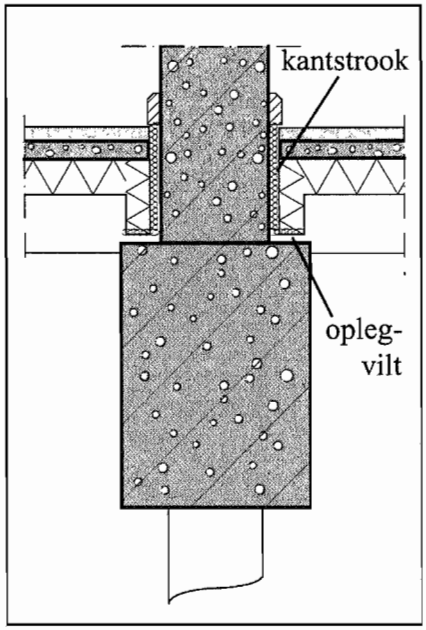
- wand moet worden doorgezet tot op fundering

## Aandachtspunten

- betondikte tussen PS-elementen zelfde dikte als wand
- presteert minder in gebied onder 100 Hz
- geen doorvoeren in wand



# Combinatievloer



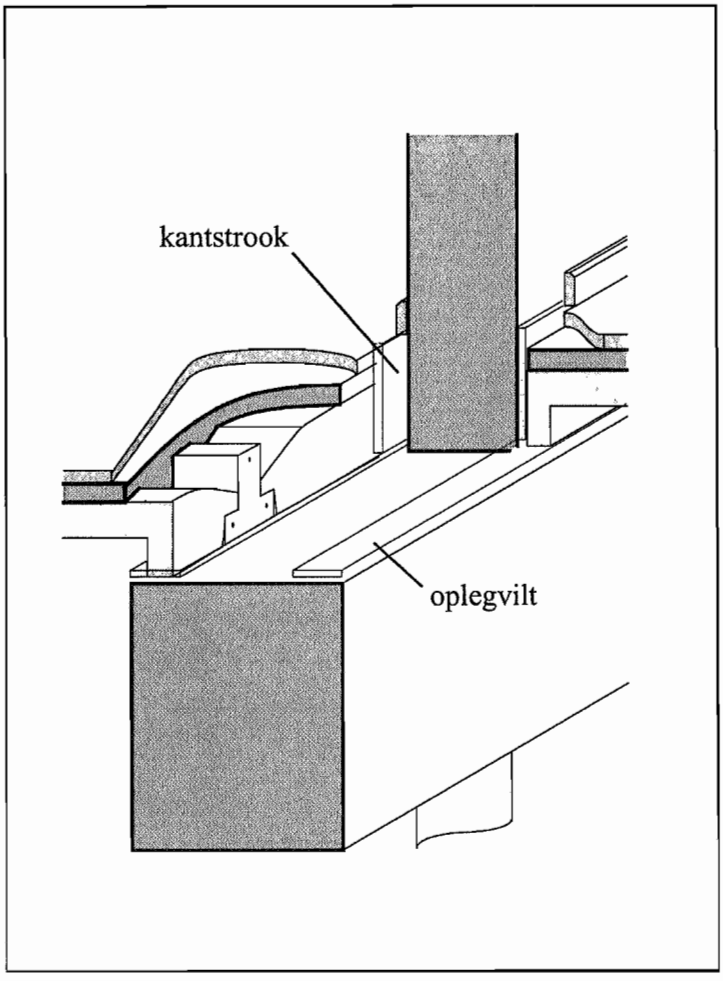

## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co}$ = + 8 dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k}$ = + 1 dB
- $I_{co}$ = + 8 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



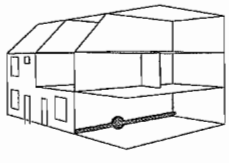

## Uitvoeringsvoorwaarden

- massa vloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag
- massa verdiepingsvloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag

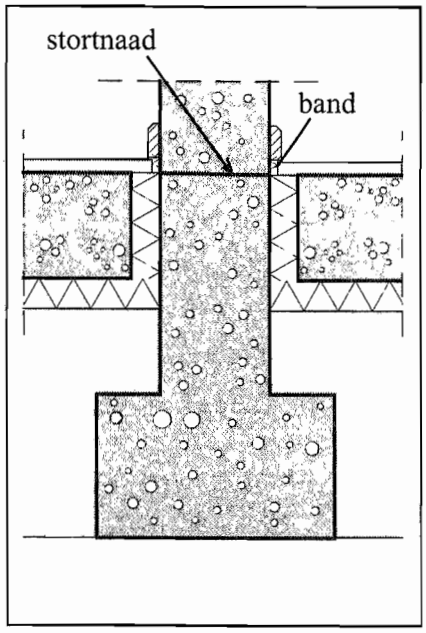
- wand moet worden doorgezet tot op fundering

## Aandachtspunten

- vloer vrijhouden van de wand door middel van kantstroken van glas-, steenwol of bouwvilt, dikte 20 mm
- plint vrij van de vloer
- geen doorvoeren in wand



# Bekistingsvloer



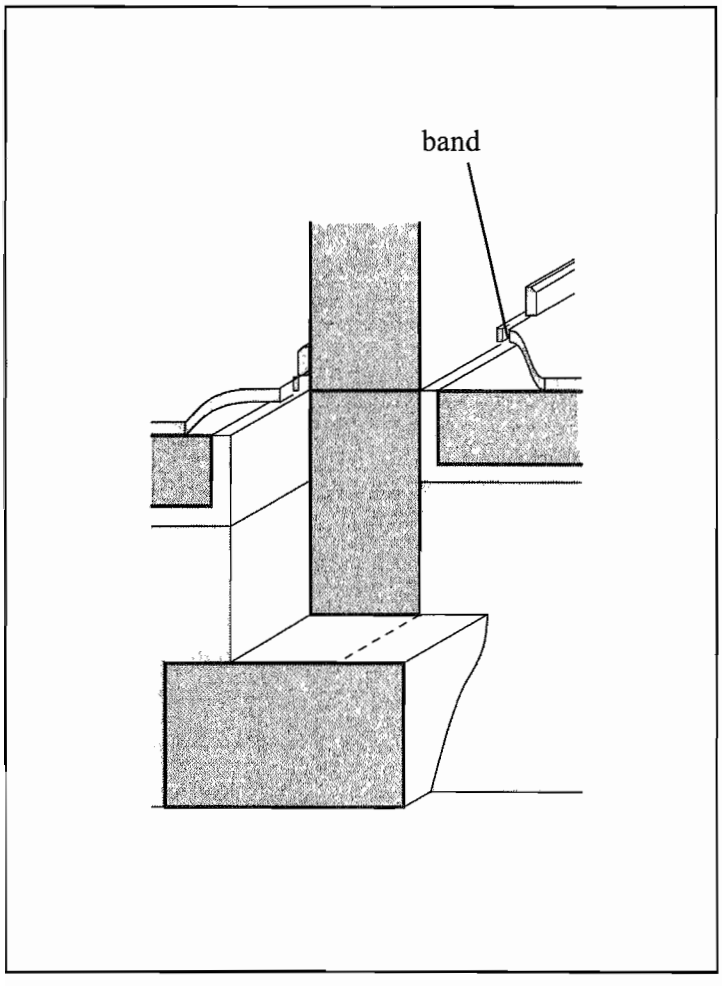

## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k} = +0$ dB
- $I_{co} = +8$ dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = +1$ dB
- $I_{co} = +8$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



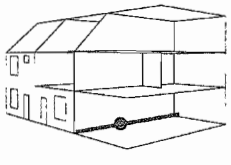

## Uitvoeringsvoorwaarden

- massa vloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag
- massa verdiepingsvloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag

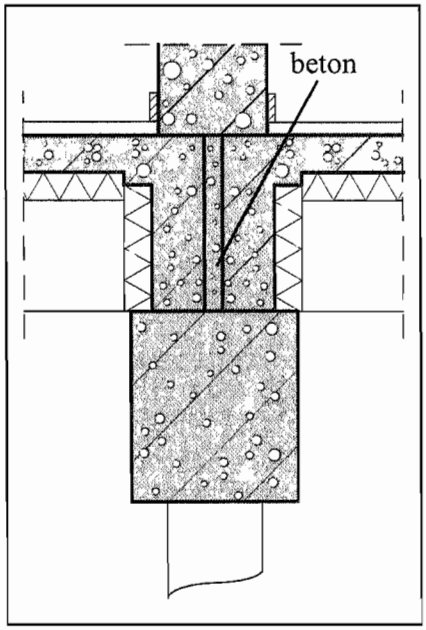
- wand moet worden doorgezet tot op fundering

## Aandachtspunten

- houd cementdekvloer vrij van de wand
- geen doorvoeren in wand



# Ribbenvloer

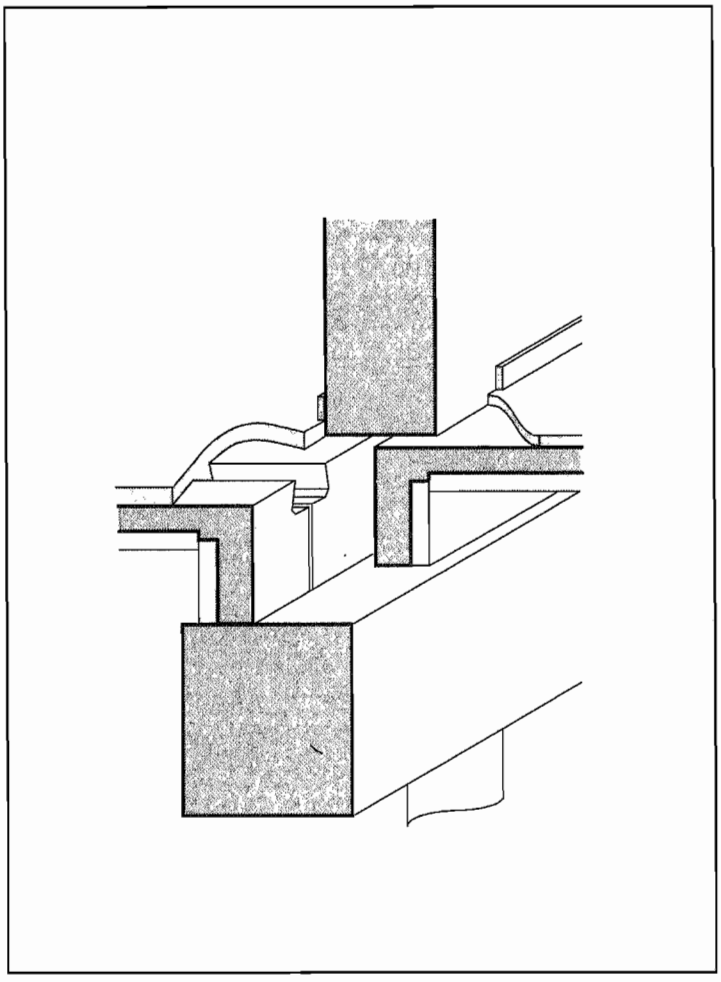



## Akoestische kwaliteit

Wand 230 mm
- $I_{lu;k}$ = + 0 dB
- $I_{co}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



## Uitvoeringsvoorwaarden

- massa vloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag
- massa verdiepingsvloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag

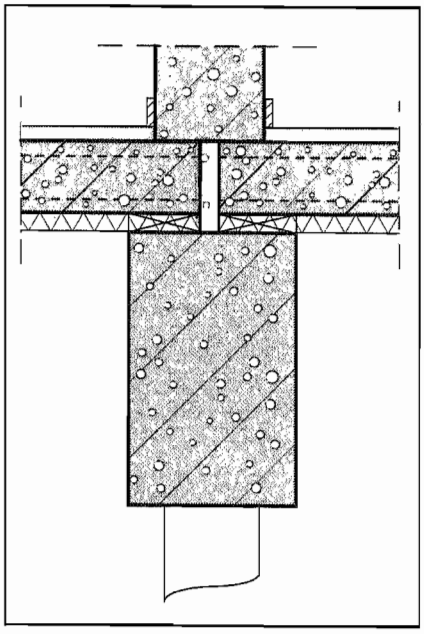
- wand moet naadloos aansluiten op vloervelden

## Aandachtspunten

- ruimte tussen vloervelden opvullen met beton of cementmortel
- geen doorvoeren in wand



# Kanaalplaatvloer

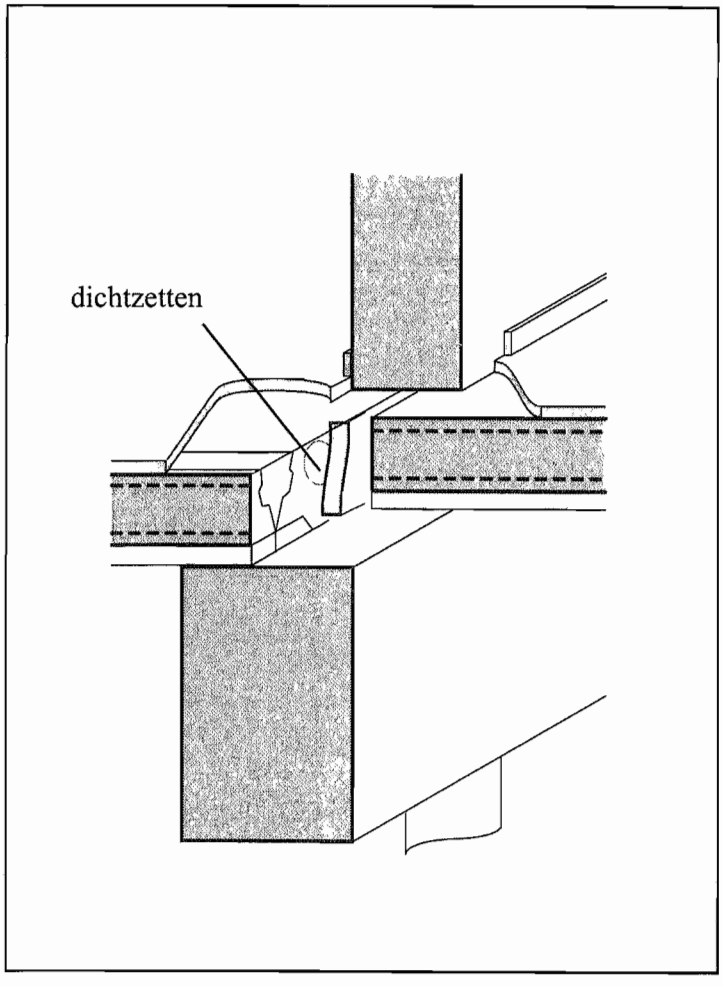


## Akoestische kwaliteit

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = + 0$ dB
- $I_{co} = + 5$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



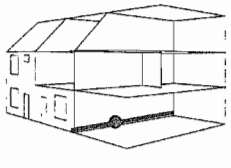

## Uitvoeringsvoorwaarden

- massa vloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag
- massa verdiepingsvloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag

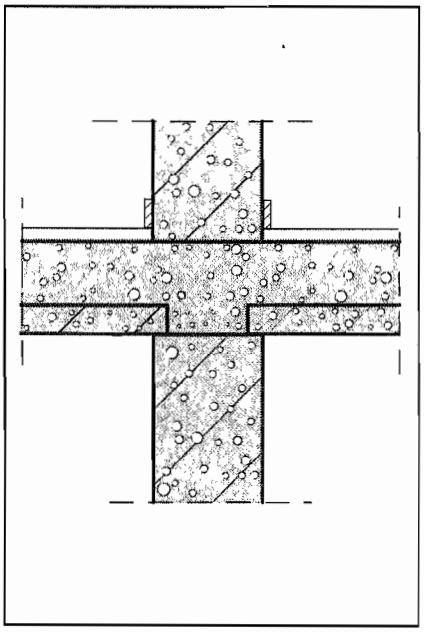
- wand moet worden doorgezet tot op fundering

## Aandachtspunten

- kanalen dichtzetten met cementmortel
- ruimte tussen vloervelden opvullen met cementmortel
- wand moet naadloos aansluiten op de vloer
- geen doorvoeren in wand



# Breedplaatvloer



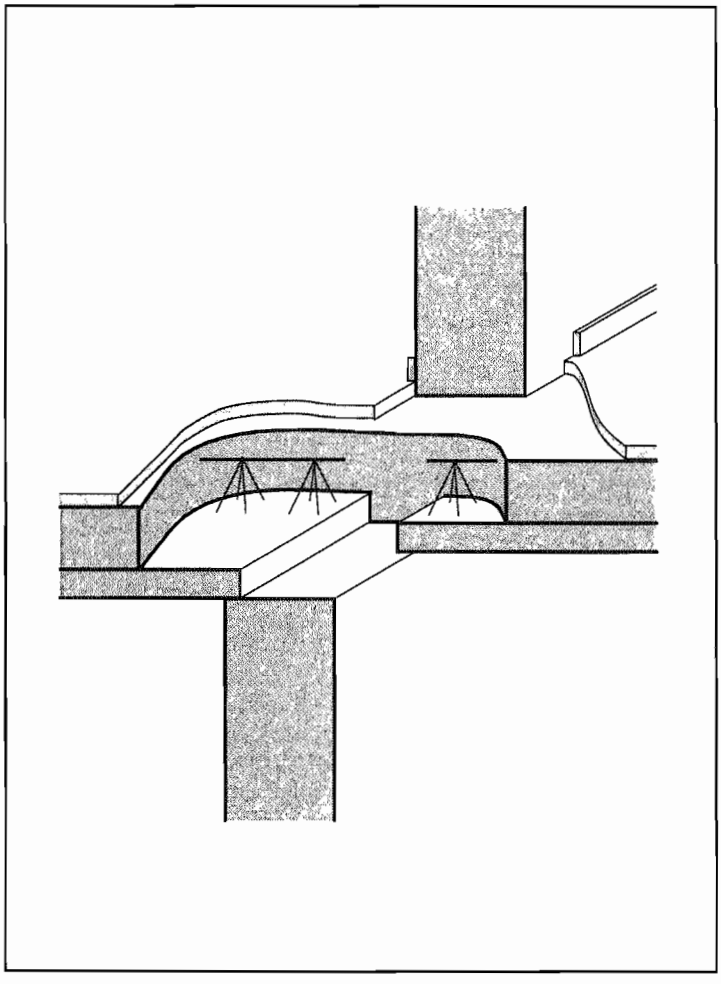
## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co;hor}$ = + 8 dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k}$ = + 1 dB
- $I_{co;hor}$ = + 8 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



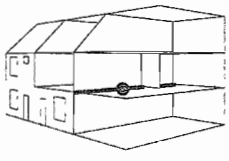
## Uitvoeringsvoorwaarden

Wand 200 mm:
- massa vloer tenminste 350 kg/m²; inclusief afwerklaag

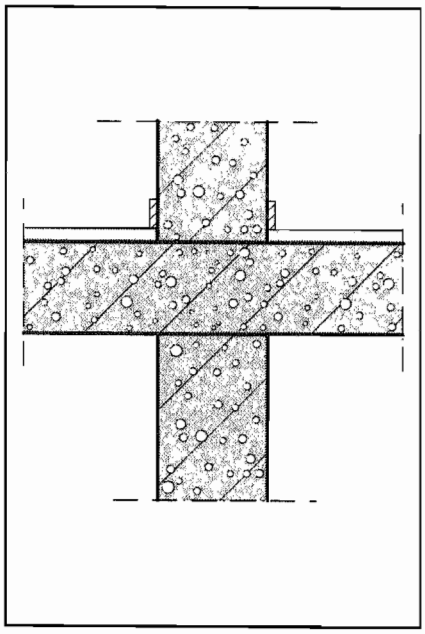
Wand 230 mm:
- massa vloer tenminste 250 kg/m²; inclusief afwerklaag

## Aandachtspunten

- wand aan vloer aanstorten
- dekvloer mag niet onder de wand doorgaan
- geen doorvoeren in wand



# Bekistingsvloer



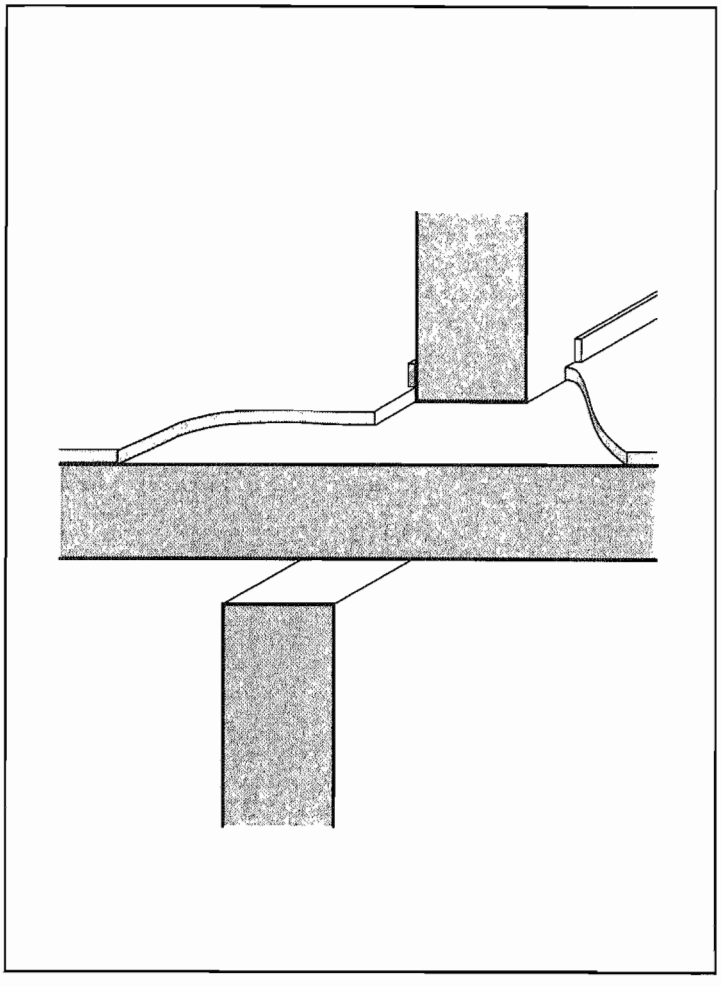
## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB
- $I_{co;hor} = +8$ dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = +1$ dB
- $I_{co;hor} = +8$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



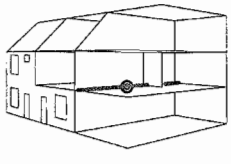
## Uitvoeringsvoorwaarden

Wand 200 mm:
- massa vloer tenminste 350 kg/m²; inclusief afwerklaag

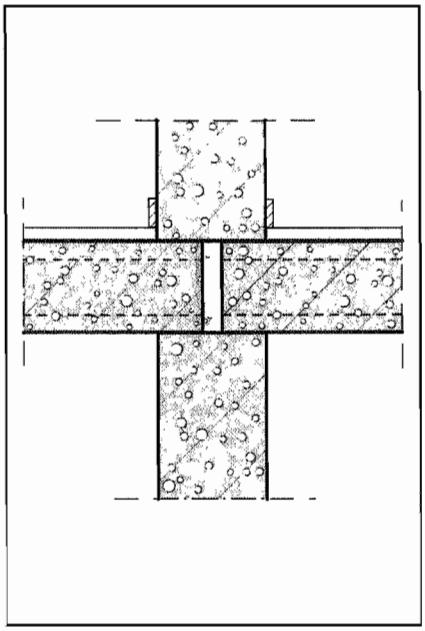
Wand 230 mm:
- massa vloer tenminste 250 kg/m²; inclusief afwerklaag

## Aandachtspunten

- wand aan vloer aanstorten
- dekvloer mag onder wand doorgaan
- geen doorvoeren in wand



# Kanaalplaatvloer



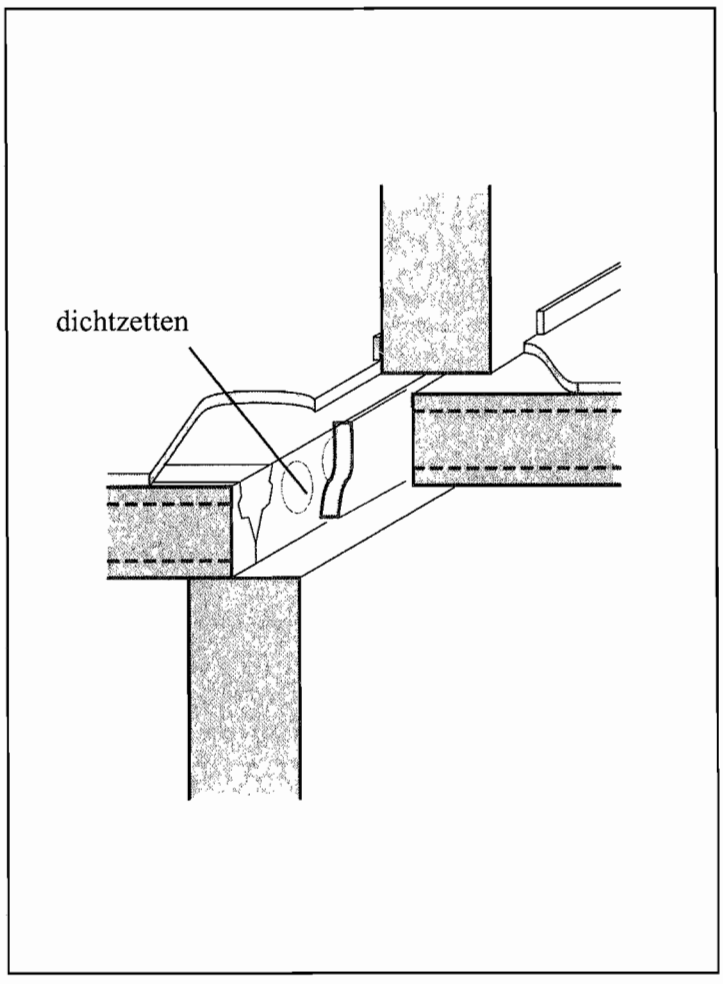
## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB
- $I_{co;hor} = +7$ dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = +1$ dB
- $I_{co;hor} = +7$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



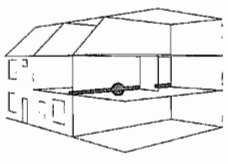

## Uitvoeringsvoorwaarden

Wand 200 mm:
- massa vloer tenminste 350 kg/m²; inclusief afwerklaag

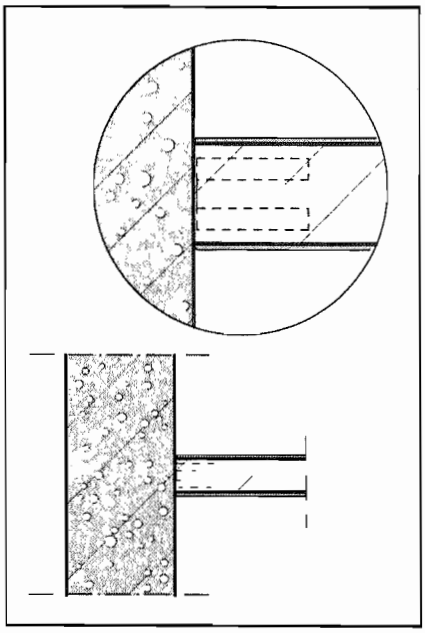
Wand 230 mm:
- massa vloer tenminste 250 kg/m²; inclusief afwerklaag

## Aandachtspunten

- kanalen dichtzetten met cementmortel
- ruimte tussen vloervelden opvullen met cementmortel
- wand naadloos aansluiten op vloer
- geen doorvoeren in wand



# Kalkzandsteen



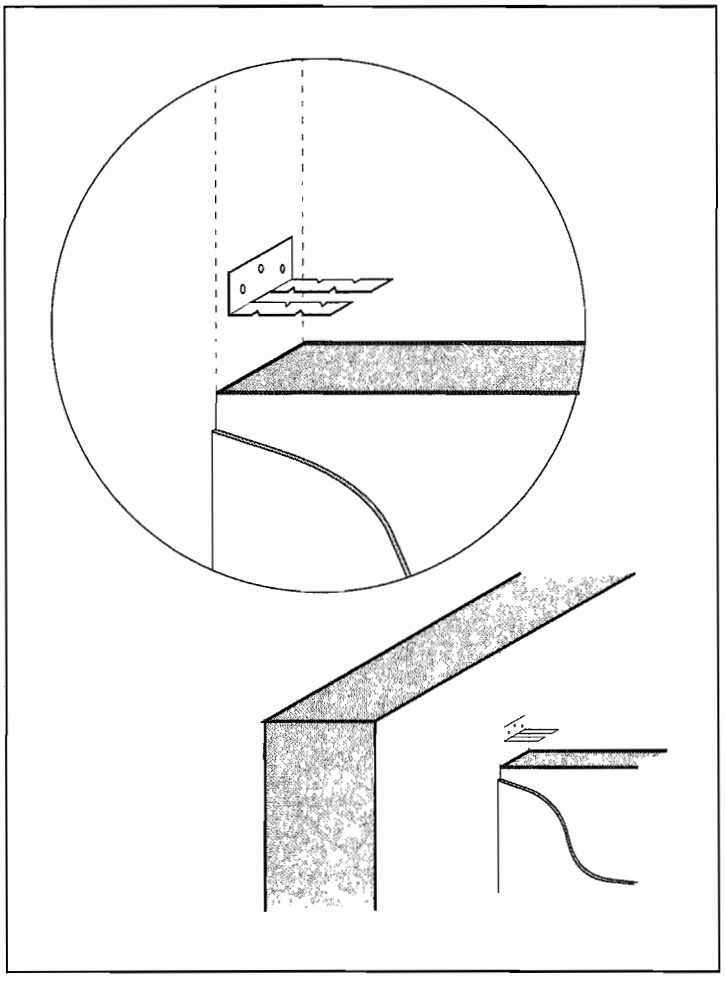
## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k}$ = + 1 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



## Uitvoeringsvoorwaarden

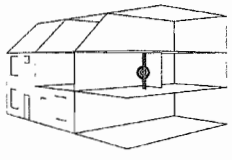
Wand 200 mm:
- massa binnenwand tenminste 350 kg/m²

Wand 230 mm:
- massa binnenwand tenminste 200 kg/m²

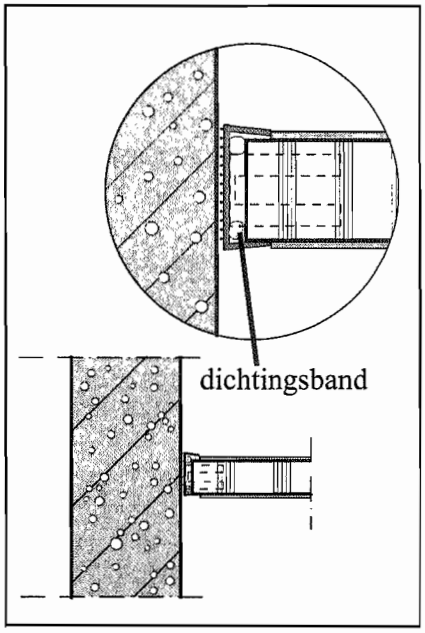
- naad terplaatse van aansluiting afdichten

## Aandachtspunten

- wand is akoestisch star verbonden aan woningscheiding
- geen doorvoeren in wand



# Gipsblokken - gasbeton



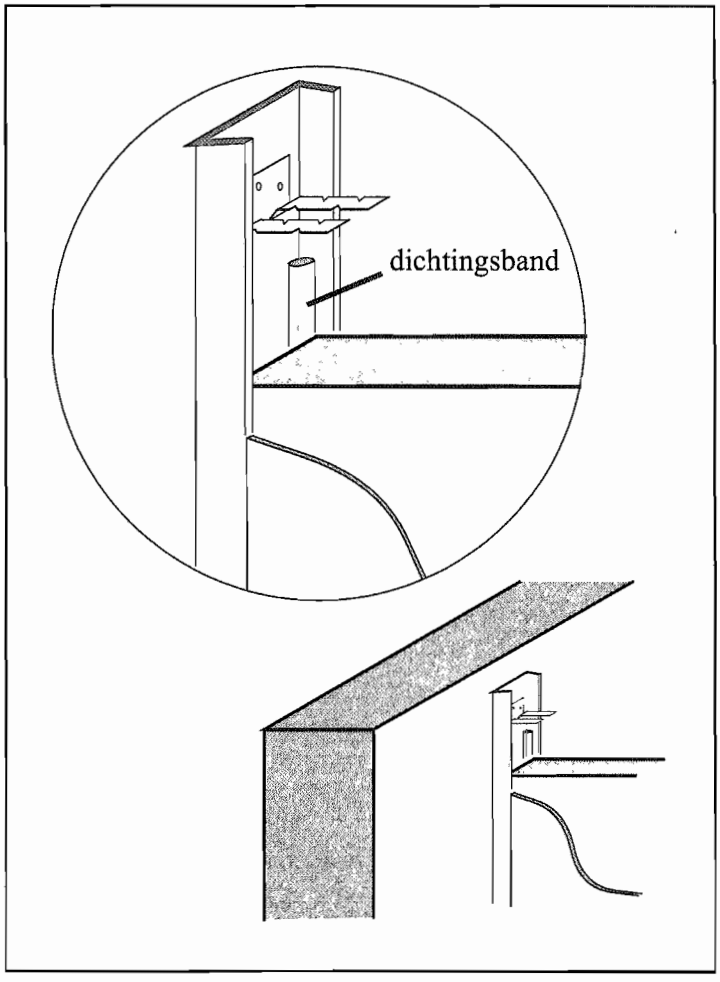

## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = +1$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

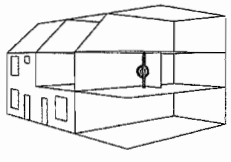



## Uitvoeringsvoorwaarden

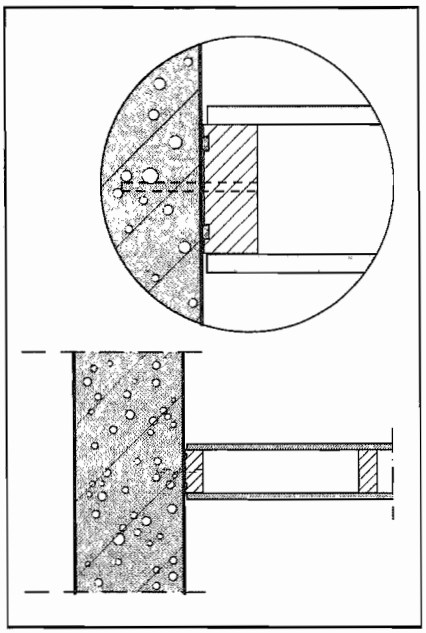
- binnenwand mag niet star verbonden zijn aan woningscheidende wand
- wand moet vrijgehouden worden van bovenvloer
- naad terplaatse van aansluiting afdichten

## Aandachtspunten

- binnenwand in profiel aansluiten met dichtingsband of vergelijkbaar
- geen doorvoeren in wand



# Stijl en regelwerk



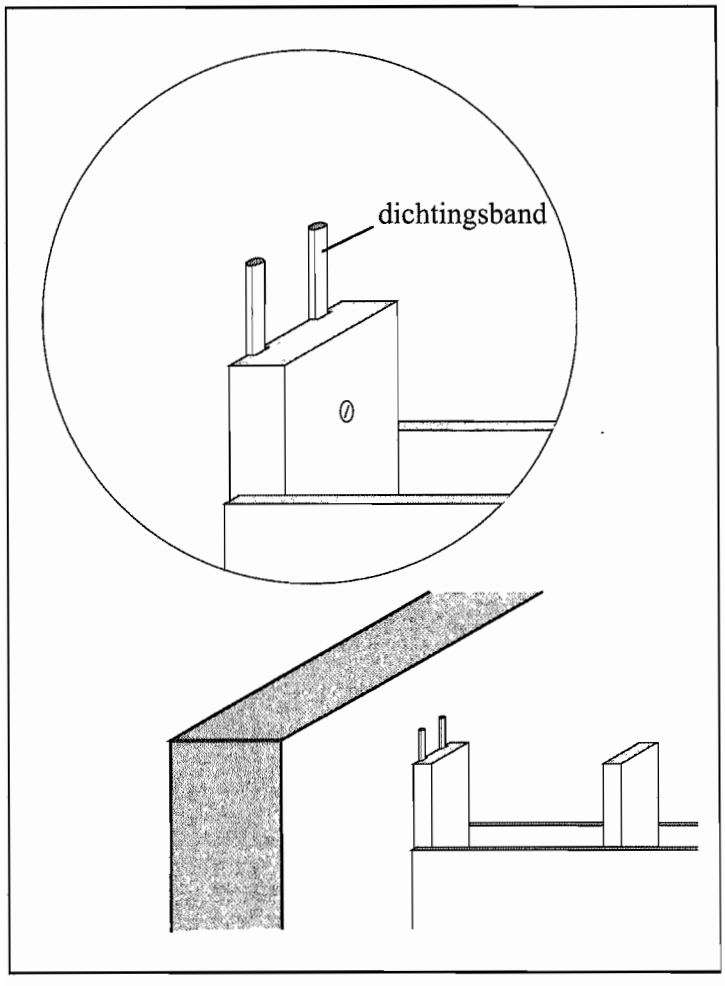
## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k}$ = + 1 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

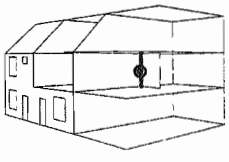



## Uitvoeringsvoorwaarden

- binnenwand aan bovenzijde flexibel aansluiten

## Aandachtspunten

- voor geluidwering tussen verblijfsruimten in woning spouw binnenwand vullen met onverpakte minerale wol
- geen doorvoeren in wand

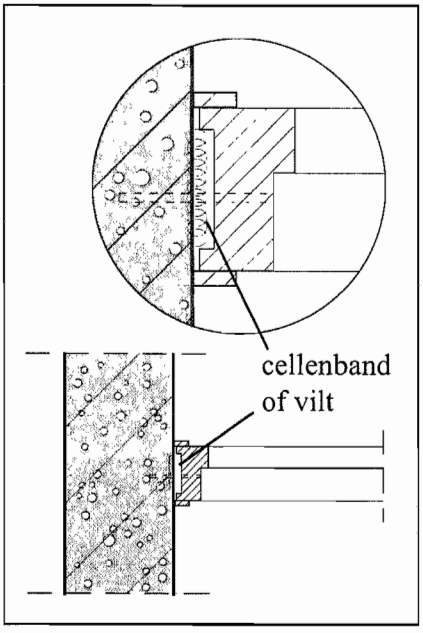


# Kozijn

## Akoestische kwaliteit

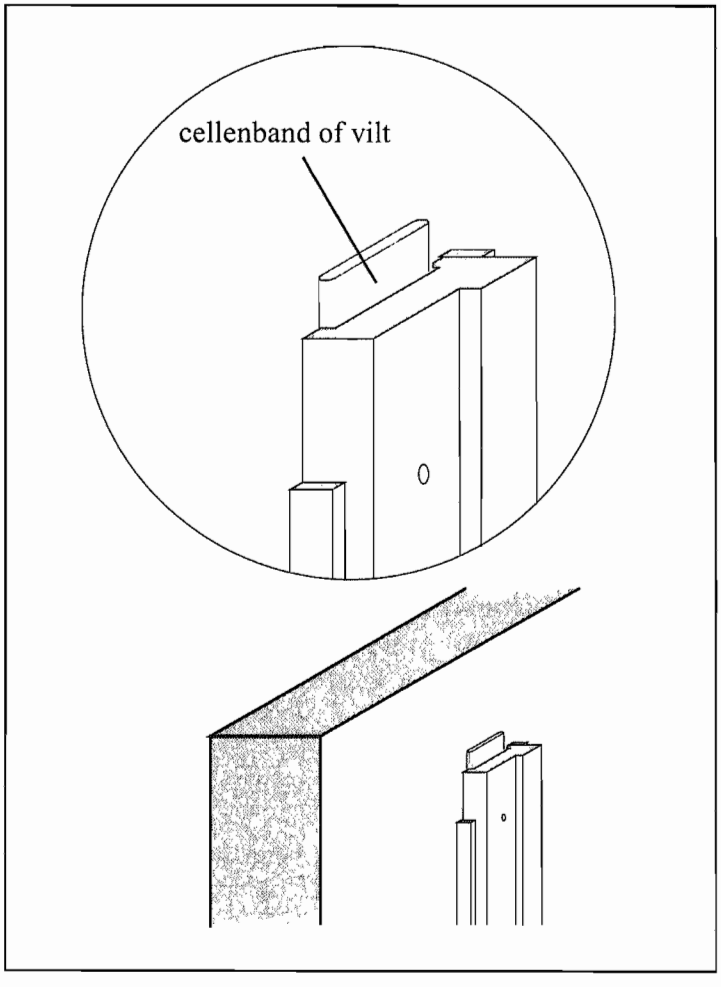
Wand 200 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k}$ = + 1 dB




## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

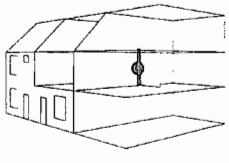



## Uitvoeringsvoorwaarden

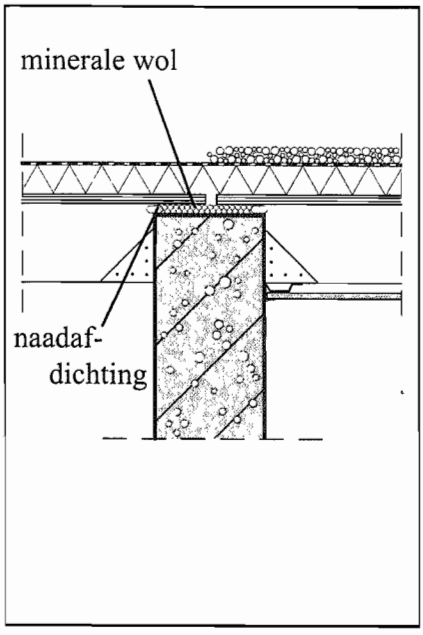
- tussen kozijn en woningscheidende wand cellenband of vilt aanbrengen

## Aandachtspunten

- kozijnpluggen pvc of gelijkwaardig
- geen doorvoeren in wand



# Houten dakbeschot




## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 9 dB | $I_{lu;k}$ = - 2 dB |

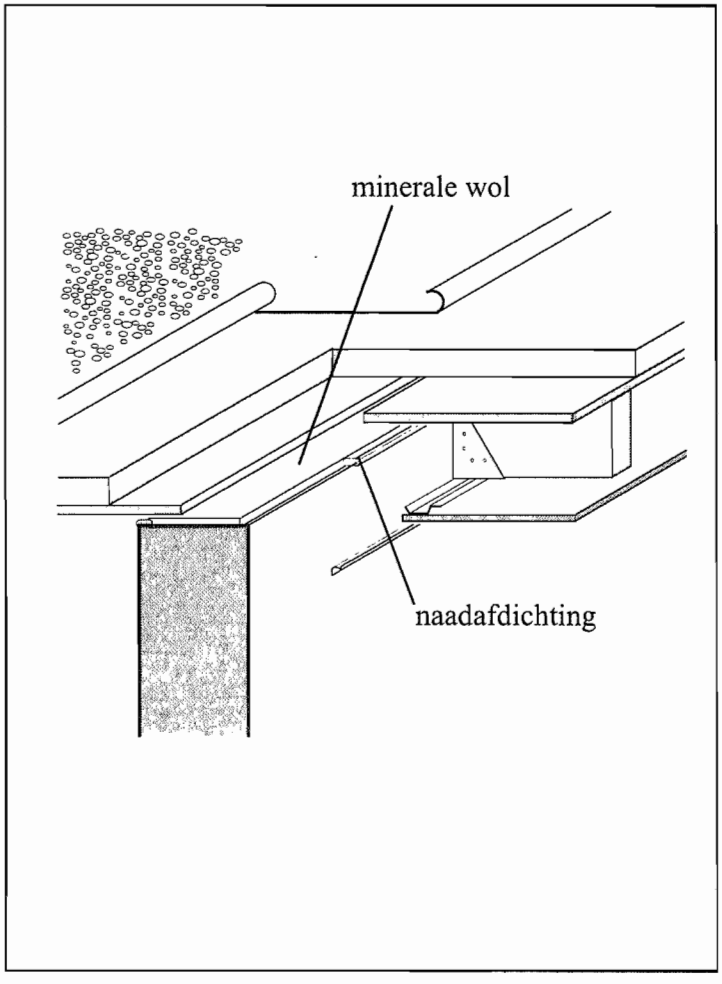
Wand 230 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 7 dB | $I_{lu;k}$ = 0 dB |

## Toepassingsgebied

Met plafond; wand 200 mm
- tussen besloten ruimten

Met plafond; wand 230 mm
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



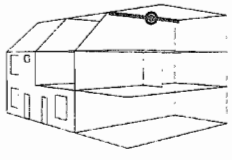

## Uitvoeringsvoorwaarden

- dakelement onderbreken boven bouwmuur
- ruimte tussen bouwmuur en dakplaten opvullen met minerale wol
- naden afdichten

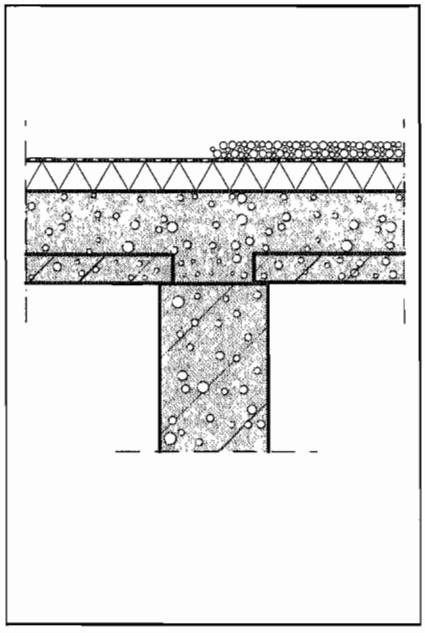
- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen balklaag

## Aandachtspunten

- gipskartonplaat bevestigen met behulp van veerregels
- geen doorvoeren in wand



# Breedplaatvloer



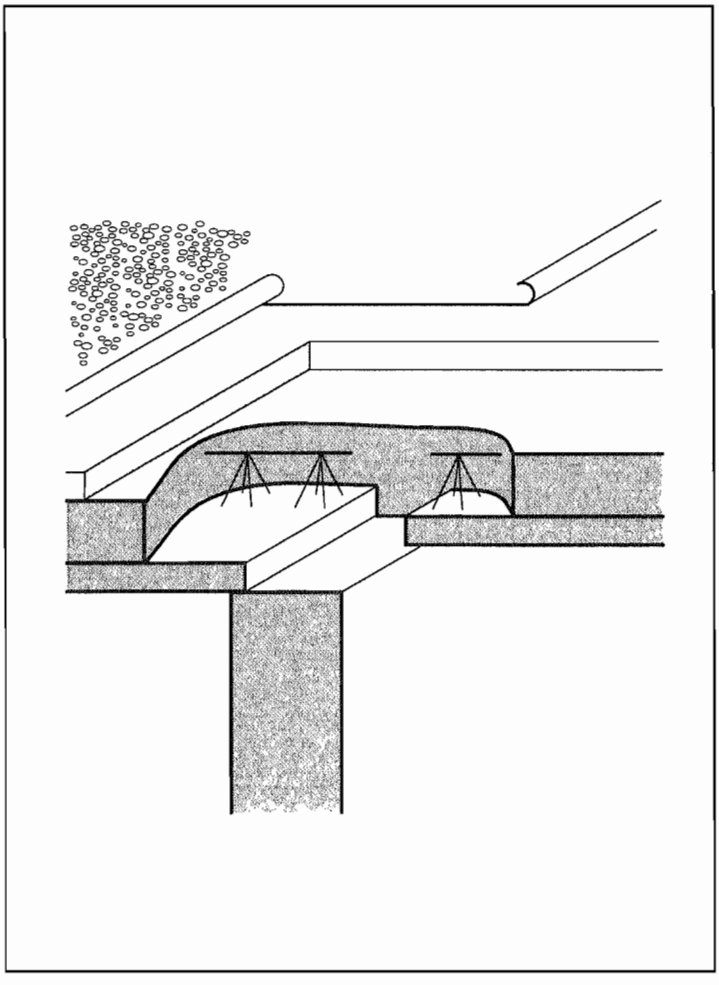
## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = +1$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



## Uitvoeringsvoorwaarden

- aansluiting dakvloer aan wand goed afdichten

Wand 200 mm
- massa dakvloer > 350 kg/m$^2$; inclusief afwerklagen

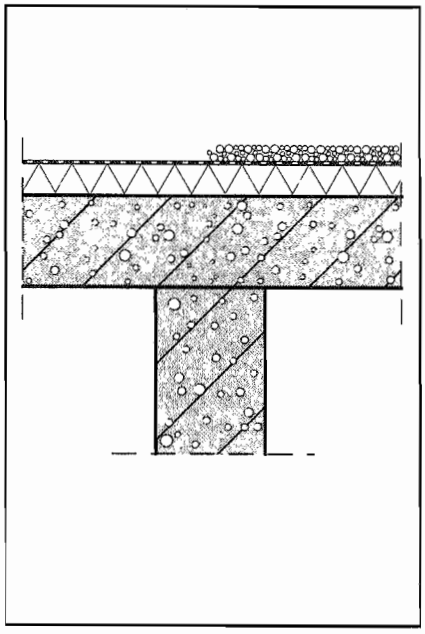
Wand 230 mm
- massa dakvloer > 250 kg/m$^2$; inclusief afwerklagen

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Bekistingsvloer



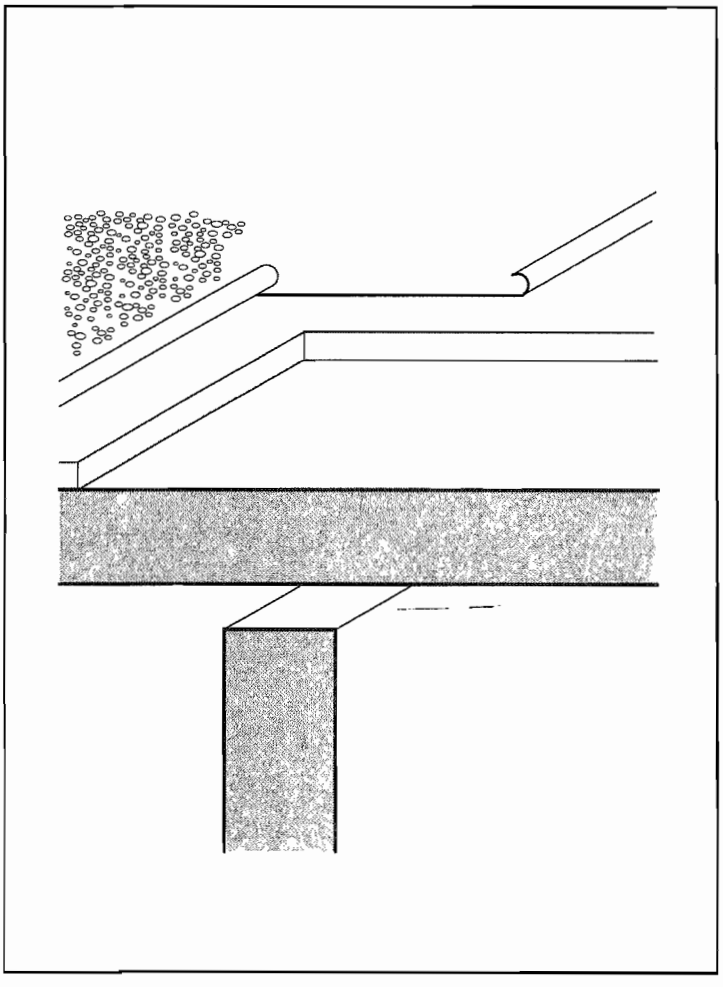
## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = +1$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



## Uitvoeringsvoorwaarden

- aansluiting dakvloer aan wand goed afdichten

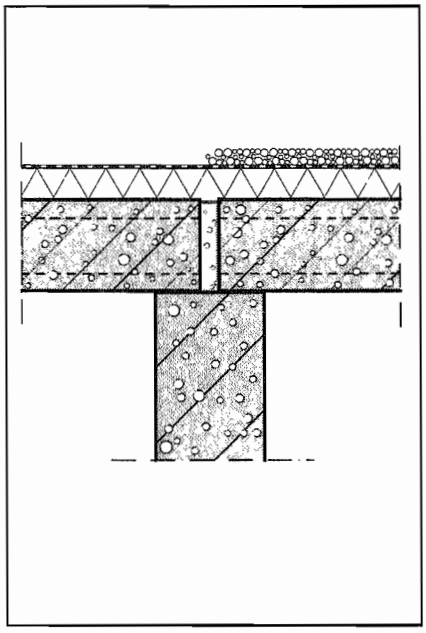
Wand 200 mm
- massa dakvloer > 350 kg/m$^2$; inclusief afwerklagen

Wand 230 mm
- massa dakvloer > 250 kg/m$^2$; inclusief afwerklagen

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand

# Kanaalplaatvloer



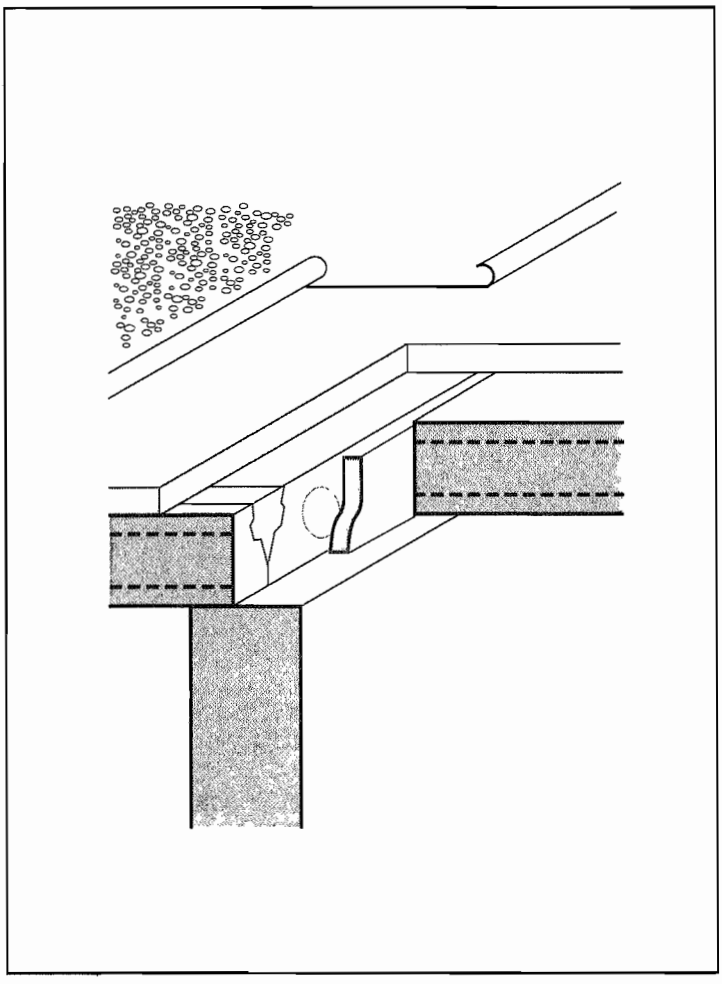
## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k}$ = + 1 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



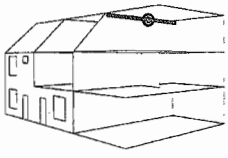
## Uitvoeringsvoorwaarden

Wand 200 mm
- massa dakvloer > 350 kg/m$^2$; incl. afwerklagen

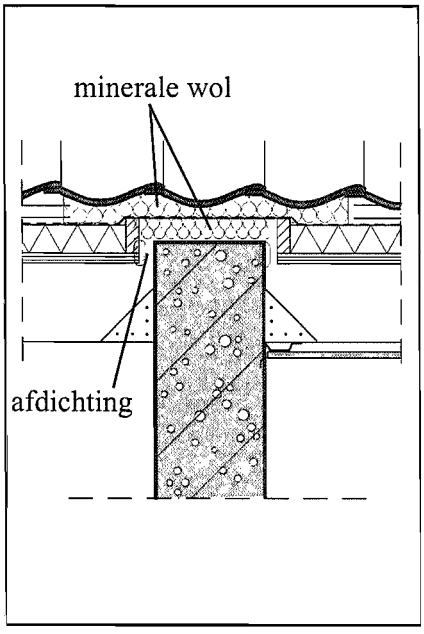
Wand 230 mm
- massa dakvloer > 250 kg/m$^2$; incl. afwerklagen

## Aandachtspunten

- kanalen dichtzetten met cementmortel
- ruimte tussen vloervelden opvullen met cementmortel
- geen doorvoeren in wand



# Enkel - hardschuim

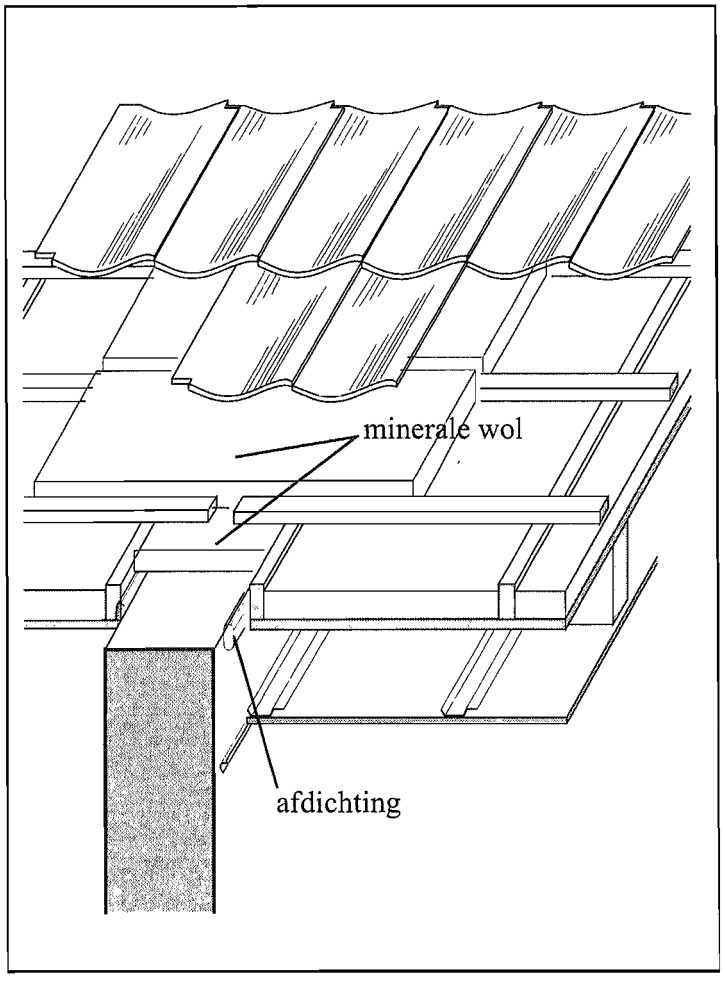



## Akoestische kwaliteit

| | |
|---|---|
| Wand 200 mm | |
| zonder plafond | met plafond |
| • $I_{lu;k}$ = - 7 dB | $I_{lu;k}$ = 0 dB |
| Wand 230 mm | |
| zonder plafond | met plafond |
| • $I_{lu;k}$ = - 7 dB | $I_{lu;k}$ = 0 dB |

## Toepassingsgebied

Met Plafond
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



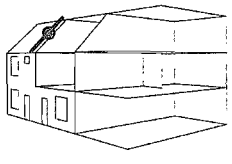

## Uitvoeringsvoorwaarden

- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- naden afdichten

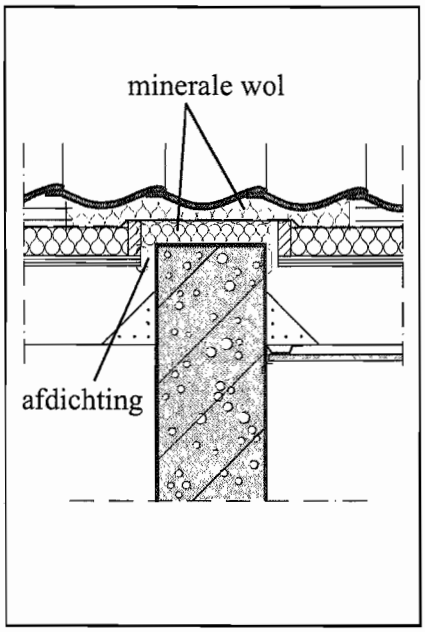
- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen gording

## Aandachtspunten

- gipskartonplaat bij voorkeur bevestigen met behulp van veerregels
- geen doorvoeren in wand



# Enkel - minerale wol




## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 4 dB | $I_{lu;k}$ = 0 dB |

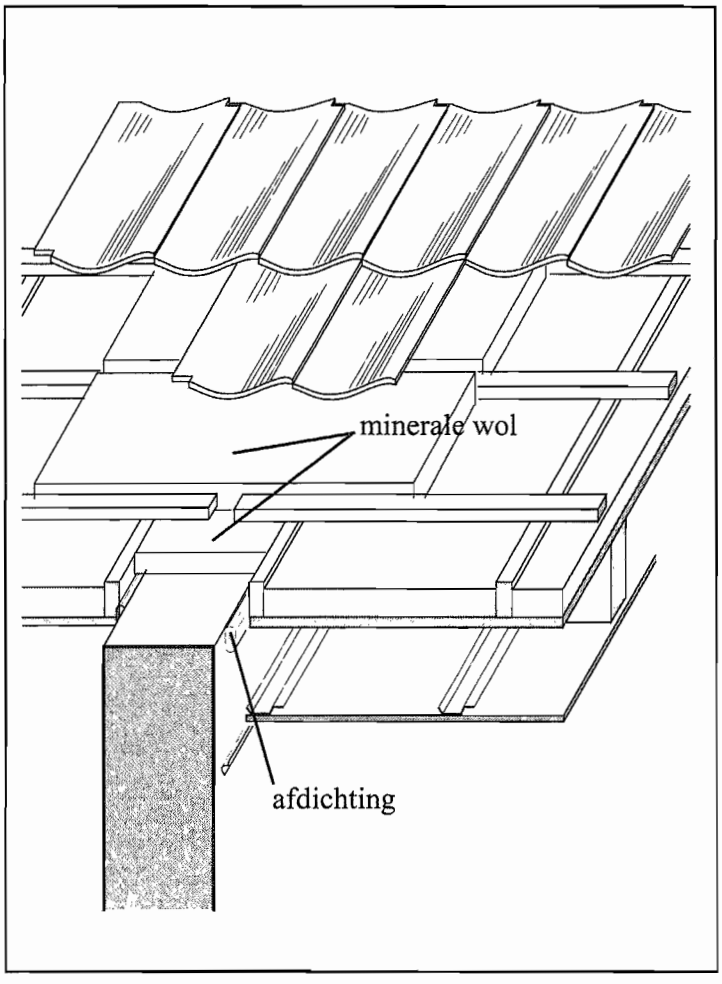
Wand 230 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 4 dB | $I_{lu;k}$ = 0 dB |

## Toepassingsgebied

Zonder plafond
- tussen besloten ruimten

Met plafond
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



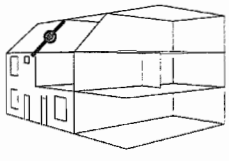

## Uitvoeringsvoorwaarden

- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- naden afdichten

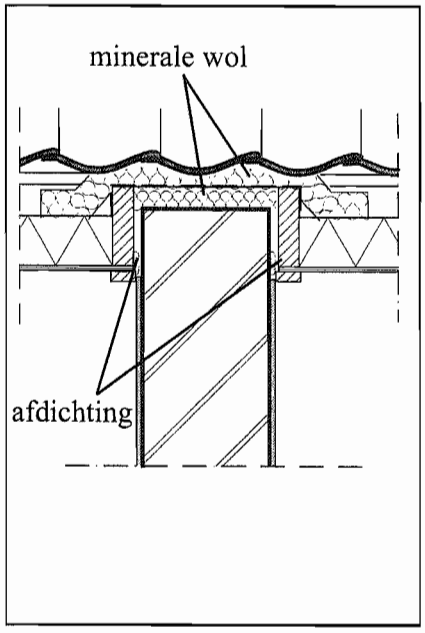
- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen gording

## Aandachtspunten

- gipskartonplaat bij voorkeur bevestigen met behulp van veerregels
- geen doorvoeren in wand



# Sporenkap - hardschuim



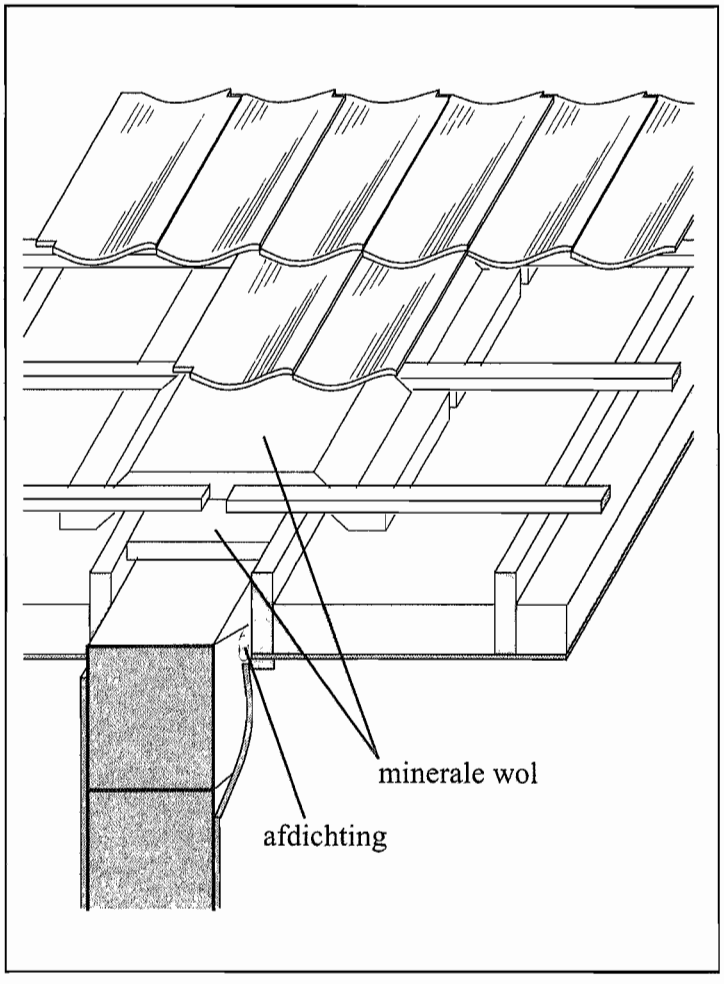

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm;
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = - 5 dB

Wand 300 mm;
- $I_{lu;k}$ = - 5 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

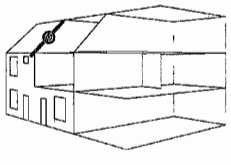



## Uitvoeringsvoorwaarden

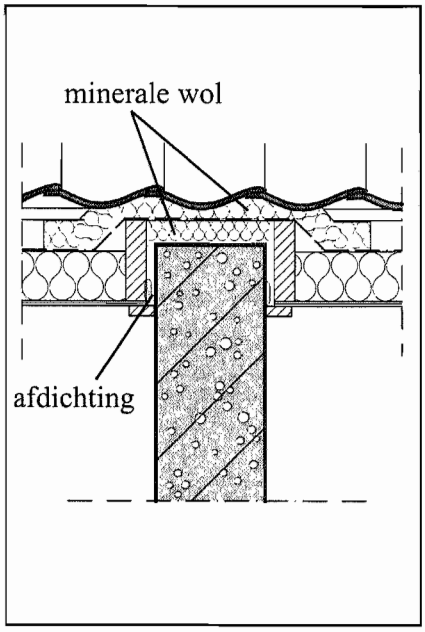
- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- naden afdichten

- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen gording

- geen doorvoeren in wand



# Sporenkap - minerale wol



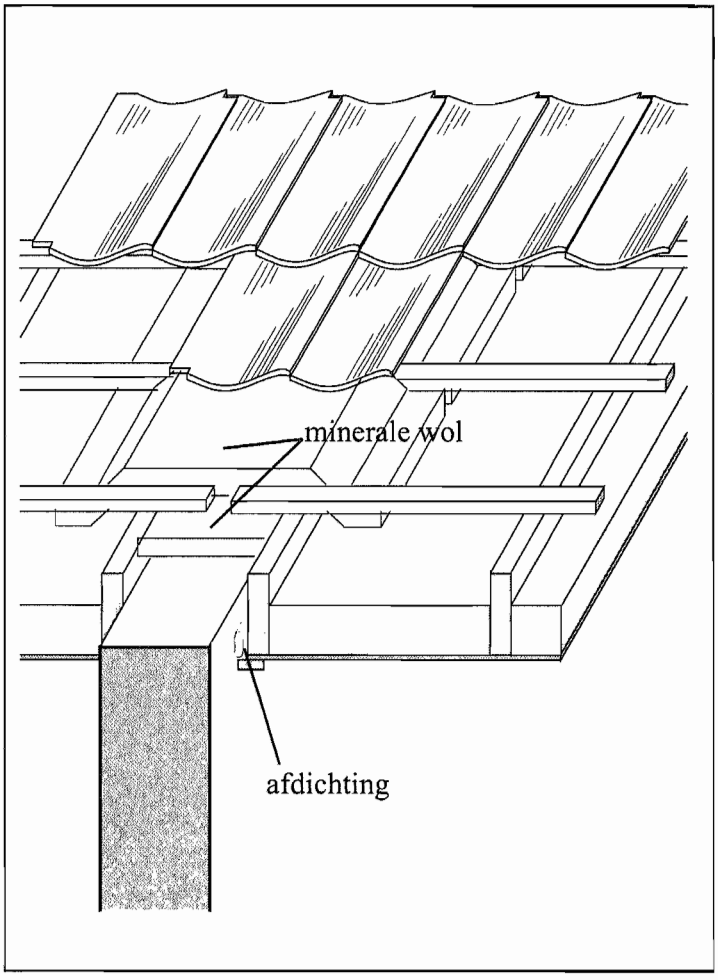

## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k}$ = - 4 dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k}$ = - 4 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

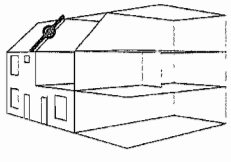



## Uitvoeringsvoorwaarden

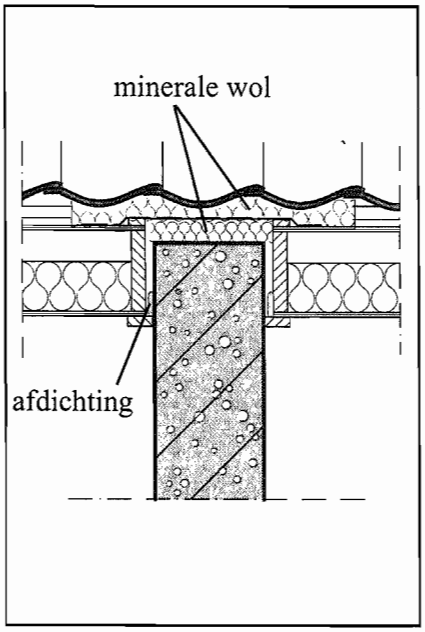
- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- naden afdichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Doosconstructie - min. wol



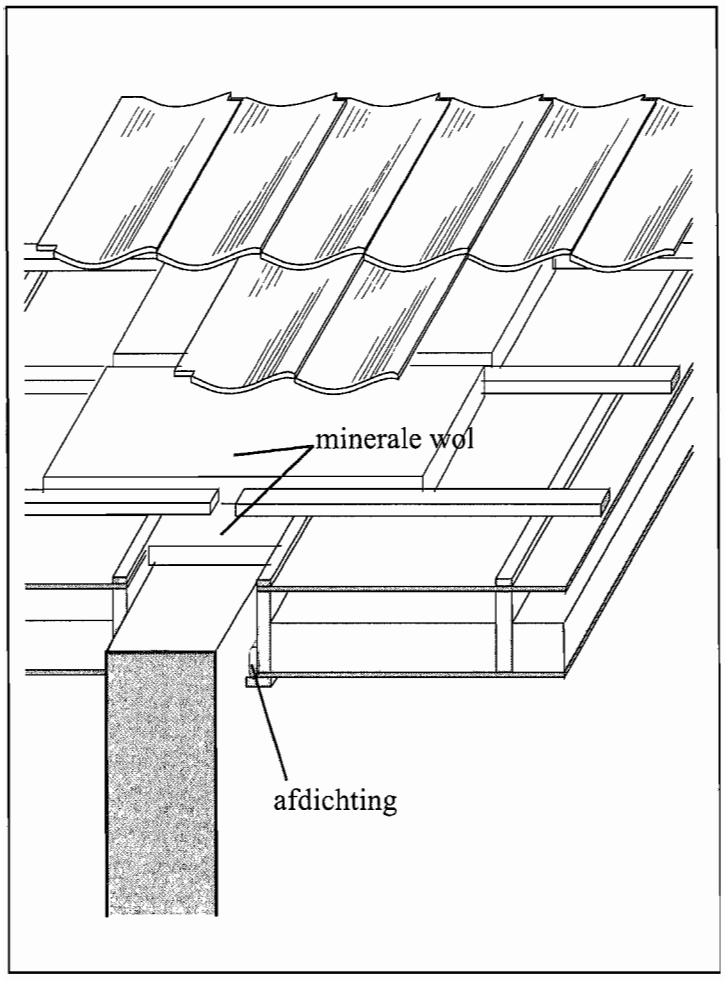

## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k}$ = - 3 dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k}$ = - 3 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten



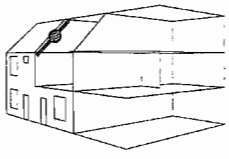

## Uitvoeringsvoorwaarden

- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 600 mm lang
- naden afdichten

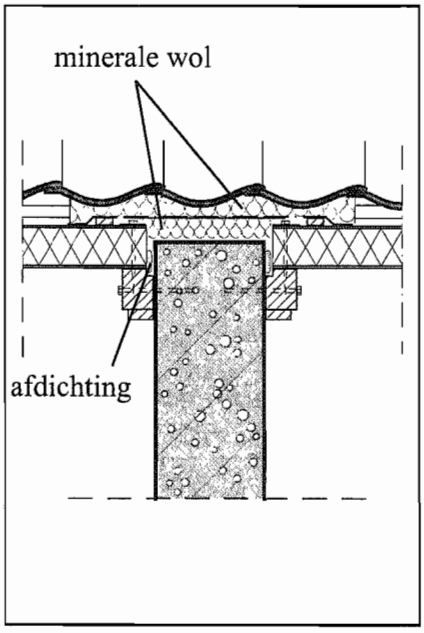
- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen gording

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Sandwich - hardschuim



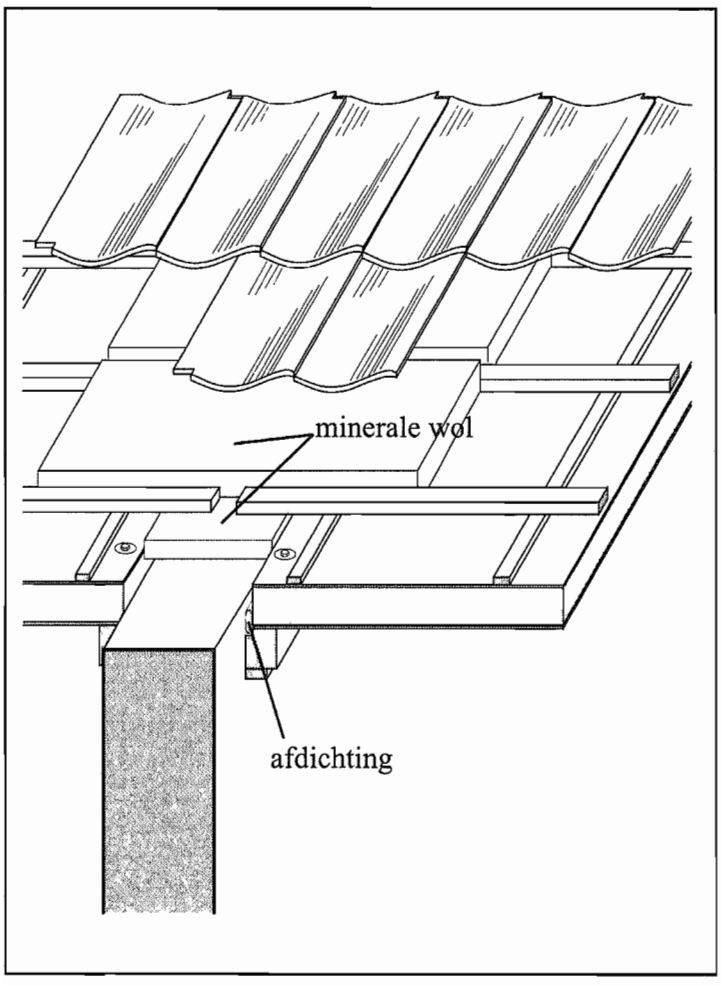

## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k}$ = - 7 dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k}$ = - 7 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

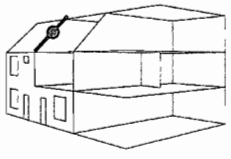



## Uitvoeringsvoorwaarden

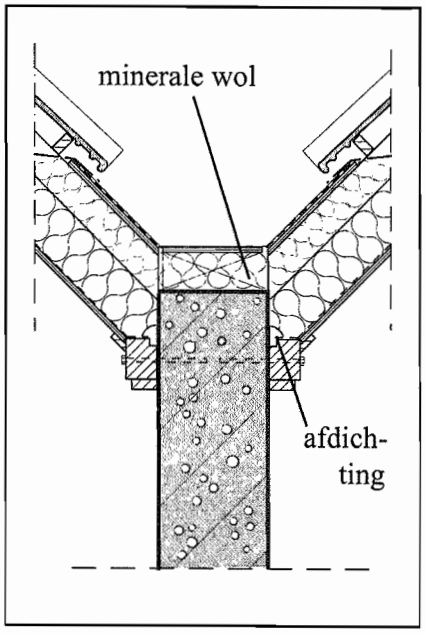
- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- naden afdichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Zakgoot - sporenkap



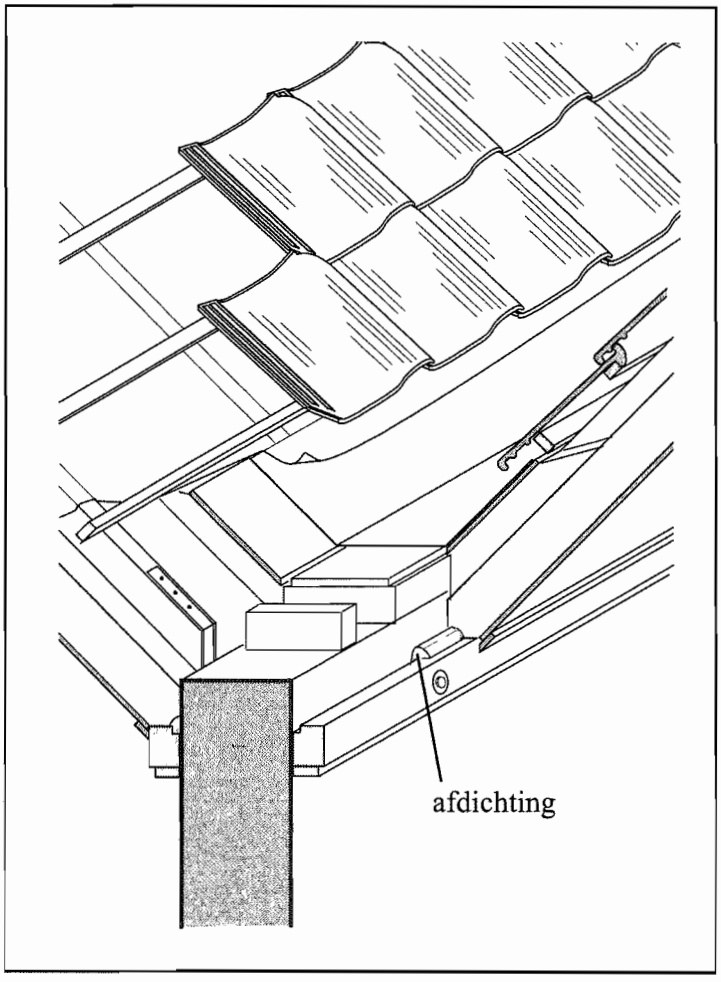

## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k}$ = - 4 dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k}$ = - 3 dB

## Toepassingsgebied

Wand 230 mm
- tussen besloten ruimten

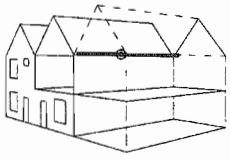



## Uitvoeringsvoorwaarden

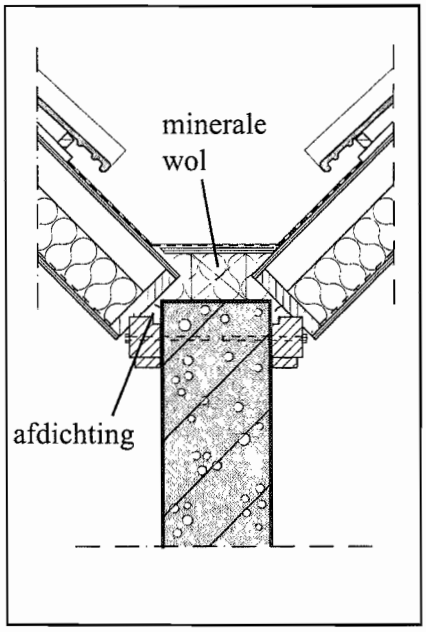
- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- afdekplaat boven bouwmuur los van dakelementen
- ruimte tussen bouwmuur en afdekplaat opvullen met minerale wol
- naden afdichten

## Aandachtspunten

- geen ventilatiekokers in naar elkaar gekeerde dakvelden
- geen doorvoeren in wand



# Zakgoot - doosconstructie



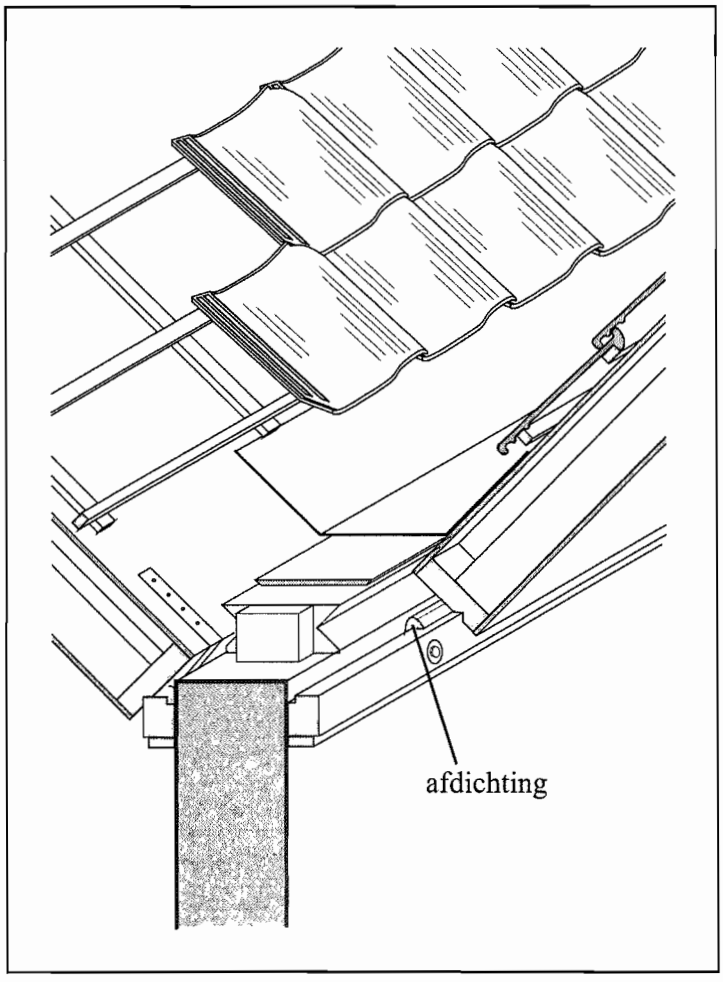

## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k}$ = - 0 dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k}$ = + 1 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

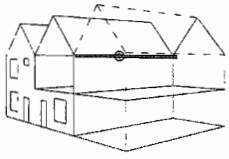



## Uitvoeringsvoorwaarden

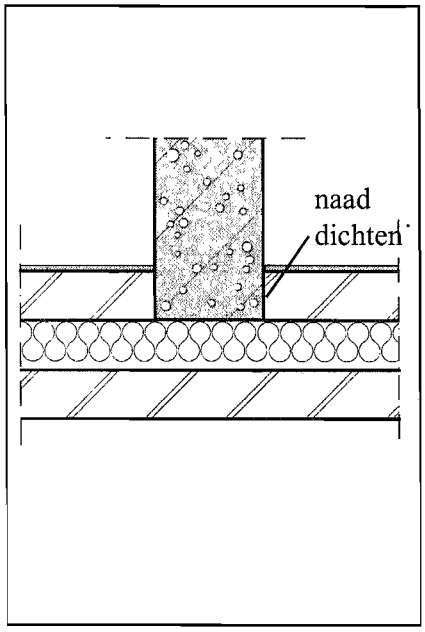
- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- afdekplaat boven bouwmuur los van dakelementen
- ruimte tussen bouwmuur en afdekplaat opvullen met minerale wol
- naden afdichten

## Aandachtspunten

- geen ventilatiekokers in naar elkaar gekeerde dakvelden
- geen doorvoeren in wand



# Kalkzandsteen - baksteen



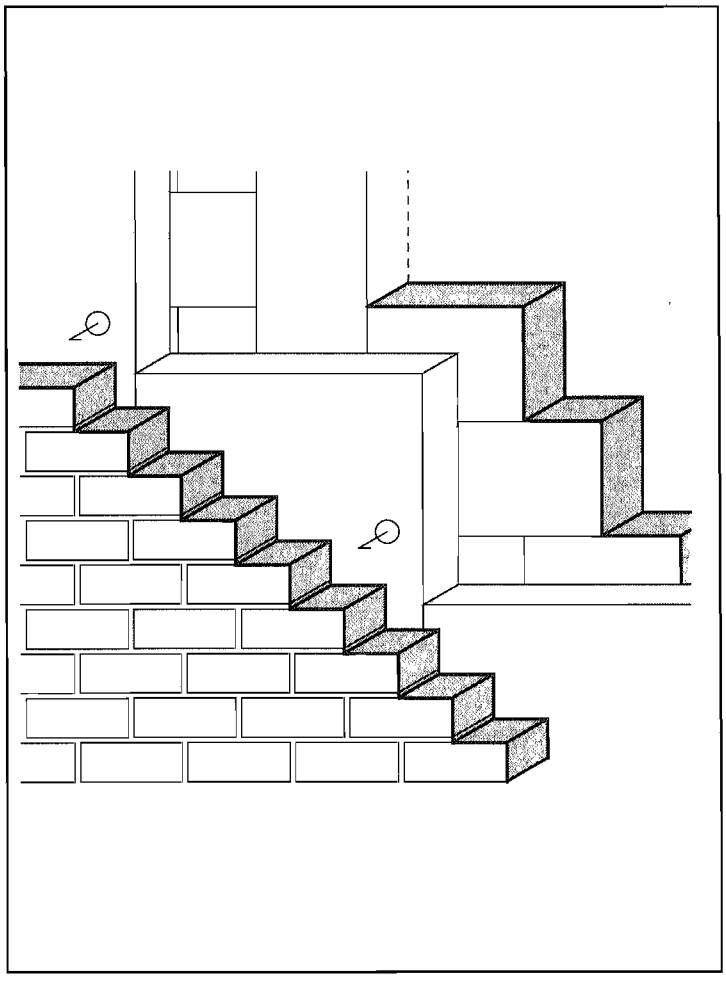

## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = +1$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



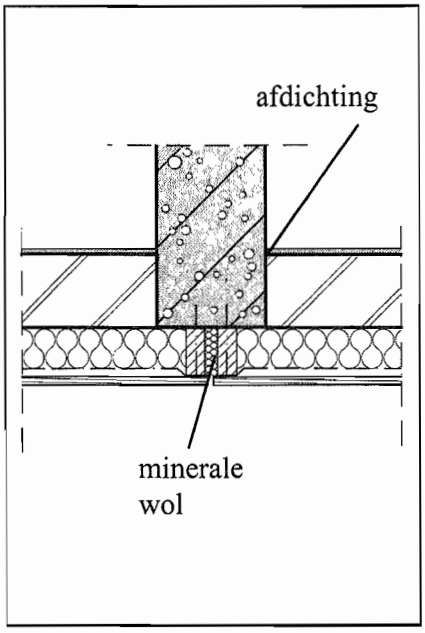
## Uitvoeringsvoorwaarden

- massa binnenblad plus de helft van de massa buitenspouwblad tenminste 200 kg/m$^2$
- naden aan binnenzijde afdichten

## Aandachtspunten

- binnenspouwblad volledig gesloten; geen gaten
- woningscheidende wand doorzetten tussen binnenspouwbladen
- geen doorvoeren in wand

# Kalkzandsteen - hout



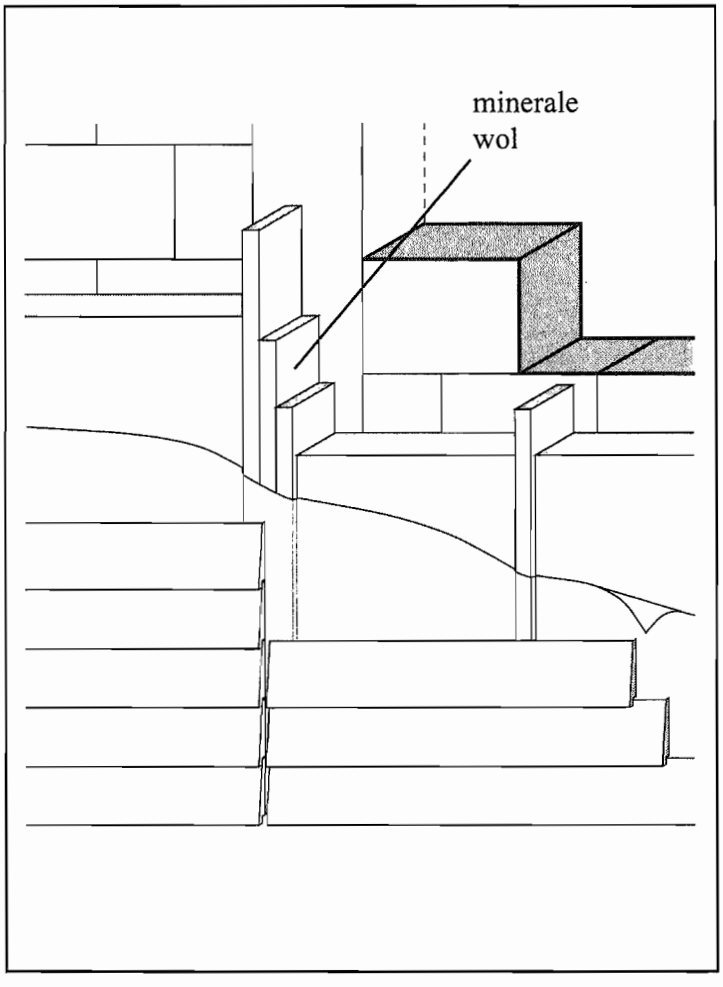

## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = +1$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

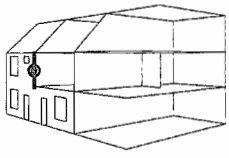



## Uitvoeringsvoorwaarden

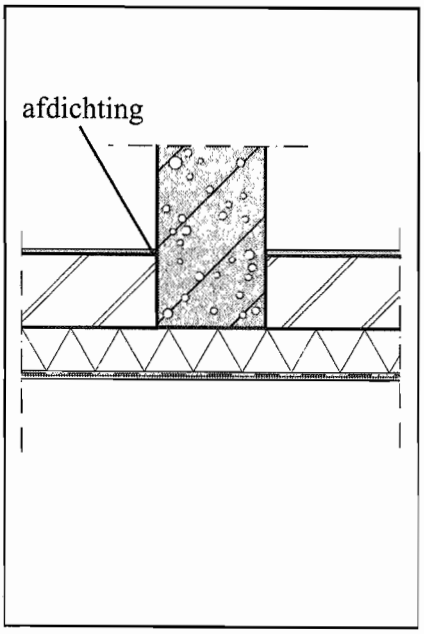
- massa binnenblad tenminste 200 kg/m$^2$
- naden aan binnenzijde afdichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- binnenwand volledig gesloten; geen gaten
- woningscheidende wand doorzetten tussen binnenspouwbladen



# Kalkzandsteen- pleister



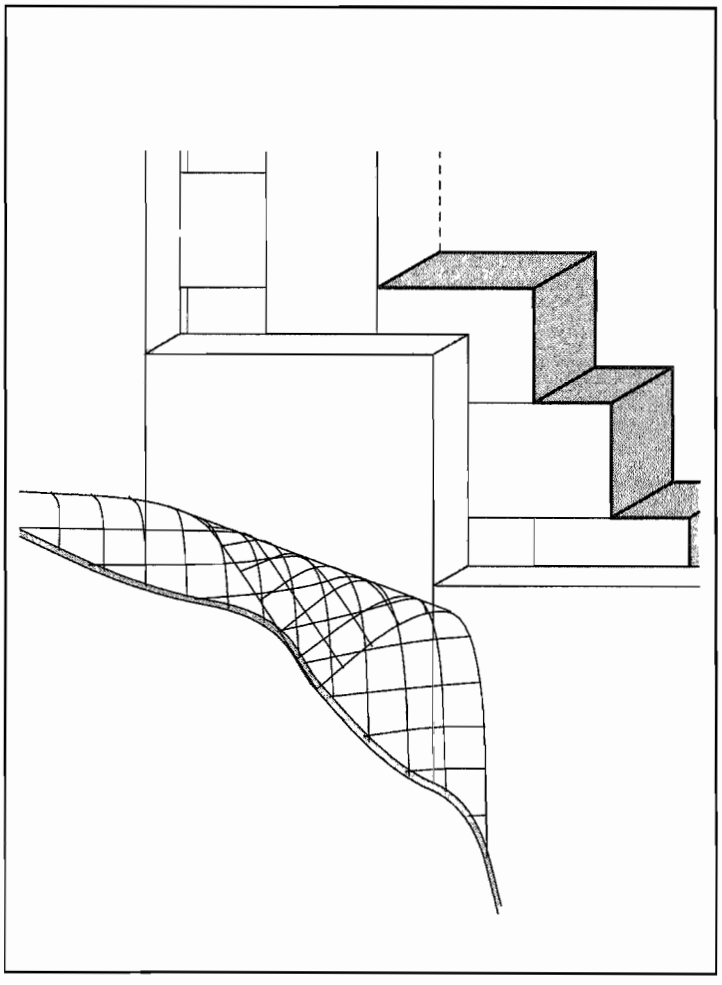

## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k}$ = + 1 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



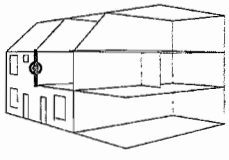
## Uitvoeringsvoorwaarden

- massa binnenblad tenminste 200 kg/m²
- naden aan binnenzijde afdichten

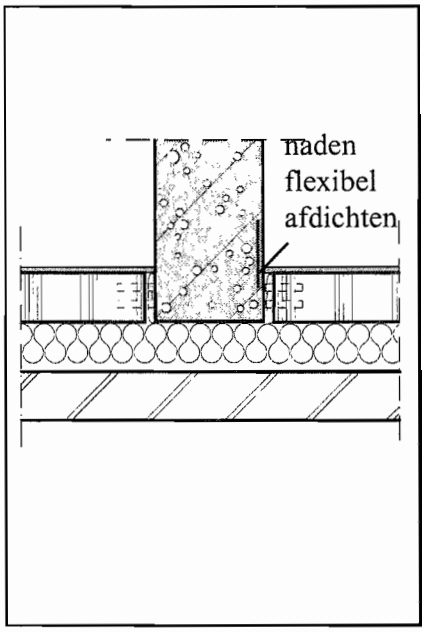
## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- binnenspouwblad volledig gesloten; geen gaten
- woningscheidende wand doorzetten tussen spouwbladen





# Gips/gasbeton - baksteen



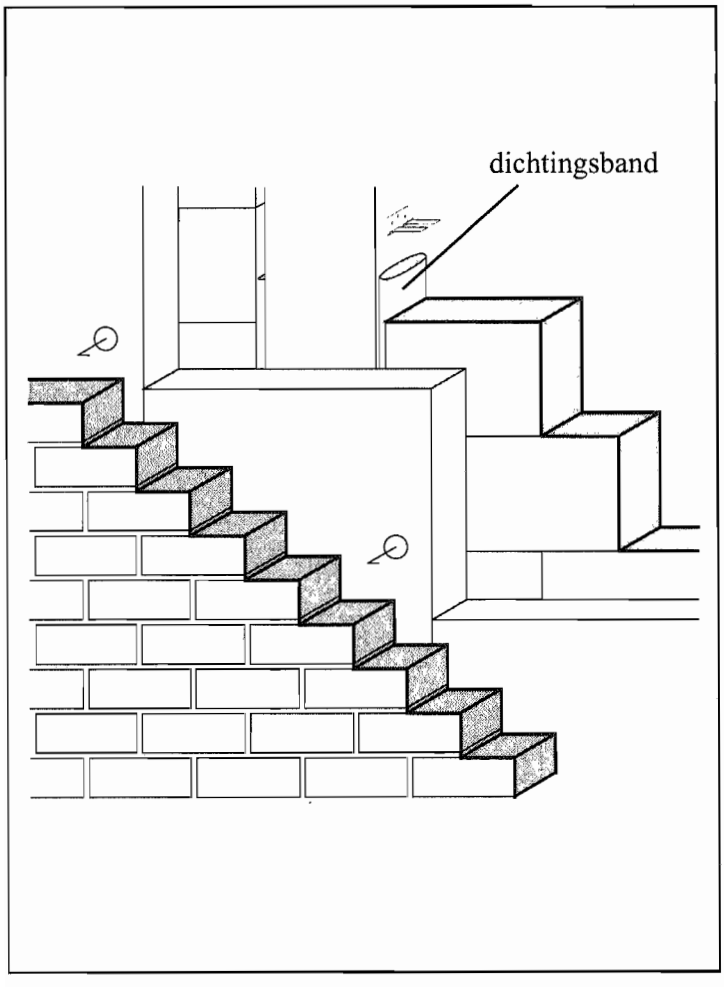

## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = +1$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

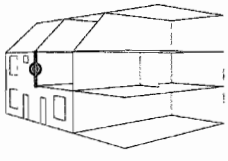



## Uitvoeringsvoorwaarden

- binnenblad akoestisch los van woningscheidende wand

## Aandachtspunten

- binnenspouwblad volledig gesloten
- naden afdichten
- geen doorvoeren in wand
- woningscheidende wand doorzetten tussen binnenspouwbladen

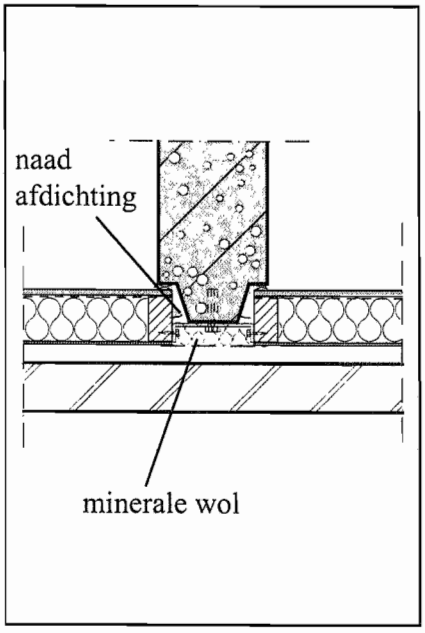


# Prefab hout - baksteen

## Akoestische kwaliteit

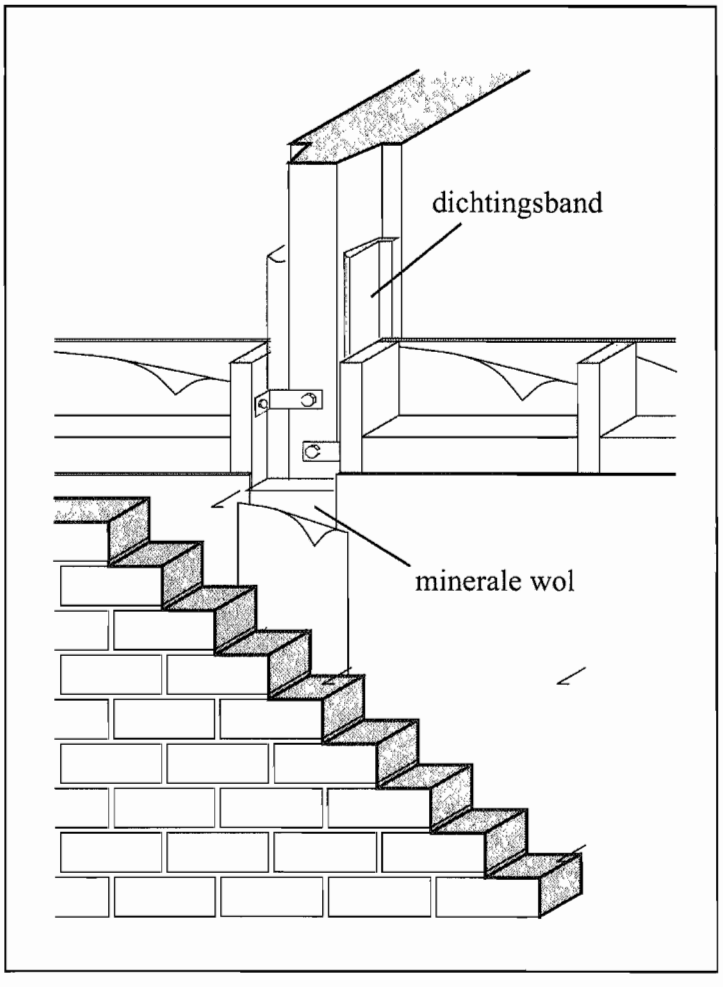
Wand 200 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = +1$ dB




## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

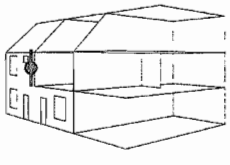



## Uitvoeringsvoorwaarden

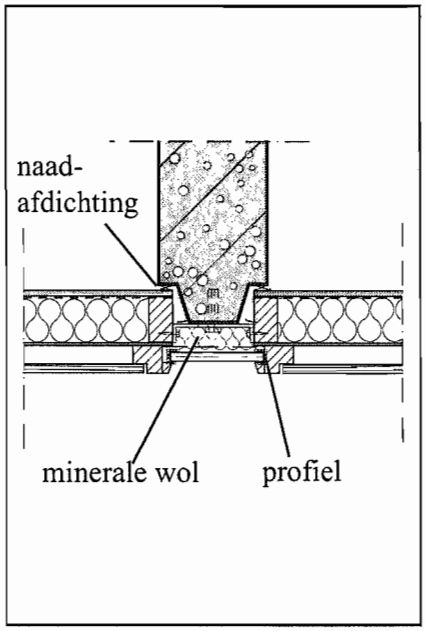
- prefab binnenspouwbladen niet doorkoppelen
- minerale wol ter plaatse van kop bouwmuur
- naden aan binnenzijde afdichten

## Aandachtspunten

- doorkoppelen binnenspouwblad resulteert in versterkte flankerende geluidoverdracht
- geen doorvoeren in wand



# Prefab hout - hout



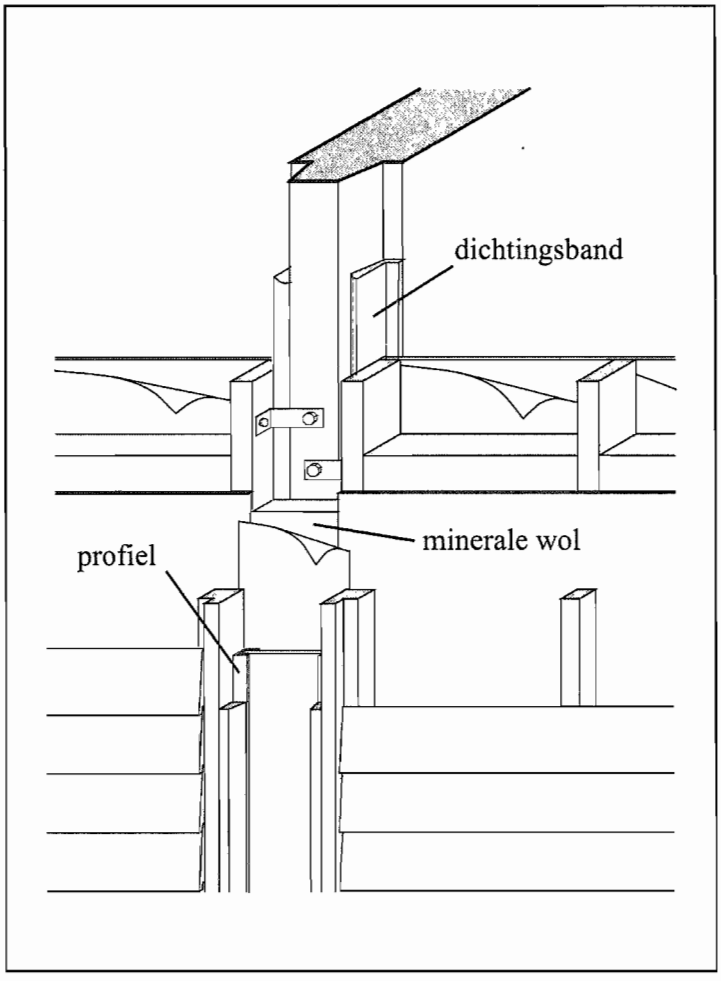

## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = +1$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

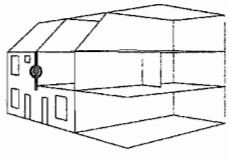



## Uitvoeringsvoorwaarden

- prefab binnenspouwbladen niet doorkoppelen
- minerale wol ter plaatse van kop bouwmuur
- naden aan binnenzijde afdichten

## Aandachtspunten

- afdekplaat bouwmuur in rubber profielen aanbrengen of eenzijdig inklemmen
- buitenbekleding niet doorzetten
- geen doorvoeren in wand

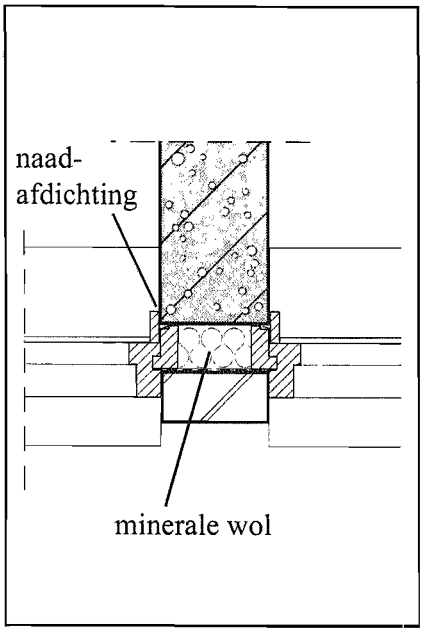


# Puiconstructie - baksteen

## Akoestische kwaliteit

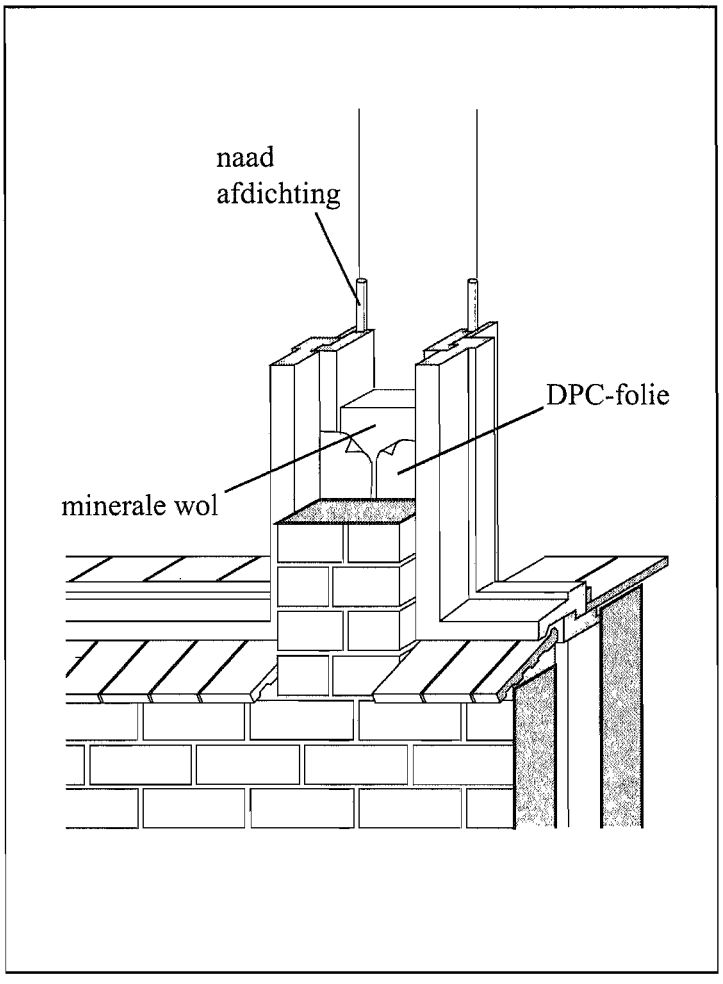
Wand 200 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = +1$ dB




## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



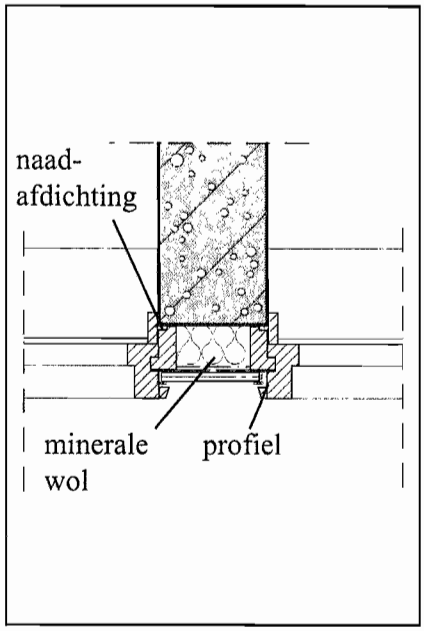

## Uitvoeringsvoorwaarden

- minerale wol ter plaatse van kop bouwmuur
- naden aan binnenzijde afdichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand

# Puiconstructie - hout



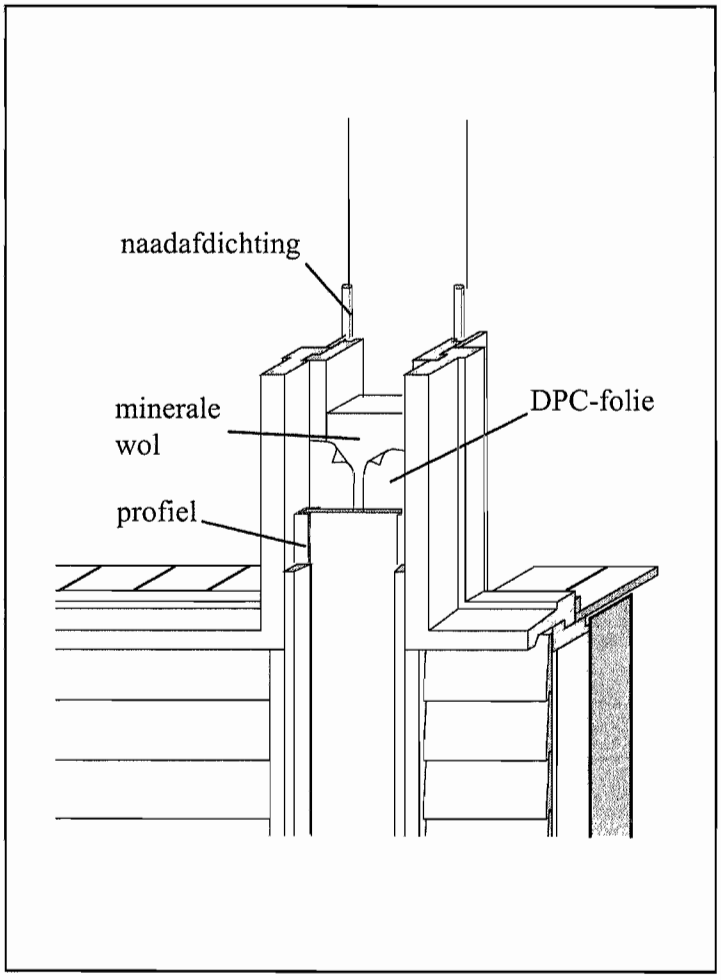

## Akoestische kwaliteit

Wand 200 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 230 mm
- $I_{lu;k} = +1$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

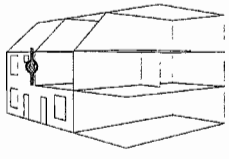



## Uitvoeringsvoorwaarden

- puien niet koppelen
- minerale wol ter plaatse van kop bouwmuur

## Aandachtspunten

- afdekplaat bouwmuur in rubber profiel aanbrengen of eenzijdig inklemmen
- geen doorvoeren in wand



# 8 Ankerloze spouwwanden van beton

Ankerloze spouwwanden van beton:

| dikte (mm) | spouw (mm) | dikte (mm) | $I_{lu;lab}$ (dB) |
|---|---|---|---|
| 90 | 20 | 90 | + 9 |
| 120 | 40 | 120 | + 12 |

**SRW/SROW CODE:**

21 .. .. .. ..: Beton
21 30 .. .. ..: Geprefabriceerd beton
21.30.00 .. ..: Beton
21.30.00.02 ..: Spouwwand
21.30.00.02.1.: Knoopunt 1 (Fundering-begane-grond-vloer)
21.30.00.02.11: Aansluitende constructie type 1

De volgende knoopunten zijn in deze paragraaf nader uitgewerkt:

1. Fundering - Woningscheidende wand - Begane grond vloer (thermisch geïsoleerd)
   1 combinatievloeren
   4 ribbenvloer

2. Woningscheidende wand - Verdiepingsvloer
   7 kanaalplaatvloer

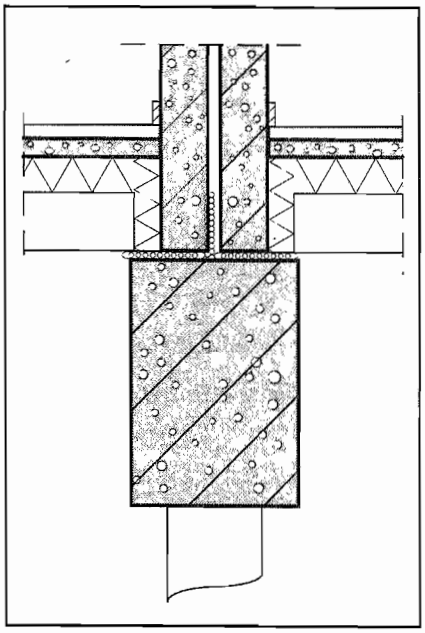
3. Woningscheidende wand - Binnenwand
   1 beton

4. Woningscheidende wand - Plat dak
   1 houten dakbeschot
   6 kanaalplaatvloer

5. Woningscheidende wand - Hellend dak
   1 enkelschalige dakplaat, thermische isolatie hardschuim
   2 enkelschalige dakplaat, thermische isolatie minerale wol
   3 sporenkap, thermische isolatie hardschuim
   4 sporenkap, thermische isolatie minerale wol
   5 doosconstructie, thermische isolatie minerale wol
   6 sandwich, thermische isolatie hardschuim
   7 zakgootconstructie/sporenkap
   8 zakgootconstructie/doosconstructie

6. Woningscheidende wand - Gevel
   5 binnenblad beton
   buitenblad a. baksteen
   b. hout
   c. pleister

# Combinatievloer



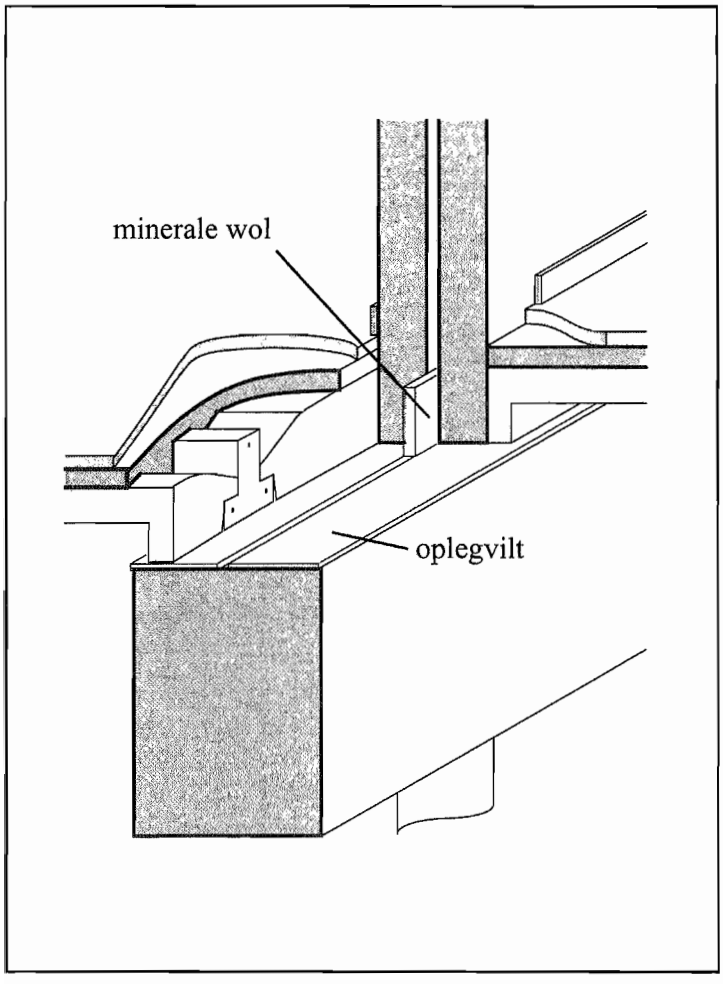
## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB
- $I_{co}$ = + 9 dB

Wand 120 - 40 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB
- $I_{co}$ = + 9 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied




## Uitvoeringsvoorwaarden

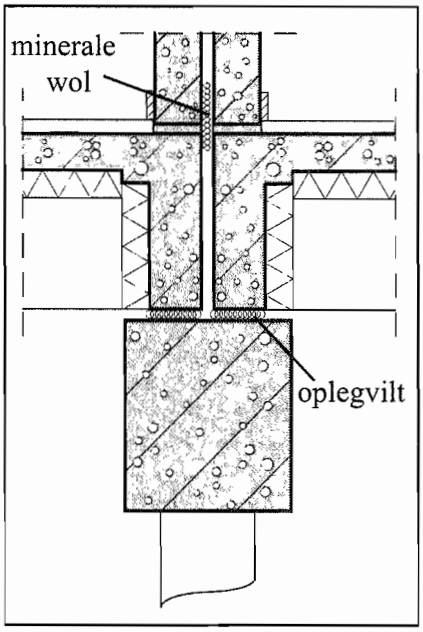
- wand doorzetten tot op funderingring
- wand elementen opstellen op 10 mm vilt of gelijkwaardig
- vloer opleggen op 10 mm vilt of gelijkwaardig

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in de wand
- eventueel strook minerale wol tussen spouwbladen



# Ribbenvloer



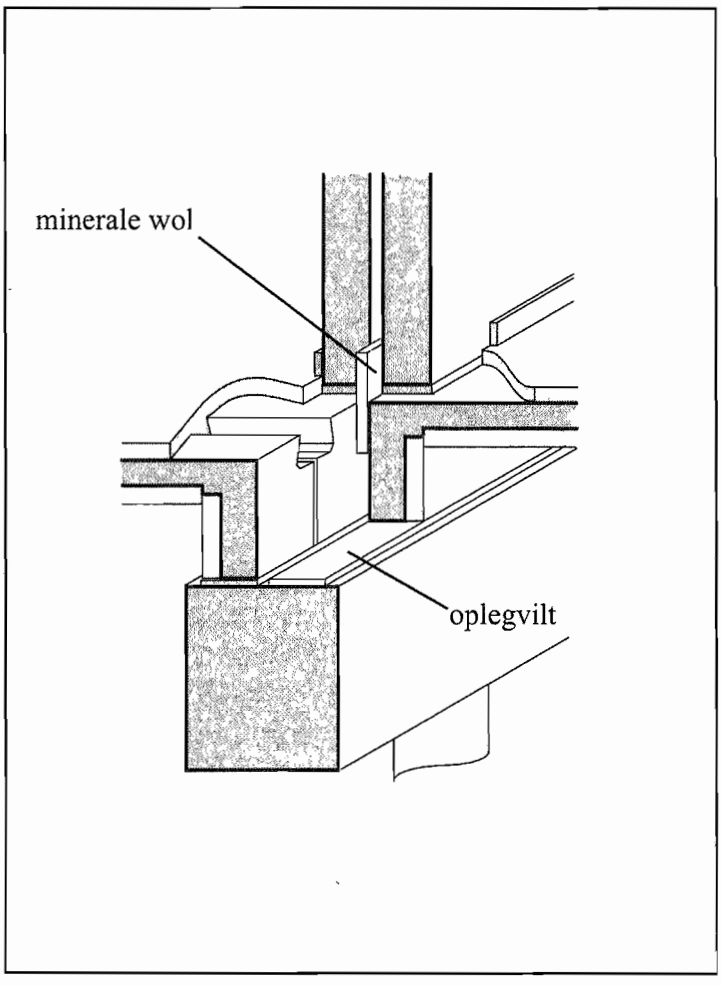

## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm
- $I_{lu:k}$ = + 4 dB
- $I_{co}$ = + 12 dB

Wand 120 - 40 - 120 mm
- $I_{lu:k}$ = + 6 dB
- $I_{co}$ = + 12 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied




## Uitvoeringsvoorwaarden

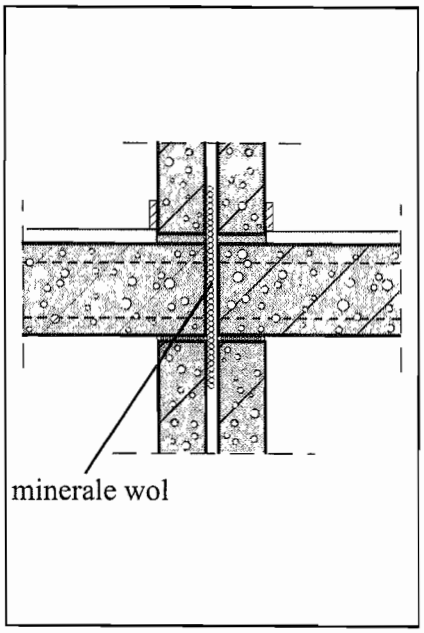
- vloervelden beeindigen met betonnen rand
- vloer opleggen op 10 mm vilt of gelijkwaardig
- vloer dilateren ter plaatse van wand
- strook minerale wol tussen vloervelden

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in de wand



# Kanaalplaatvloer



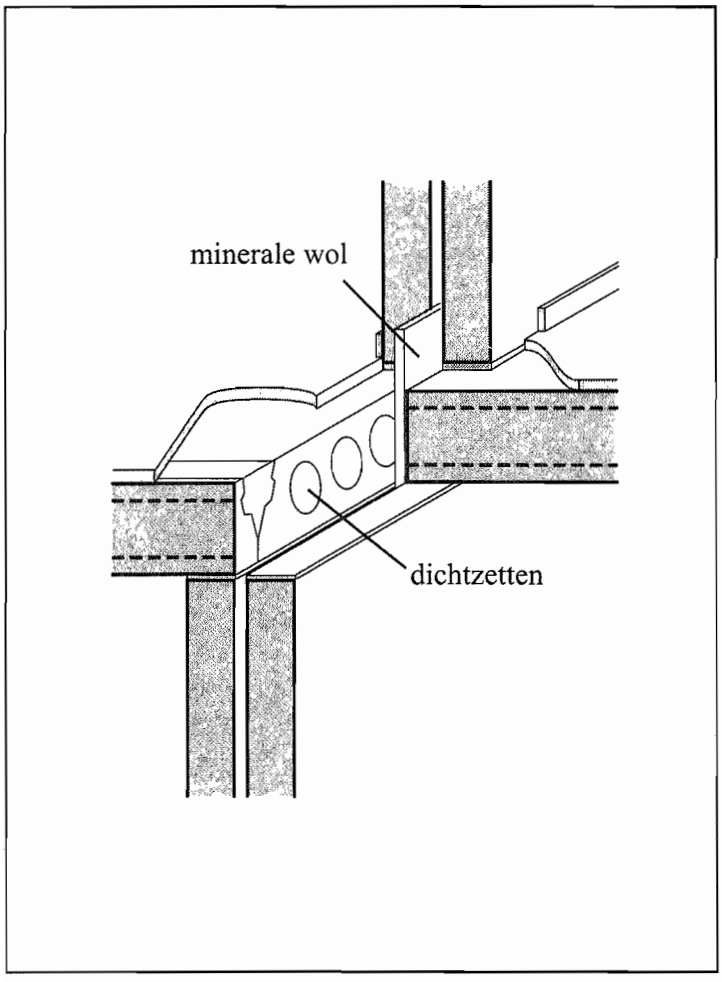

## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm
- $I_{lu;k}$ = + 9 dB
- $I_{co;hor}$ = + 15 dB

Wand 120 - 40 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 12 dB
- $I_{co;hor}$ = + 15 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

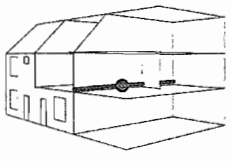



## Uitvoeringsvoorwaarden

- vloervelden ter plaatse van wand volledig dilateren
- kanalen dichtzetten met cementmortel
- strook minerale wol in spouw ter hoogte van vloer
- naden afdichten

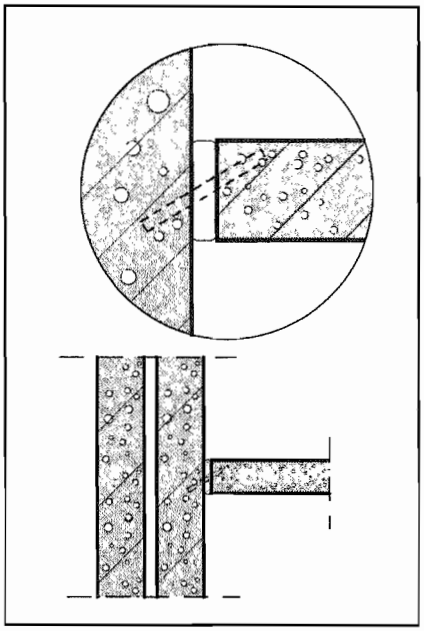
## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- goede aansluiting vloer aan wand



# 8 Ankerloze spouwwanden van beton

## Beton



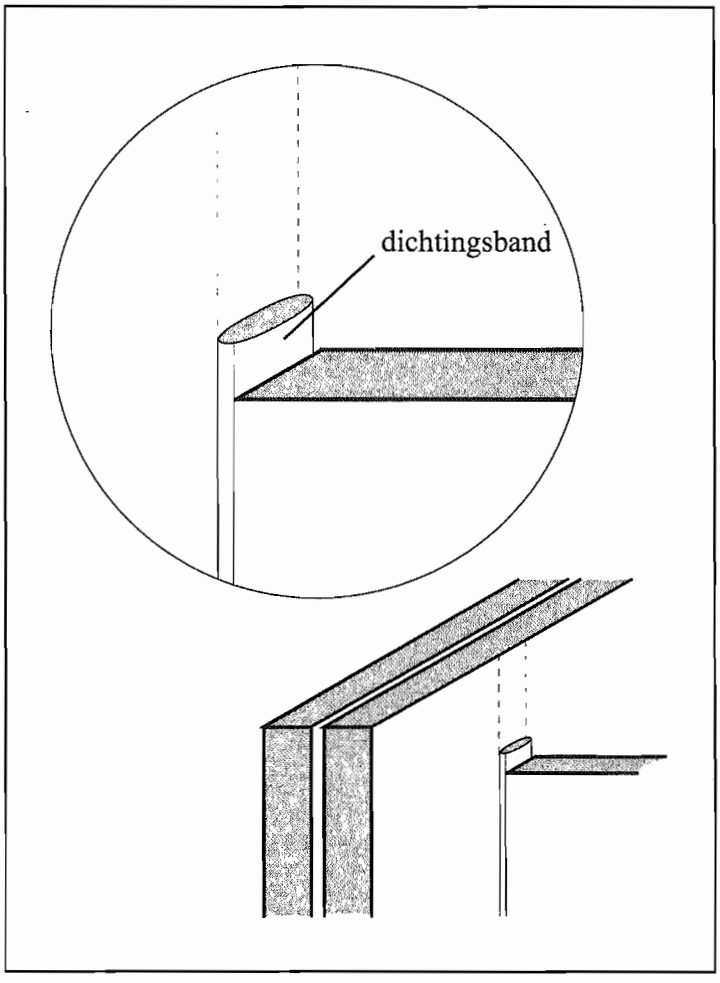
### Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB
- $I_{co}$ = + 12 dB

Wand 120 - 40 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB
- $I_{co}$ = + 12 dB

### Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebieden

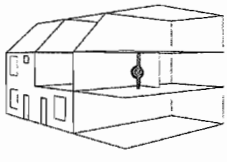



### Uitvoeringsvoorwaarden

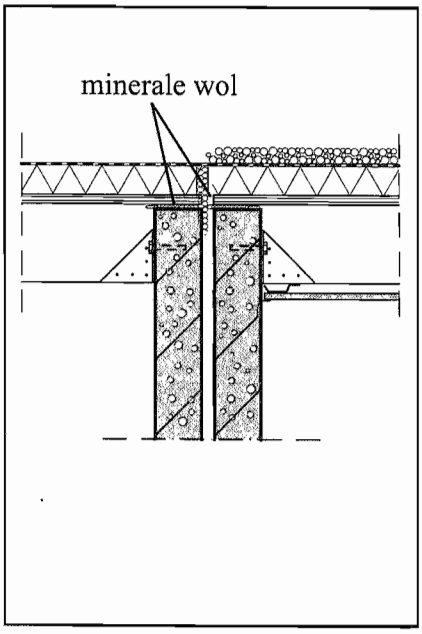
- geen eisen

### Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Houten dakbeschot




## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 3 dB | $I_{luk}$ = + 2 dB |

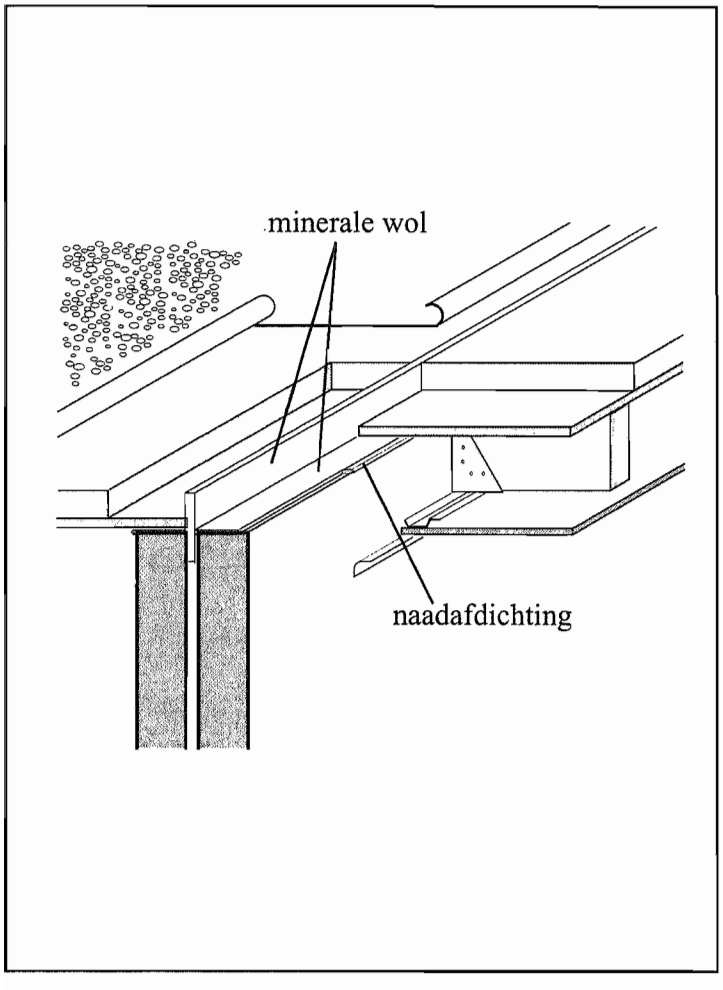
Wand 120 - 40 - 120 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 3 dB | $I_{luk}$ = + 2 dB |

## Toepassingsgebied

Zonder plafond
- tussen besloten ruimten

Met plafond
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



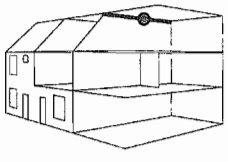

## Uitvoeringsvoorwaarden

- dakplaat onderbreken boven bouwmuur
- ruimte tussen dakplaat en bouwmuur opvullen met minerale wol
- strook minerale wol tussen spouwbladen
- naden afdichten

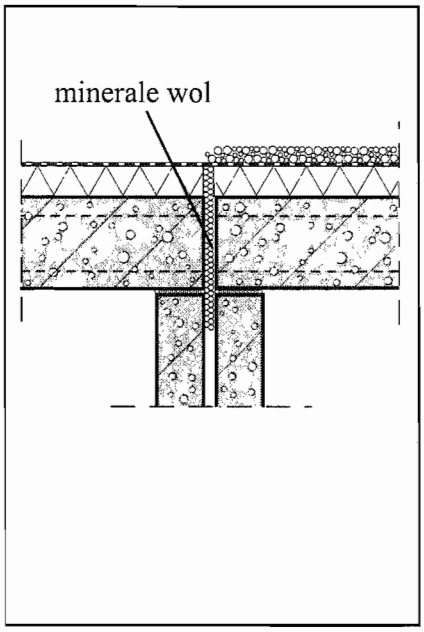
- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen balklaag

## Aandachtspunten

- gipskartonplaten bevestigen met veerregels
- geen doorvoeren in wand



# Kanaalplaatvloer



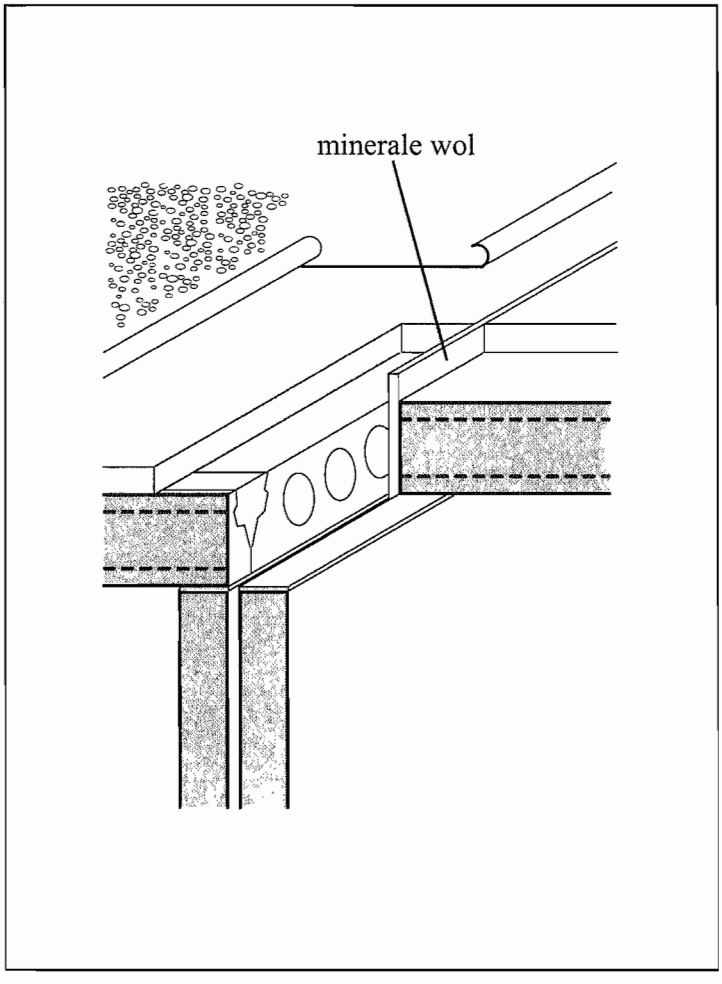

## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 120 - 40 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

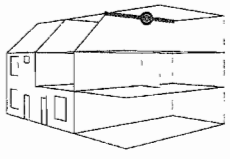



## Uitvoeringsvoorwaarden

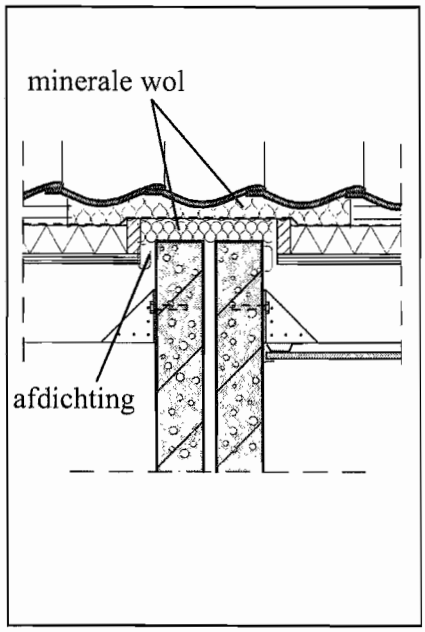
- dakplaat dilateren ter plaatse van bouwmuur
- strook minerale wol tussen dakplaten
- kanalen dichtzetten met cementmortel
- naden afdichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- aansluiting wand aan dakplaat dicht



# Enkel - hardschuim




## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 5 dB | $I_{lu;k}$ = 0 dB |

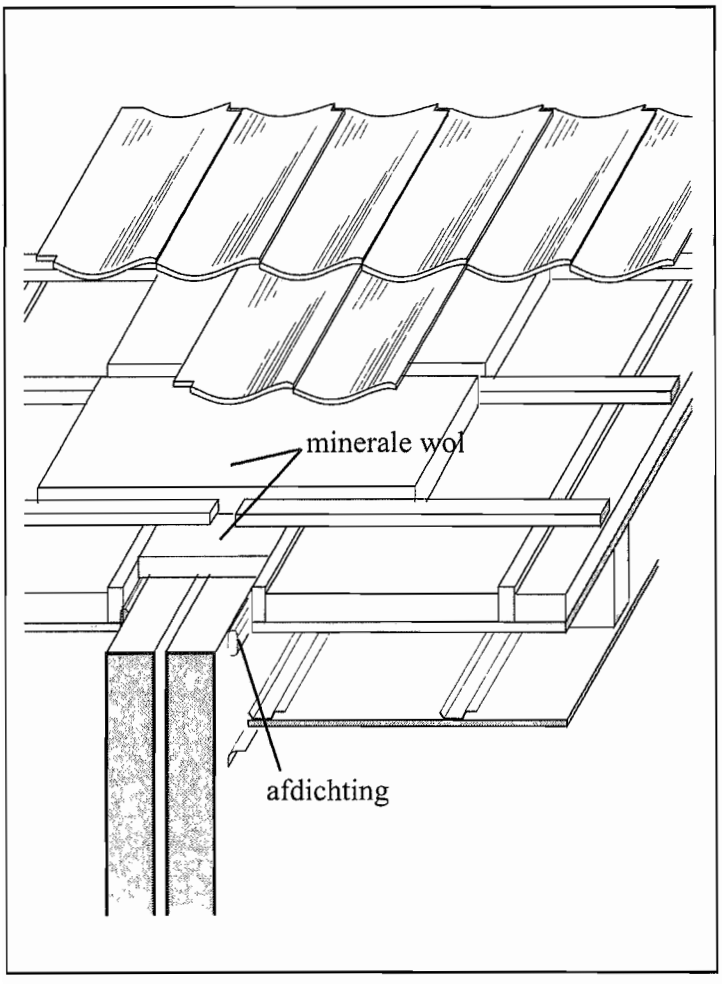
Wand 120 - 40 - 120 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 5 dB | $I_{lu;k}$ = 0 dB |

## Toepassingsgebied

Zonder plafond
- tussen besloten ruimten

Met plafond
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

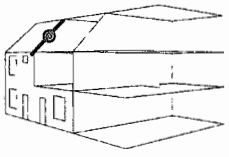



## Uitvoeringsvoorwaarden

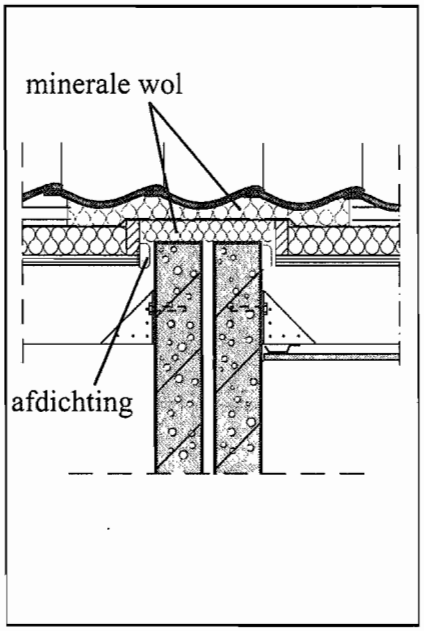
- dakelementen opleggen tussen de bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen balklaag

## Aandachtspunten

- gipskartonplaten bevestigen met veerregels
- geen doorvoeren in wand



# Enkel - minerale wol




## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 4 dB | $I_{lu;k}$ = + 1 dB |

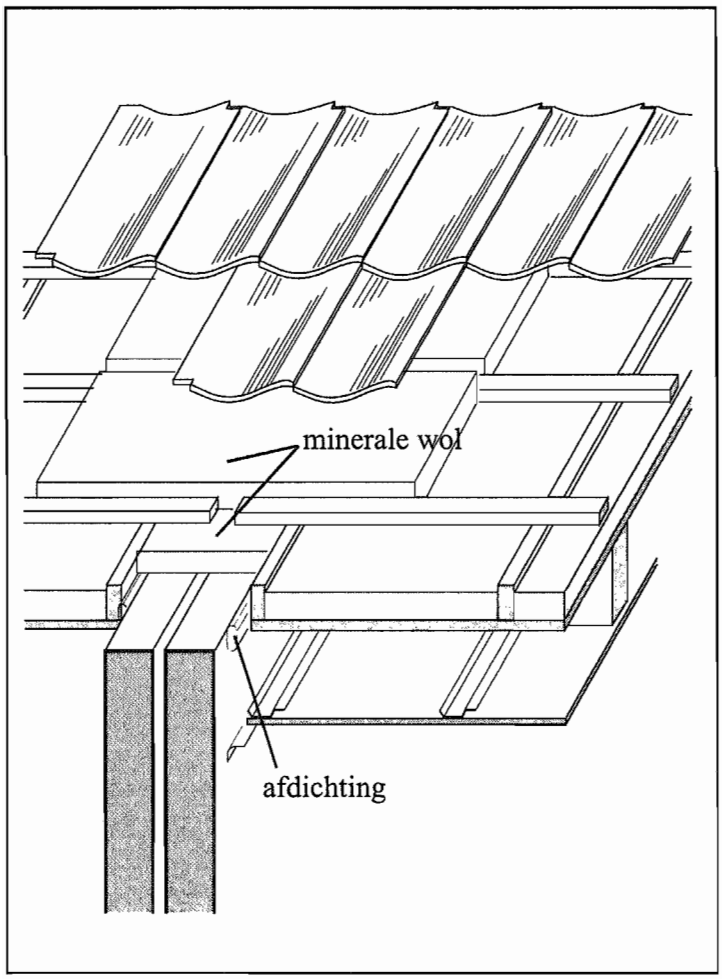
Wand 120 - 40 - 120 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 4 dB | $I_{lu;k}$ = + 1 dB |

## Toepassingsgebied

Zonder plafond
- tussen besloten ruimten

Met plafond
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

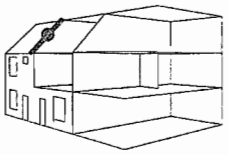



## Uitvoeringsvoorwaarden

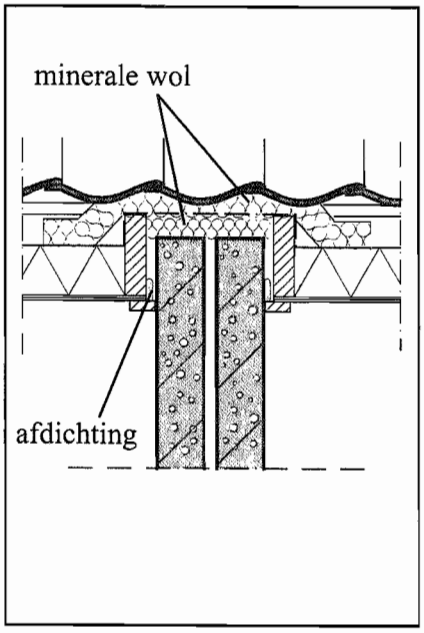
- dakelementen opleggen tussen de bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen balklaag

## Aandachtspunten

- gipskartonplaten bevestigen met veerregels
- geen doorvoeren in wand



# Sporenkap - hardschuim



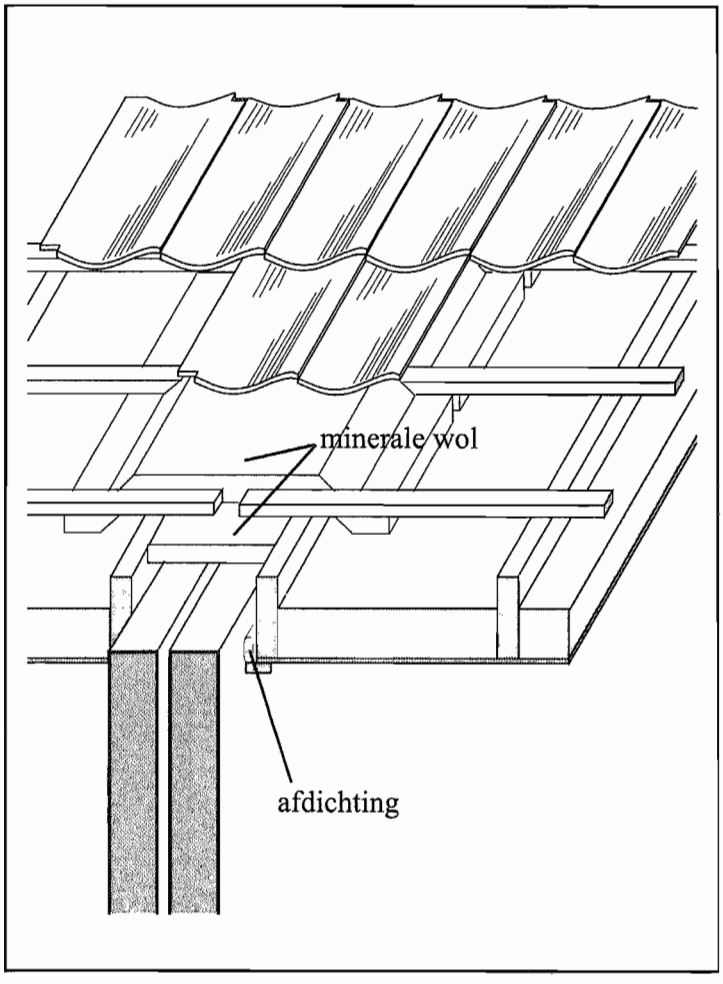

## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm
- $I_{lu;k}$ = - 4 dB

Wand 120 - 40 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = - 4 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

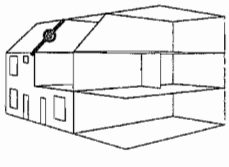



## Uitvoeringsvoorwaarden

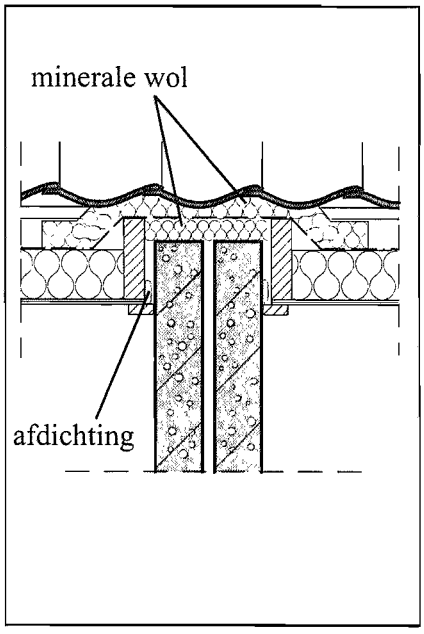
- dakelementen opleggen tussen de bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Sporenkap - minerale wol



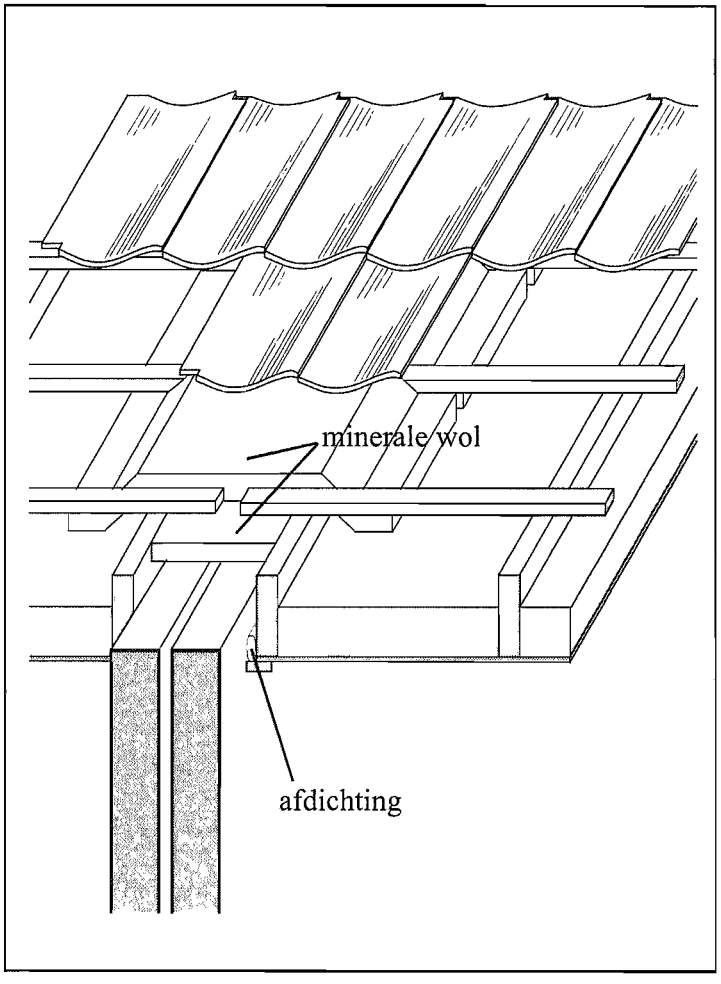

## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm
- $I_{lu;k}$ = - 2 dB

Wand 120 - 40 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = - 2 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

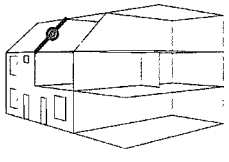



## Uitvoeringsvoorwaarden

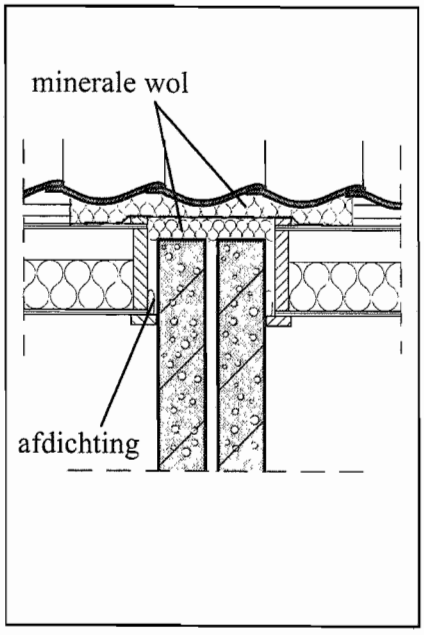
- dakelementen opleggen tussen de bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Doosconstructie - min. wol



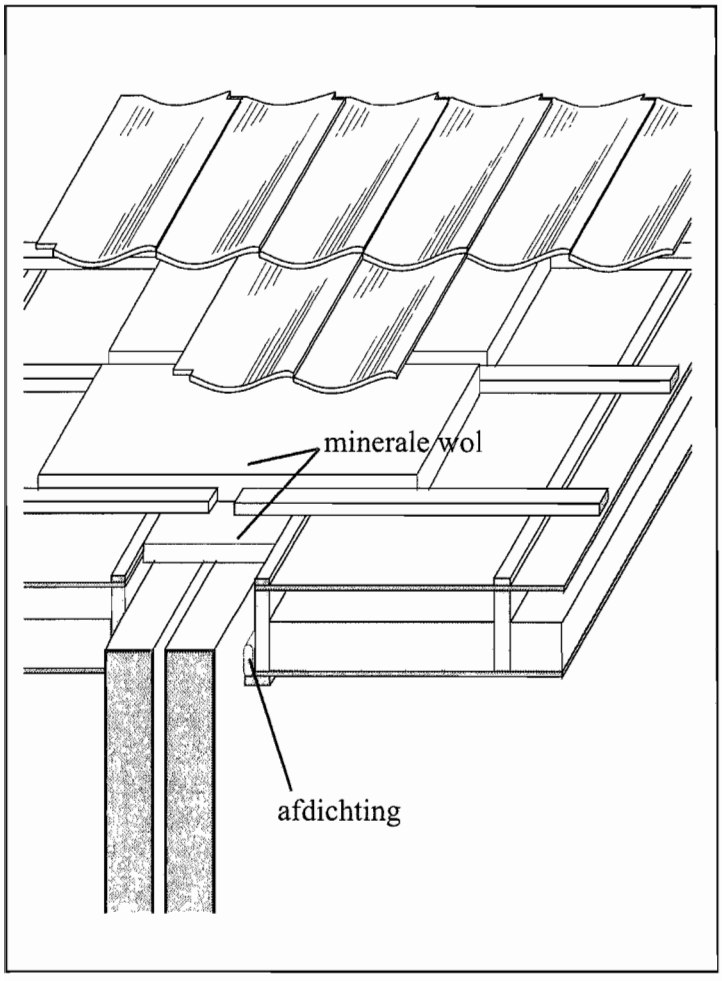

## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm
- $I_{lu;k}$ = + 1 dB

Wand 120 - 40 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 1 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

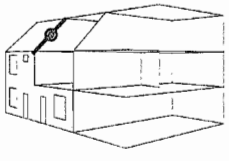



## Uitvoeringsvoorwaarden

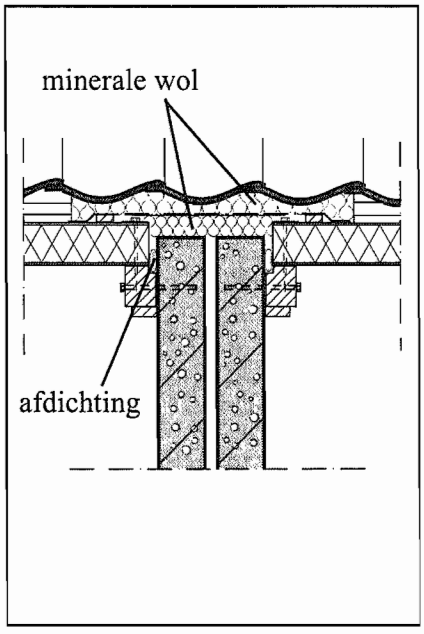
- dakelementen opleggen tussen de bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Sandwich - hardschuim



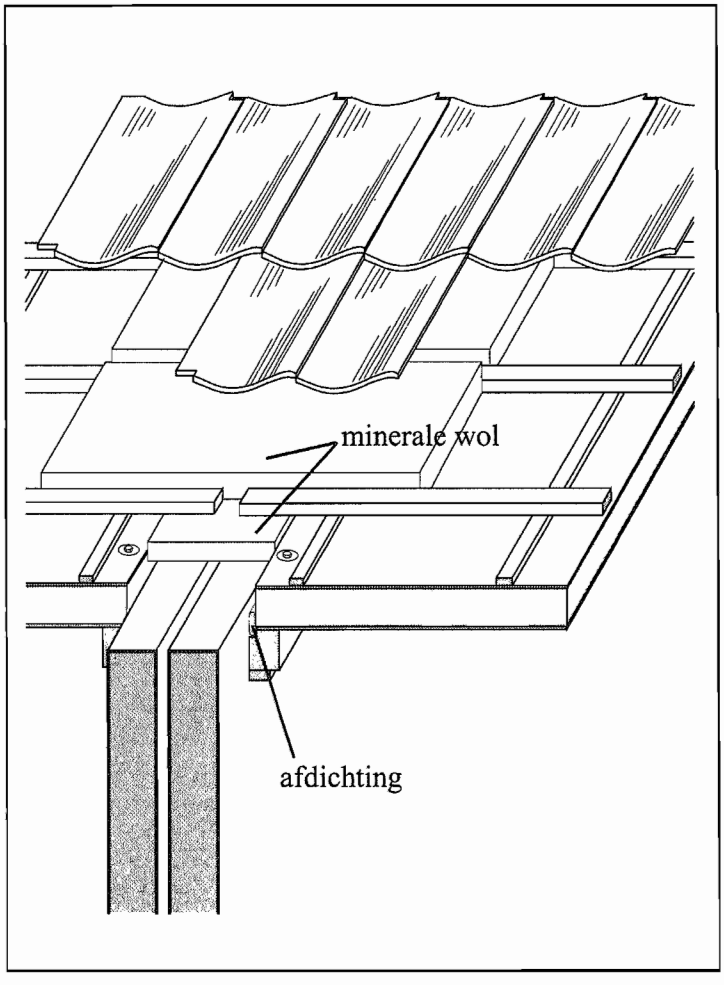

## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm
- $I_{lu;k}$ = - 5 dB

Wand 120 - 40 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = - 5 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

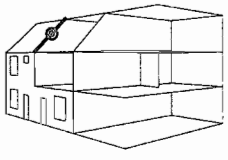



## Uitvoeringsvoorwaarden

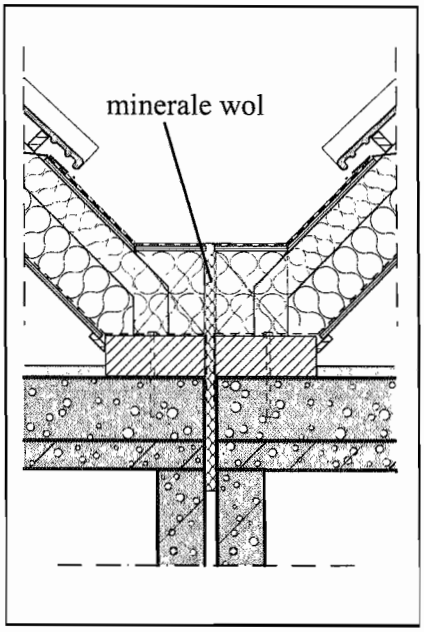
- dakelementen opleggen tussen de bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Zakgoot - sporenkap



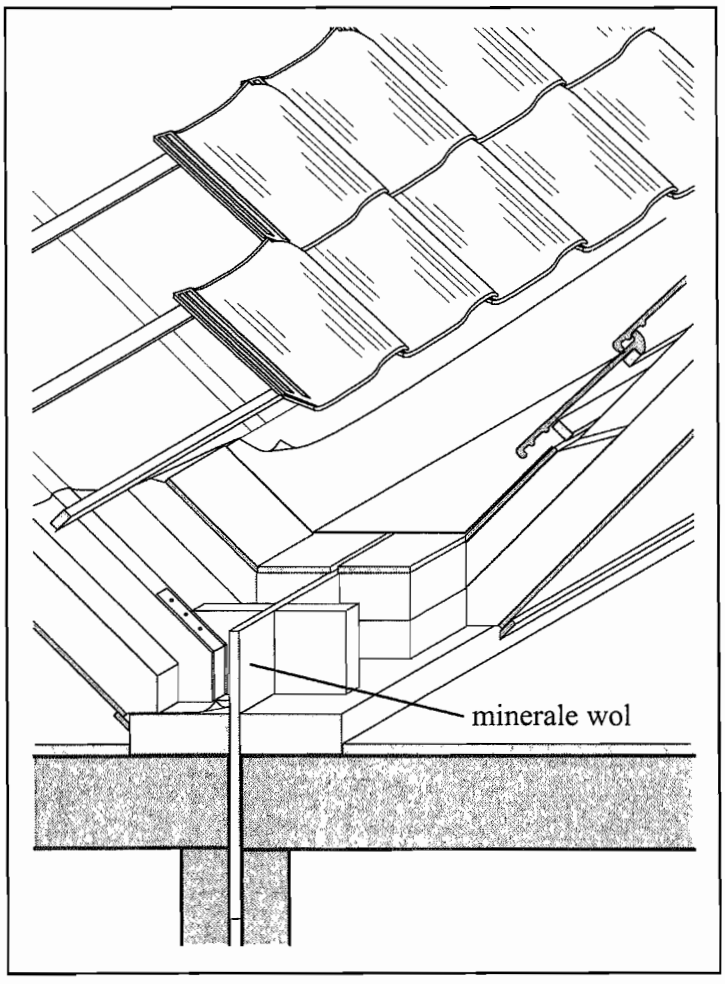

## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm
- $I_{lu;k}$ = - 3 dB

Wand 120 - 40 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = - 3 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

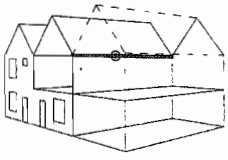



## Uitvoeringsvoorwaarden

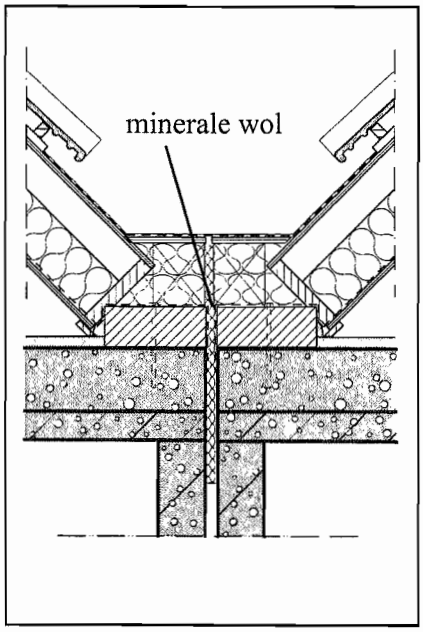
- dakelementen opleggen tussen de bouwmuren
- afdekplaat boven bouwmuur mag dakelementen niet koppelen
- ruimte onder afdekplaat opvullen met minerale wol
- naden afdichten
- vloer scheiden t.p.v. wand
- strook minerale wol aanbrengen tussen vloervelden

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- geen ventilatiekokers in naar elkaar gekeerde dakvelden



# Zakgoot - doosconstructie



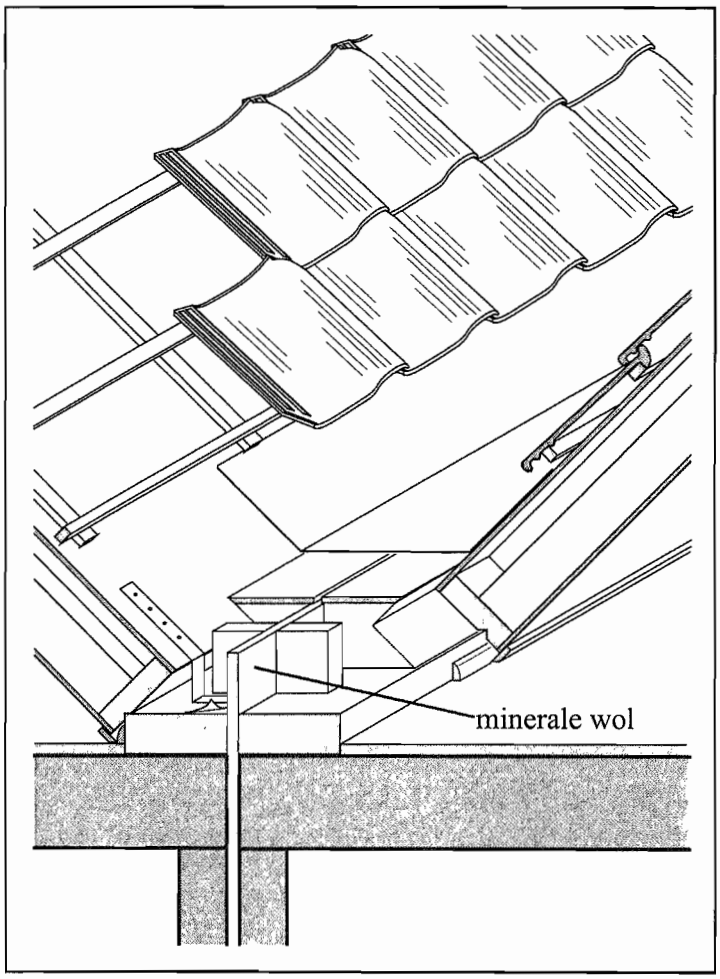

## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 120 - 40 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

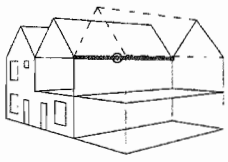



## Uitvoeringsvoorwaarden

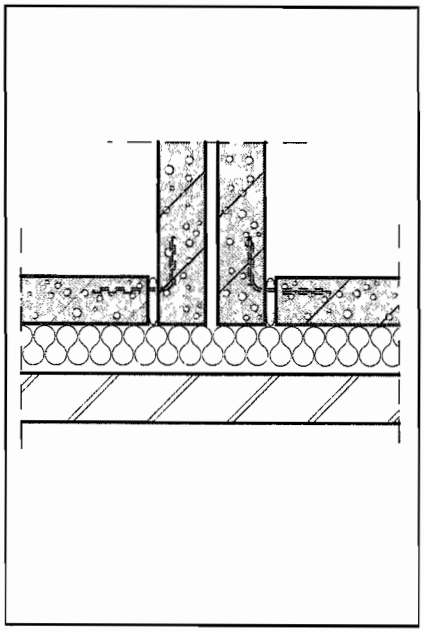
- dakelementen opleggen tussen de bouwmuren
- afdekplaat boven bouwmuur mag dakelementen niet koppelen
- ruimte onder afdekplaat opvullen met minerale wol
- naden afdichten
- vloer onderbreken t.p.v. wand
- strook minerale wol tussen vloervelden aanbrengen

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- geen ventilatiekokers in naar elkaar gekeerde dakvelden



# Beton - baksteen



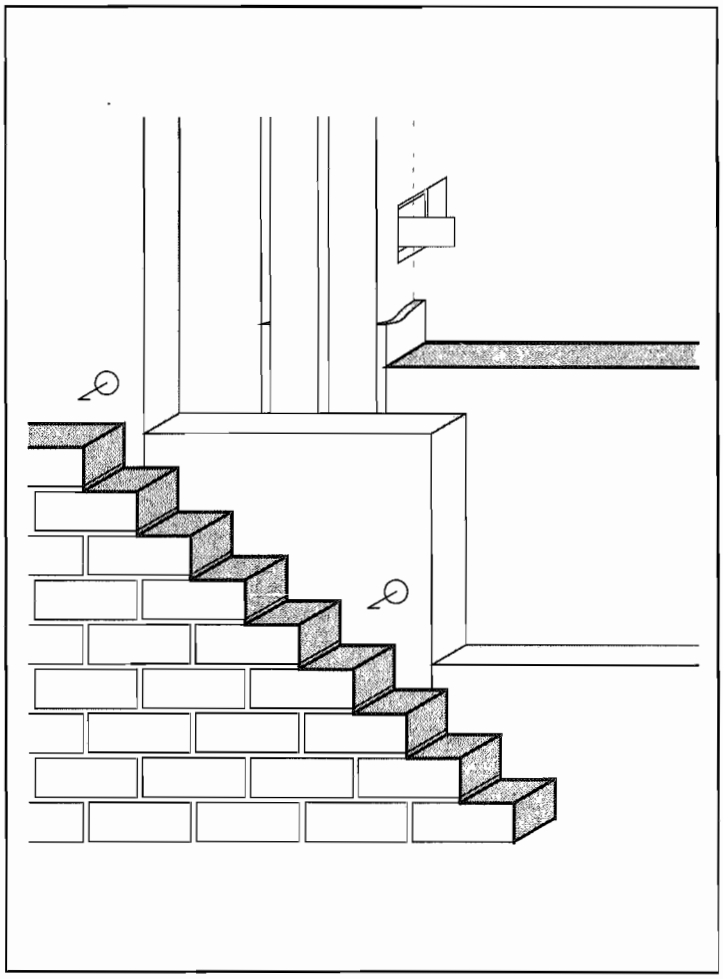
## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 120 - 40 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

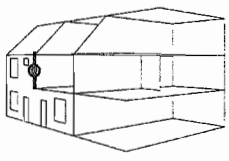


## Uitvoeringsvoorwaarden

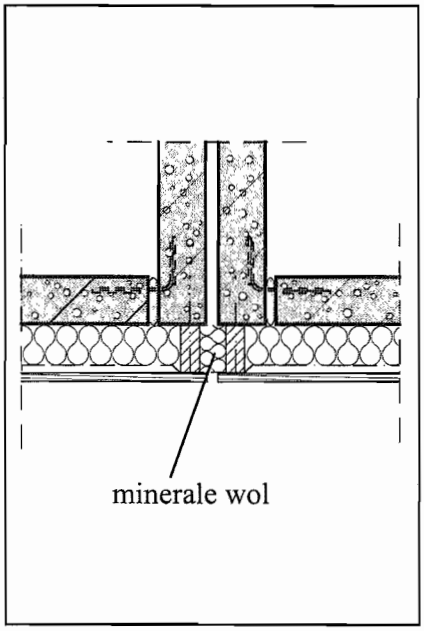
- naden aan binnenzijde afdichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Beton - hout



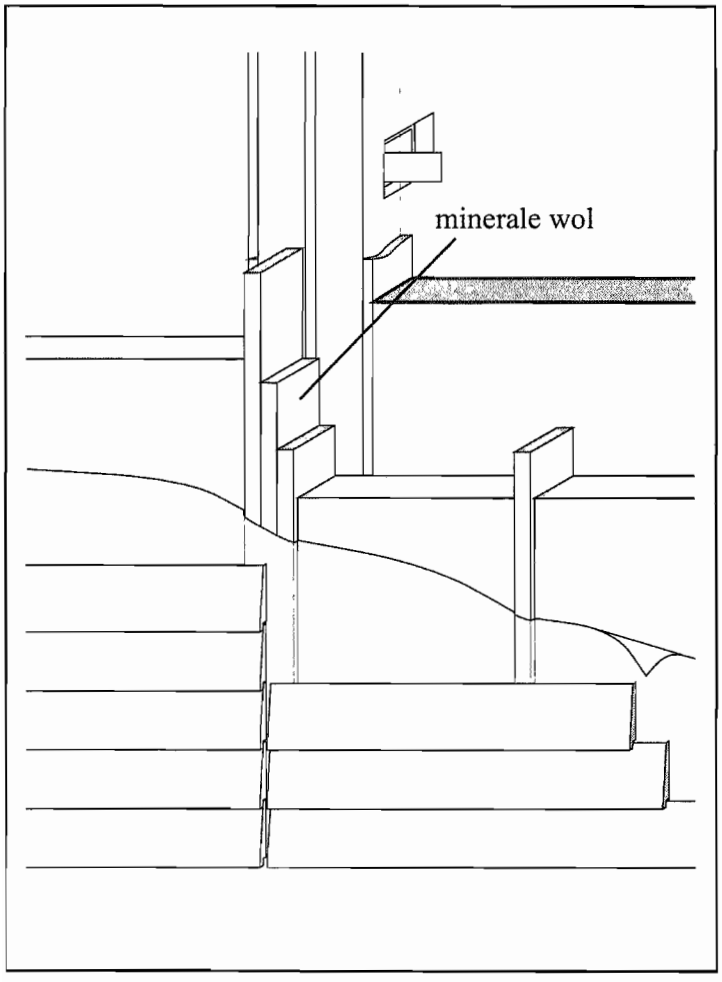

## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 120 - 40 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

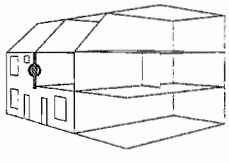



## Uitvoeringsvoorwaarden

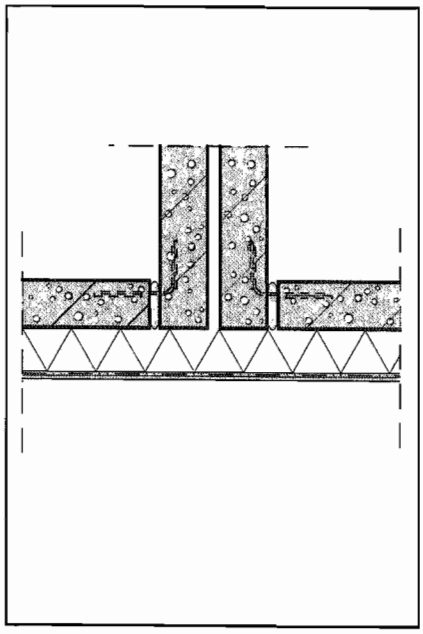
- naden aan binnenzijde afdichten
- buitenbekleding dilateren t.p.v. spouw

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Beton - pleister



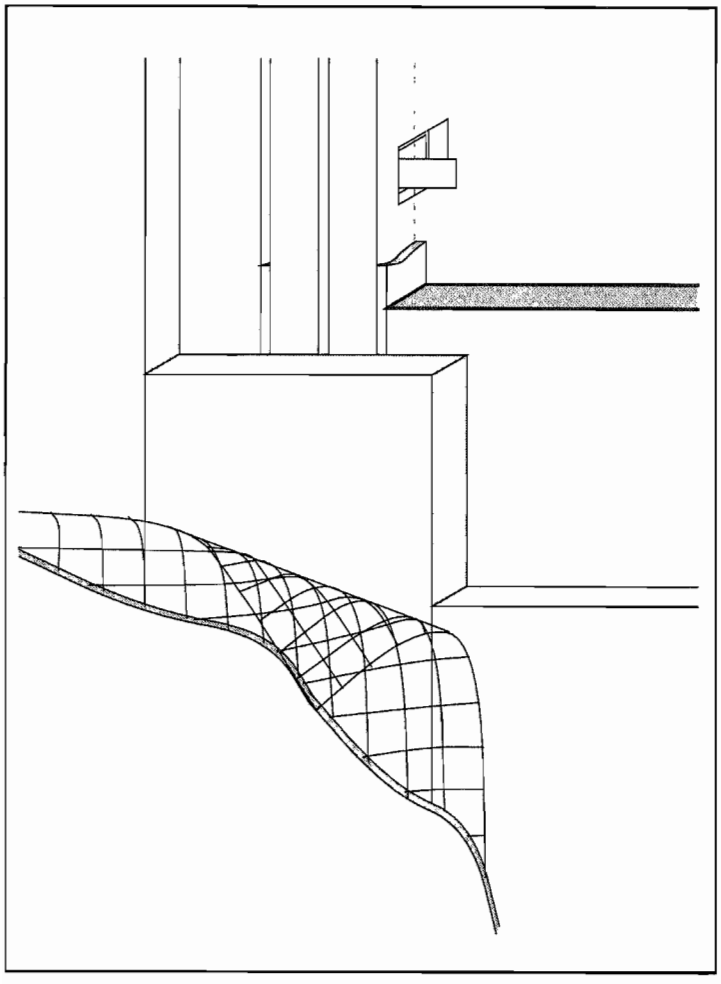
## Akoestische kwaliteit

Wand 90 - 20 - 90 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 120 - 40 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

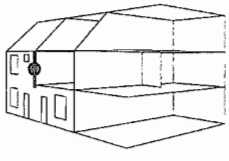


## Uitvoeringsvoorwaarden

- naden aan binnenzijde afdichten

## Aandachtspunten

- pleisterwerk zo nodig dilateren t.p.v. woningscheiding
- geen doorvoeren in wand



# 9

# WONINGSCHEIDENDE WANDEN VAN BAKSTEEN

In dit hoofdstuk worden praktijkoplossingen gegeven voor de aansluitende constructies bij een verbeterde enkelvoudige wand van baksteen.

De basisconstructie betreft een steenswand van baksteen. De wand is voorzien van drie typen buigslappe voorzetwand. De aansluitende verdiepingsvloeren zijn voorzien van een vrijhangend verlaagd plafond danwel een zwevende dekvloer.

**Geluidoverdracht**
De geluidoverdracht van de ene ruimte naar de andere geschiedt zowel via de gemeenschappelijke scheidingsconstructie (wand en vloer) als via de daarmee verbonden vlakken.
De geluidwering tussen ruimten is daarom altijd afhankelijk van:
- de geluidisolatie en oppervlakte van de scheidingsconstructie (wand of vloer);
- de mate van verbindingsdemping op de plaats van de aansluitende constructies (vloer, wand, gevel en dak);
- de mate van geluidafstraling en de oppervlakte van de aansluitende constructies (vloer, wand, gevel en dak).

De geluidwering kan nooit beter zijn dan de geluidisolatie van de directe scheidingsconstructie. De woningscheidende wand of vloer bepaalt dus altijd de maximaal haalbare akoestische kwaliteit.

Niet elke constructie is zonder meer toegestaan bij een woningscheidende constructie.

De geluidenergie kan bij een aansluiting of verbinding al dan niet gedempt worden doorgegeven. Deze vermindering van geluidenergie wordt de verbindingsdemping genoemd. Maatregelen dienen er zoveel mogelijk op gericht te zijn deze verbindingsdemping zo hoog mogelijk te maken.

# 9 Woningscheidende wanden van baksteen

In bestaande situaties is het eenvoudiger de mate van geluidafstraling van de aansluitende constructies te reduceren. Dit is mogelijk door middel van buigslappe voorzetwanden en verlaagde plafonds.

De geluidwering wordt verder beïnvloed door:
- het omloopgeluid (bijvoorbeeld de geluidoverdracht via portalen, gangen en schachten);
- geluidlekken (bijvoorbeeld spleten, kieren, gaten en leidingdoorvoeren).

Bij de getekende oplossingen is in detail aangegeven:
- de haalbare akoestische kwaliteit; uitgedrukt in $I_{lu;k}$ en $I_{co}$;
- de toepassingsvoorwaarden;
- de uitvoeringsvoorwaarden.

**Let op!**
De akoestische kwaliteit is steeds aangegeven voor die situaties waarin de bijdrage aan de geluidoverdracht via de andere aansluitende constructies te verwaarlozen is.

Met betrekking tot het toepassingsgebied worden twee situaties onderscheiden:
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied, dit betreft:
  tussen een besloten ruimte van een woning en een niet tot die woning behorend verblijfsgebied en tussen een besloten ruimte van een woongebouw en een in een woning gelegen verblijfsgebied;
- tussen besloten ruimte, dit betreft:
  tussen een besloten ruimte van een woning en een tot een andere woning of woongebouw behorende, besloten niet van een verblijfsgebied deel uitmakende ruimte, geen gemeenschappelijke verkeersruimte zijnde.

Op het uitklapblad is een legenda voor de tekeningbladen opgenomen.
De tekeningen zijn op schaal getekend. Opmeten is mogelijk met het maatlatje op het uitklapblad.

Aan de onderzijde van elke pagina is de SRW/SROW code opgenomen.

# 9 Enkelvoudige wanden van baksteen verbeterd

Enkelvoudige woningscheidende wanden van baksteen voorzien van goede buigslappe voorzetwand:

| dikte (mm) | massa (kg/m$^2$) | $I_{lu;lab}$ (dB) |
|---|---|---|
| 332,5 | 460 | + 9 |

**SRW/SROW CODE:**

22 .. .. .. ..: Metselwerk
22 10 .. .. ..: In het werk vervaardigd
22.10.06 .. ..: Baksteen
22.10.06.01 ..: Enkelvoudige wand
22.10.06.01.1.: Knoopunt 1 (Fundering-begane grond vloer)
22.10.06.01.11: Aansluitende constructie type 1

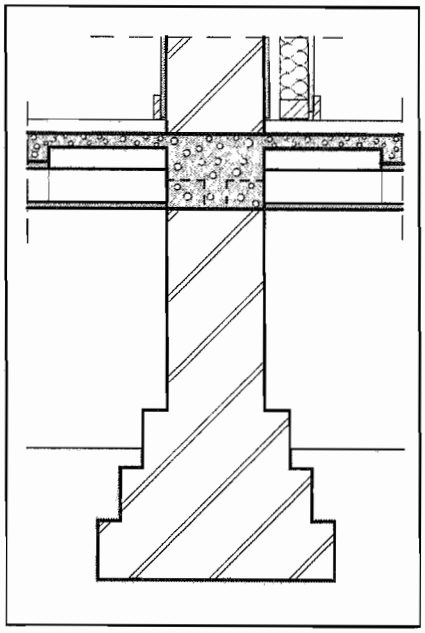
Uitgewerkte knooppunten:

1. Fundering - Woningscheidende wand- Begane grond vloer
   - 1 combinatievloeren
   - 9 houten vloeren

2. Woningscheidende wand - Verdiepingsvloer
   - 1 combinatievloeren
     - a. met vrijhangend verlaagd plafond
     - b. met verlaagd plafond en zwevende dekvloer
   - 9 houten vloeren
     - a. met vrijhangend verlaagd plafond
     - b. met zwevende dekvloer
     - c. met vrijhangend verlaagd plafond en zwevende dekvloer

3. Woningscheidende wand - Binnenwand
   - 9 voorzetwand
     - a. met c-profielen
     - b. op stijl- en regelwerk
     - c. geprefabriceerd

# Combinatievloer



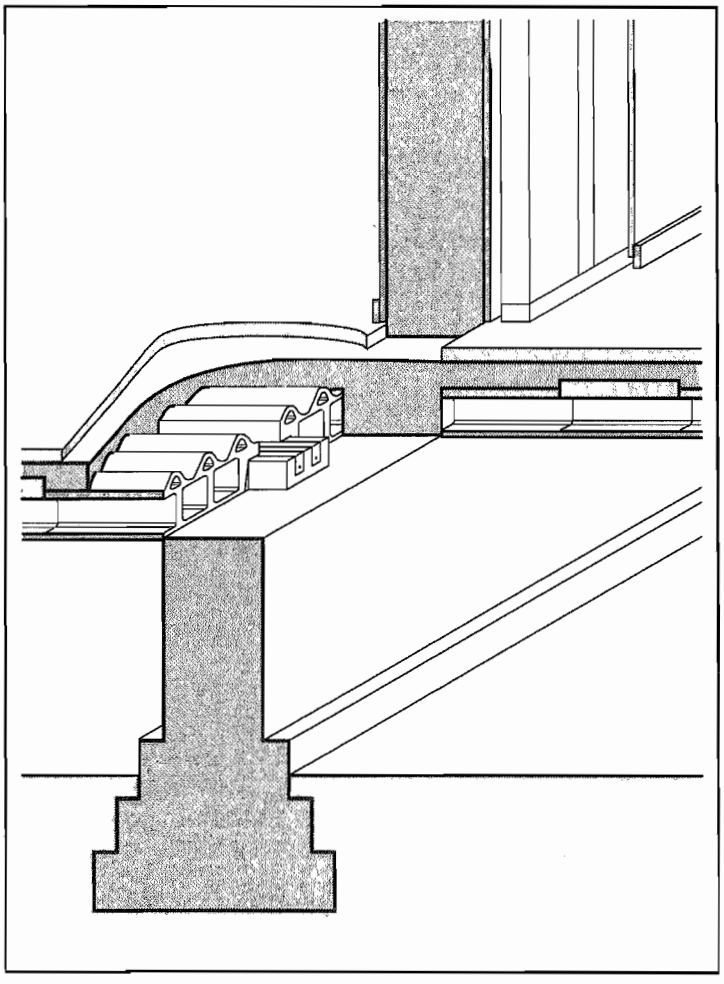
## Akoestische kwaliteit

Met voorzetwand aan één zijde
- $I_{lu;k} = 0$ dB
- $I_{co} = +6$ dB

Met voorzetwand aan twee zijden
- $I_{lu;k} = +3$ dB
- $I_{co} = +6$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten gebied en verblijfgebied



## Uitvoeringsvoorwaarden

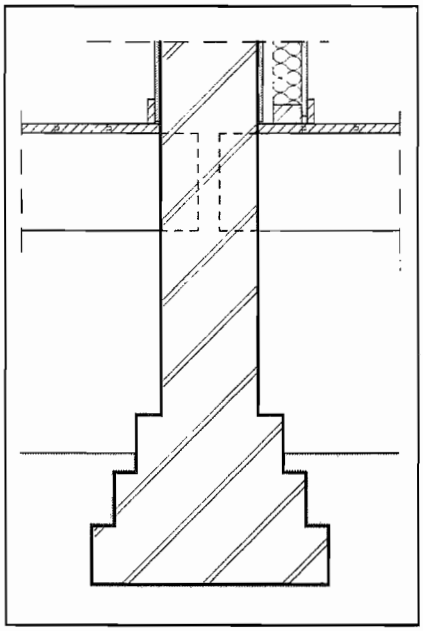
- vloer alsnog onderbreken of vloer verzwaren tot 200 kg/m$^2$; inclusief afwerklaag

## Aandachtspunten

- gaten en zwakke plekken aanhelen
- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen uitvoeren als opbouw op voorzetwand



# Houten vloer



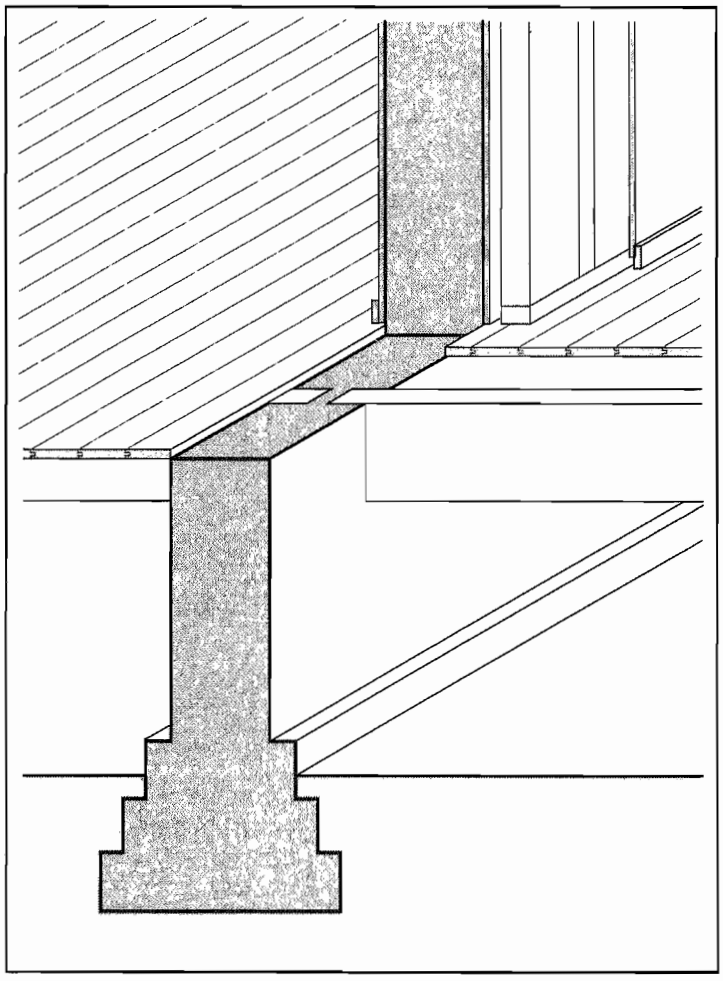
## Akoestische kwaliteit

Met voorzetwand aan één zijde
- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co}$ = 0 dB

Met voorzetwand aan twee zijden
- $I_{lu;k}$ = + 3 dB
- $I_{co}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten gebied en verblijfgebied

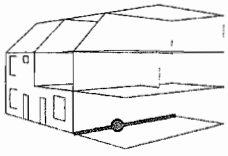


## Uitvoeringsvoorwaarden

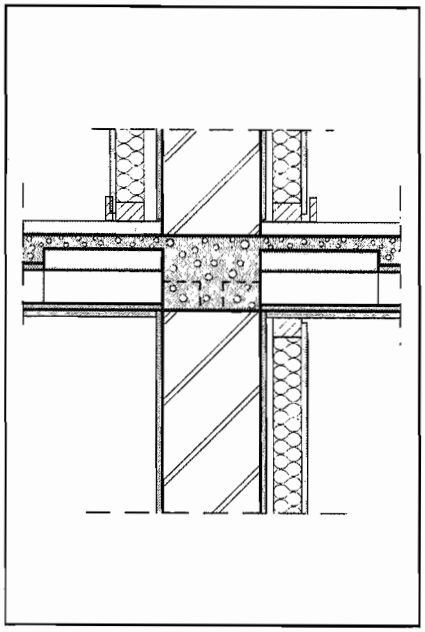
- vloer aan één zijde vrijmaken van de wand

## Aandachtspunten

- gaten en zwakke plekken aanhelen
- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen uitvoeren als opbouw op voorzetwand



# Combinatievloer



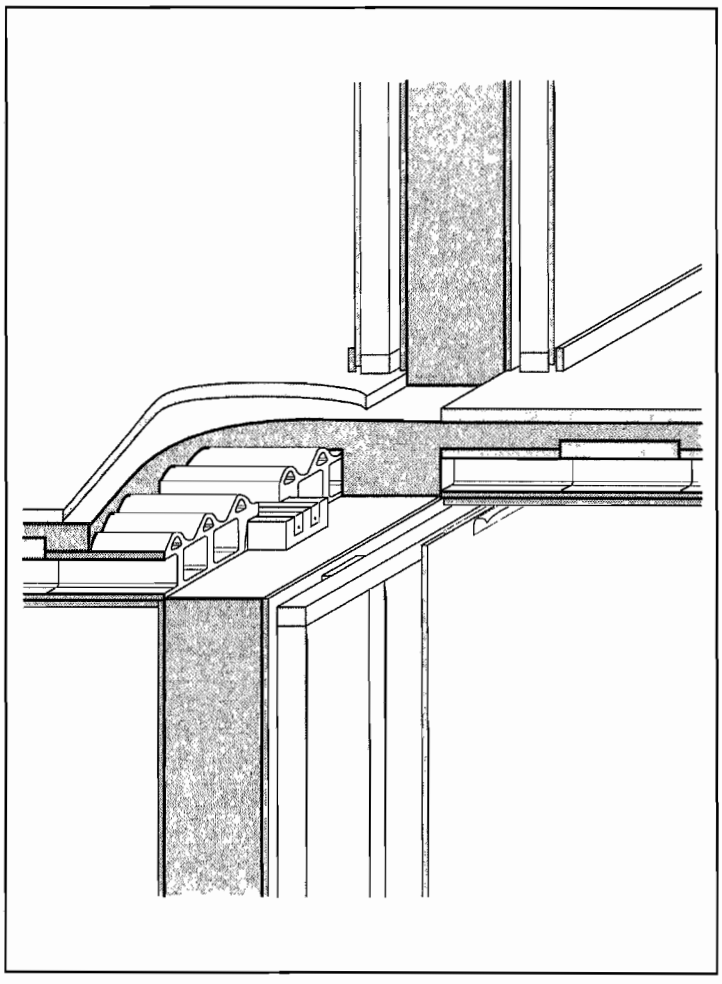
## Akoestische kwaliteit

Met voorzetwand aan één zijde
- $I_{lu;k} = 0$ dB
- $I_{co;hor} = + 6$ dB

Met voorzetwand aan twee zijden
- $I_{lu;k} = + 3$ dB
- $I_{co;hor} = + 6$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

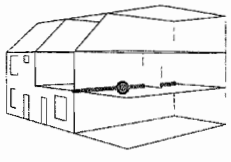


## Uitvoeringsvoorwaarden

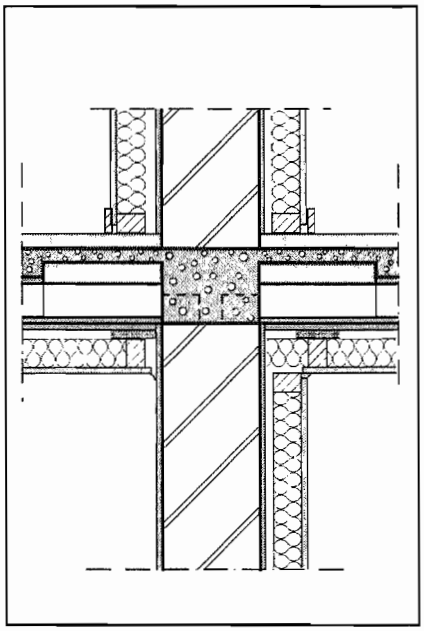
- vloer verzwaren tot 200 kg/m$^2$; incl. afwerklaag

## Aandachtspunten

- gaten en zwakke plekken aanhelen
- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen uitvoeren als opbouw op voorzetwand



# Combinatievloer + Plafond



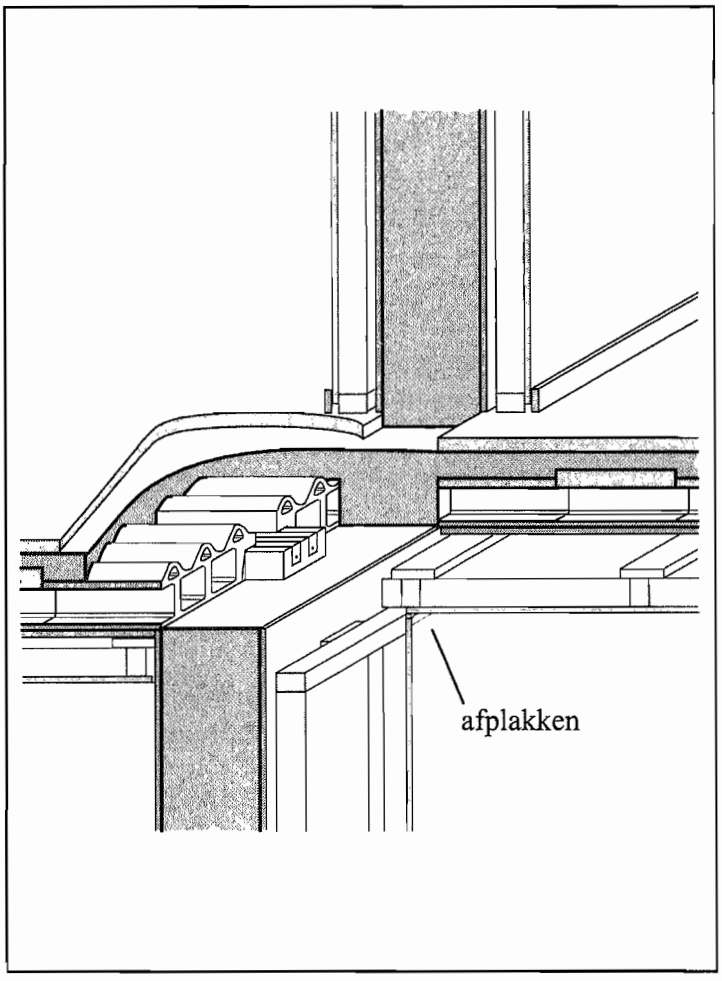
## Akoestische kwaliteit

Met voorzetwand aan één zijde
- $I_{lu;k}$ = +2 dB
- $I_{co;hor}$ = + 6 dB

Met voorzetwand aan twee zijden
- $I_{lu;k}$ = + 5 dB
- $I_{co;hor}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

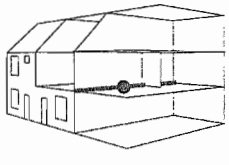



## Uitvoeringsvoorwaarden

- plafondhangers vrijhouden van vloer
- 12,5 mm gipskartonplaten
- spouwdiepte ca. 100 mm
- 60 mm onverpakte minerale wol in spouw
- naden afplakken

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen uitvoeren als opbouw op voorzetwand

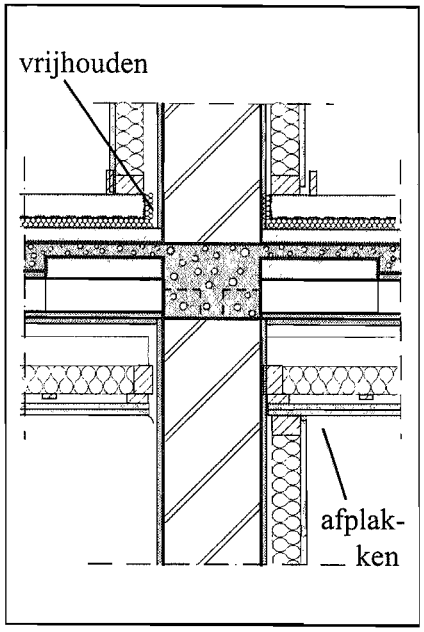


# Combinatievloer + Plafond + Zwevende vloer

## Akoestische kwaliteit

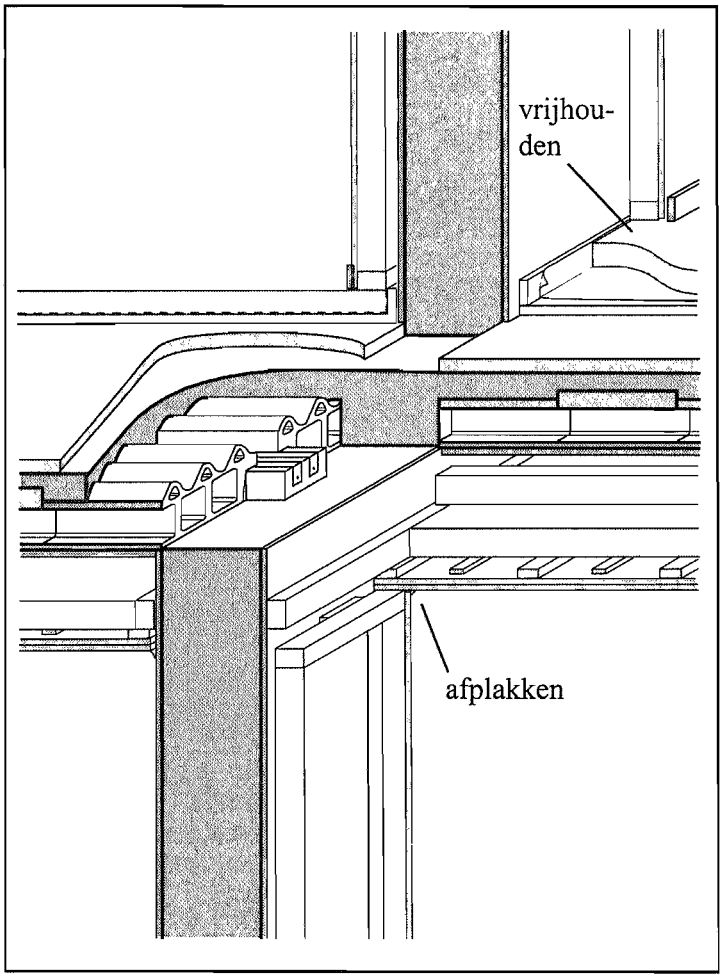
Met voorzetwand aan één zijde
- $I_{lu;k} = +2$ dB
- $I_{co;hor} = +10$ dB

Met voorzetwand aan twee zijden
- $I_{lu;k} = +5$ dB
- $I_{co;hor} = +10$ dB




## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



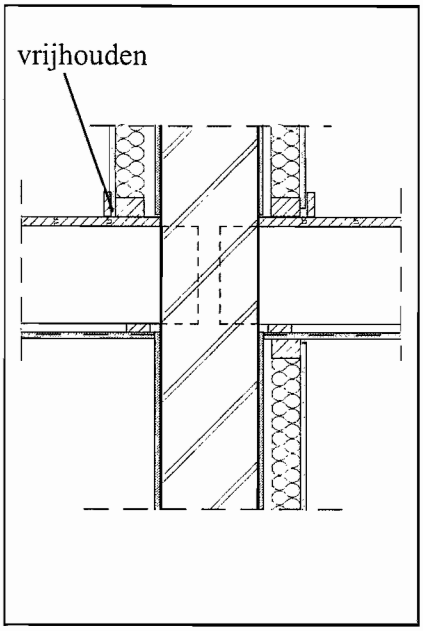

## Uitvoeringsvoorwaarden

- plafondhangers vrijhouden van vloer
- 12,5 mm gipskartonplaten
- spouwdiepte ca. 100 mm
- onverpakte minerale wol in spouw
- dekvloer vrijhouden van wand
- verende laag tenminste 15 mm in belaste toestand
- plint mag geen contact veroorzaken tussen dekvloer en wand
- naden afplakken

## Aandachtspunten

- voorzetwand op dekvloer
- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen uitvoeren als opbouw op voorzetwand

# Houten vloer



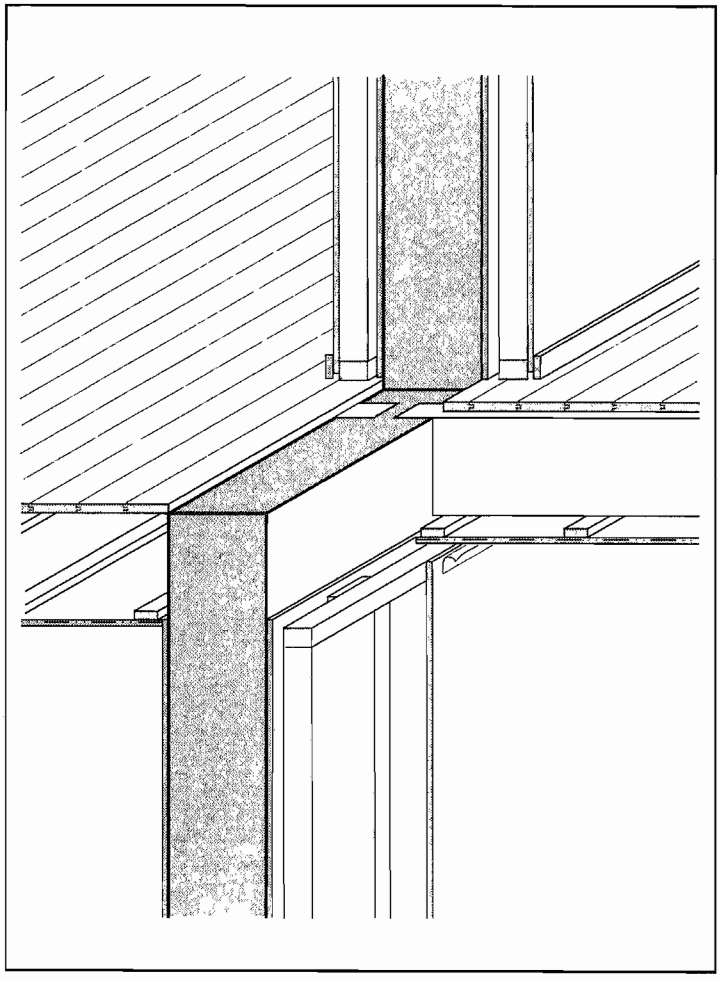

## Akoestische kwaliteit

Met voorzetwand aan één zijde
- $I_{lu;k} = 0$ dB
- $I_{co;hor} = 0$ dB

Met voorzetwand aan twee zijden
- $I_{lu;k} = +3$ dB
- $I_{co;hor} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

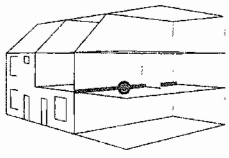


## Uitvoeringsvoorwaarden

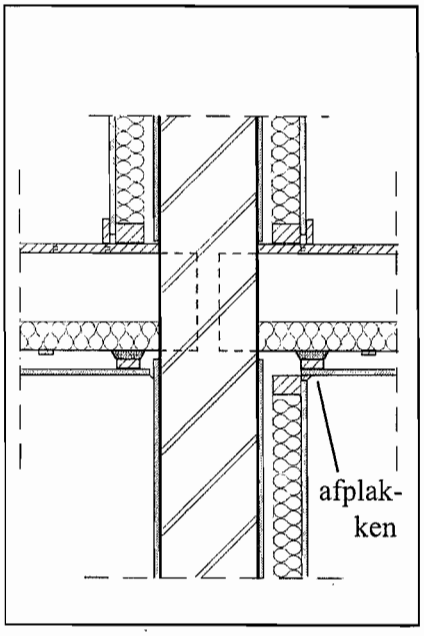
- gaten en zwakke plekken aanhelen
- gipsplaat vrij van houten vloer houden

## Aandachtspunten

- oplegging balken volledig dicht
- voorzetwand op dekvloer
- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen uitvoeren als opbouw op voorzetwand
- eventueel minerale wol tussen de balken



# Houten vloer + Plafond



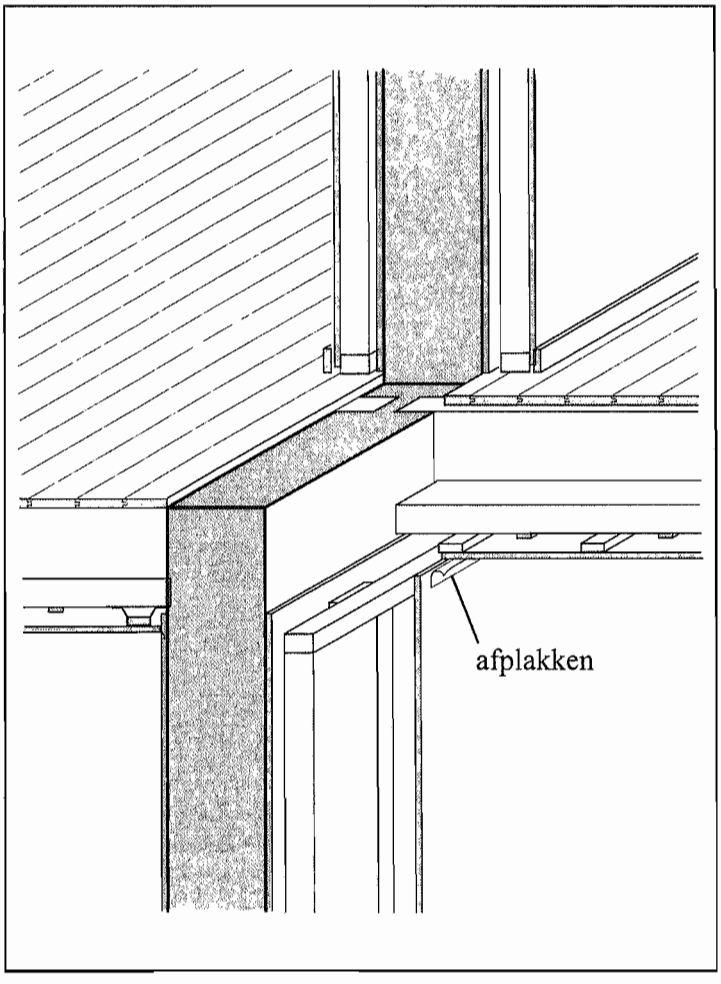

## Akoestische kwaliteit

Met voorzetwand aan één zijde
- $I_{lu;k} = 0$ dB
- $I_{co;hor} = 0$ dB

Met voorzetwand aan twee zijden
- $I_{lu;k} = +3$ dB
- $I_{co;hor} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

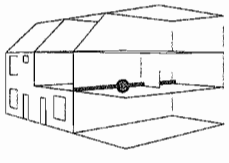



## Uitvoeringsvoorwaarden

- plafondhangers vrijhouden van vloer
- 12,5 mm gipskartonplaten
- spouwdiepte ca. 100 mm
- onverpakte minerale wol in spouw
- naden afplakken

## Aandachtspunten

- oplegging balken volledig dicht
- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen uitvoeren als opbouw op voorzetwand

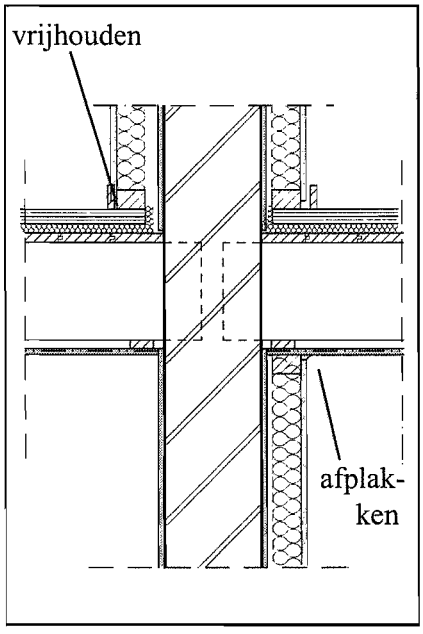


# Houten vloer + Zwevende vloer

## Akoestische kwaliteit

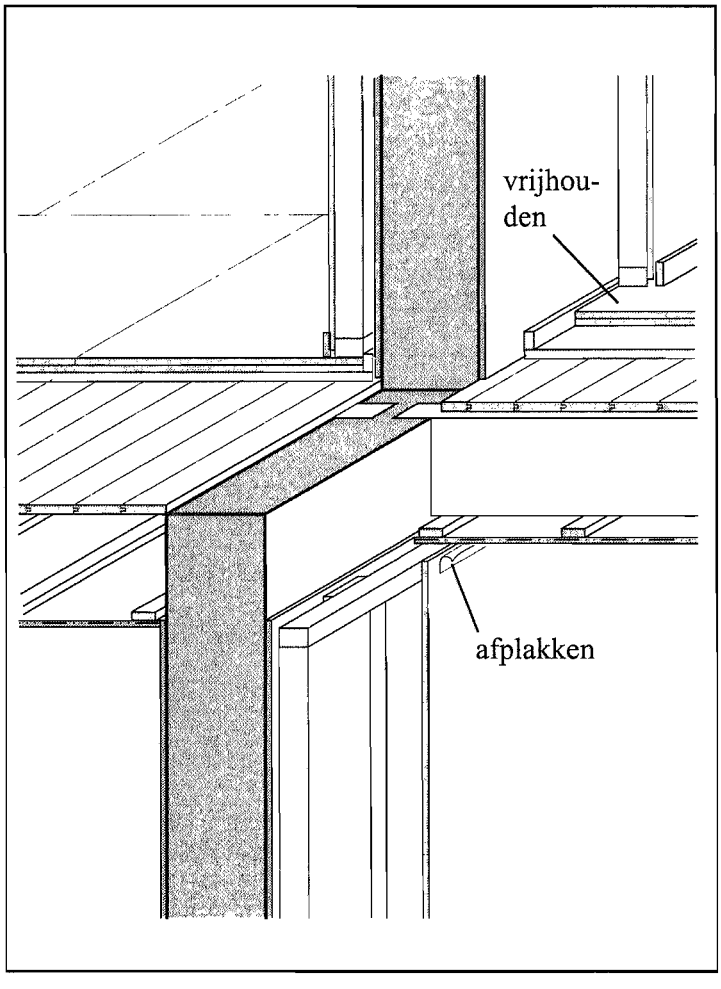
Met voorzetwand aan één zijde
- $I_{lu;k} = 0$ dB
- $I_{co;hor} = +10$ dB

Met voorzetwand aan twee zijden
- $I_{lu;k} = +3$ dB
- $I_{co;hor} = +10$ dB




## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

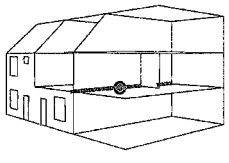



## Uitvoeringsvoorwaarden

- dekvloer vrijhouden van wand
- verende laag tenminste 10 mm in belaste toestand
- plint mag geen contact veroorzaken tussen dekvloer en wand
- naden afplakken

## Aandachtspunten

- oplegging balken volledig dicht
- voorzetwand op dekvloer
- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen uitvoeren als opbouw op voorzetwand
- eventueel minerale wol tussen de balken

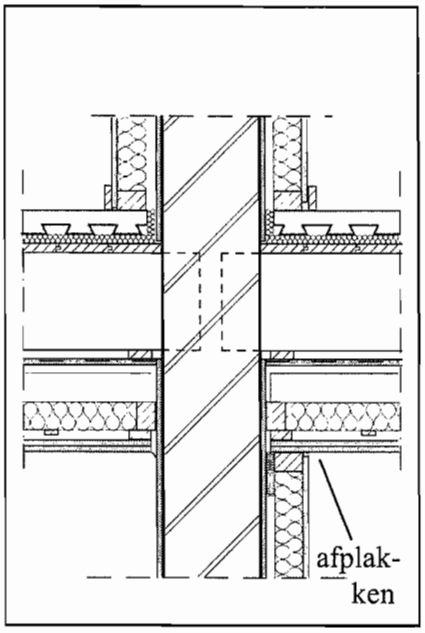


# Houten vloer + Plafond + Zwevende vloer

## Akoestische kwaliteit

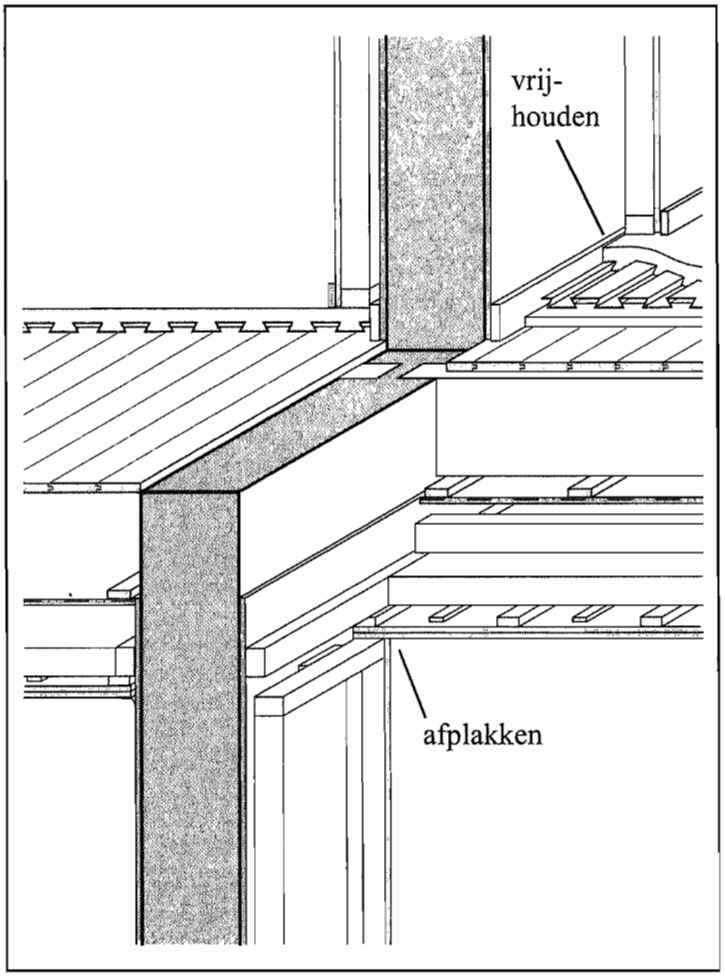
Met voorzetwand aan één zijde
- $I_{lu;k}$ = + 2 dB
- $I_{co;hor}$ = + 14 dB

Met voorzetwand aan twee zijden
- $I_{lu;k}$ = + 5 dB
- $I_{co;hor}$ = + 14 dB




## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

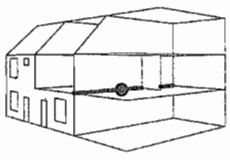



## Uitvoeringsvoorwaarden

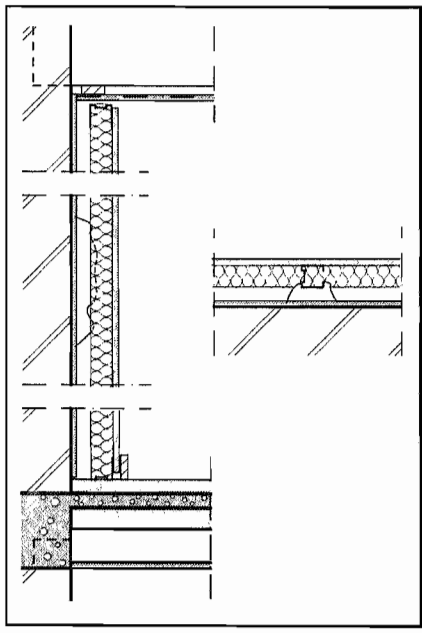
- plafondhangers vrijhouden van vloer
- 12,5 mm gipskartonplaten
- spouwdiepte ca. 100 mm
- onverpakte minerale wol in spouw
- dekvloer + drager vrijhouden van wand
- verende laag tenminste 15 mm in belaste toestand
- plint mag geen contact veroorzaken tussen dekvloer en wand
- naden afplakken

## Aandachtspunten

- oplegging balken volledig dicht
- voorzetwand op dekvloer
- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen uitvoeren als opbouw op voorzetwand
- eventueel minerale wol tussen de balken



# Voorzetwand [c-profiel]



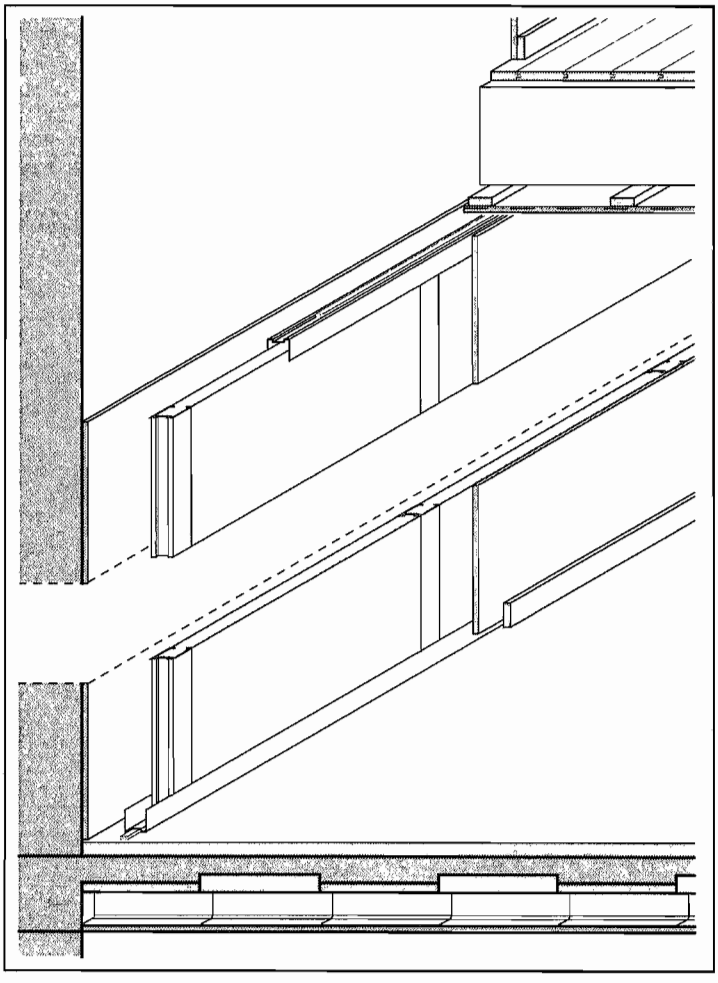
## Akoestische kwaliteit

Met voorzetwand aan één zijde
- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co;hor}$ = + 6 dB

Met voorzetwand aan twee zijden
- $I_{lu;k}$ = + 3 dB
- $I_{co;hor}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

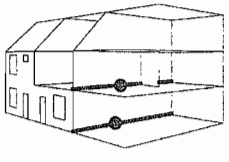


## Uitvoeringsvoorwaarden

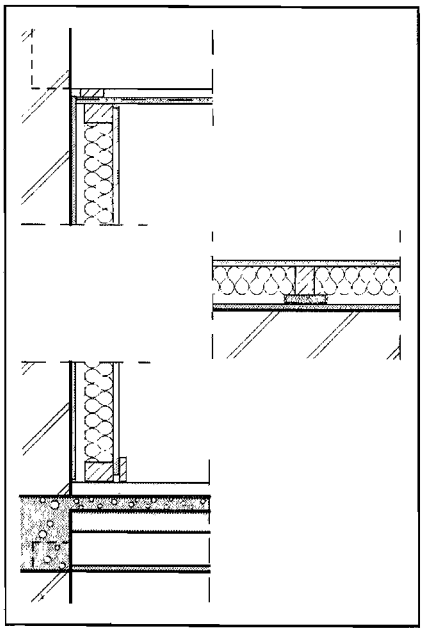
- profielen h.o.h. 600 mm
- in spouw onverpakte minerale wol, 35 kg/m$^3$
- naden dichten
- regels op vilt o.i.d.
- bevestiging op wand via mortel

## Aandachtspunten

- spouwdiepte tenminste 50 mm
- plaatmateriaal vrij van vloer
- gaten en zwakke plekken aanhelen
- geen doorvoeren in wand



# Voorzetwand [regels]



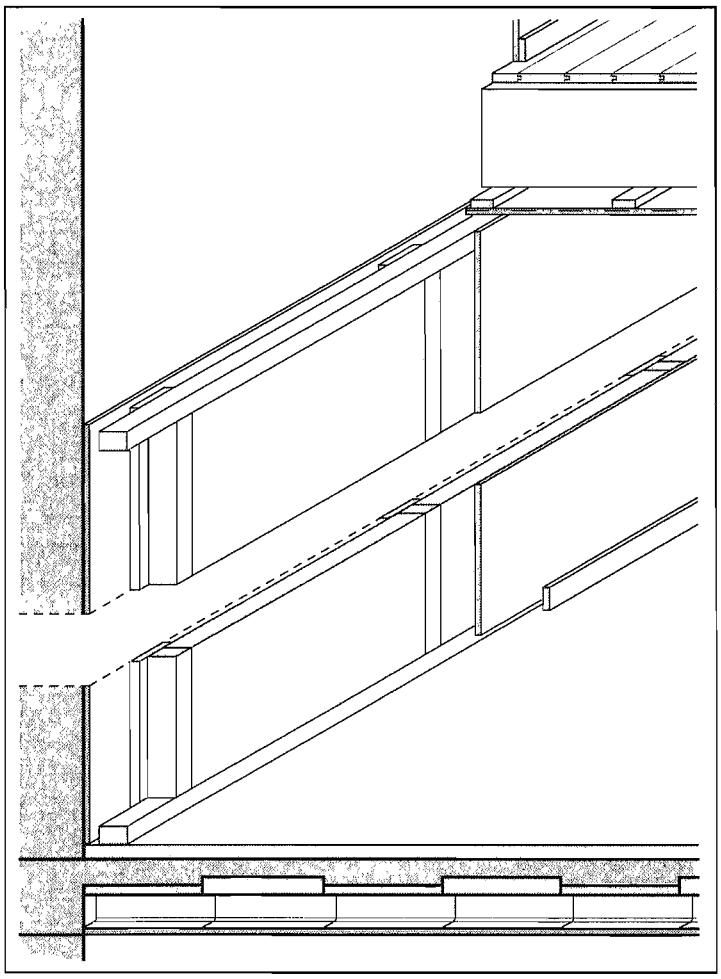
## Akoestische kwaliteit

Met voorzetwand aan één zijde
- $I_{lu;k} = 0$ dB
- $I_{co;hor} = + 6$ dB

Met voorzetwand aan twee zijden
- $I_{lu;k} = + 3$ dB
- $I_{co;hor} = + 6$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



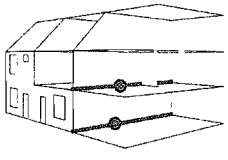
## Uitvoeringsvoorwaarden

- regels h.o.h. 600 mm
- in spouw onverpakte minerale wol, 35 kg/m$^3$
- naden dichten
- regels op vilt o.i.d.
- bevestiging op wand via vilt

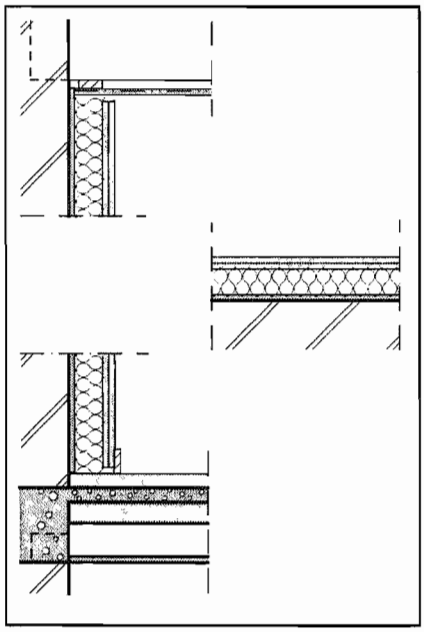
## Aandachtspunten

- spouwdiepte tenminste 50 mm
- plaatmateriaal vrij van vloer
- gaten en zwakke plekken aanhelen
- geen doorvoeren in wand





# Voorzetwand [prefab]



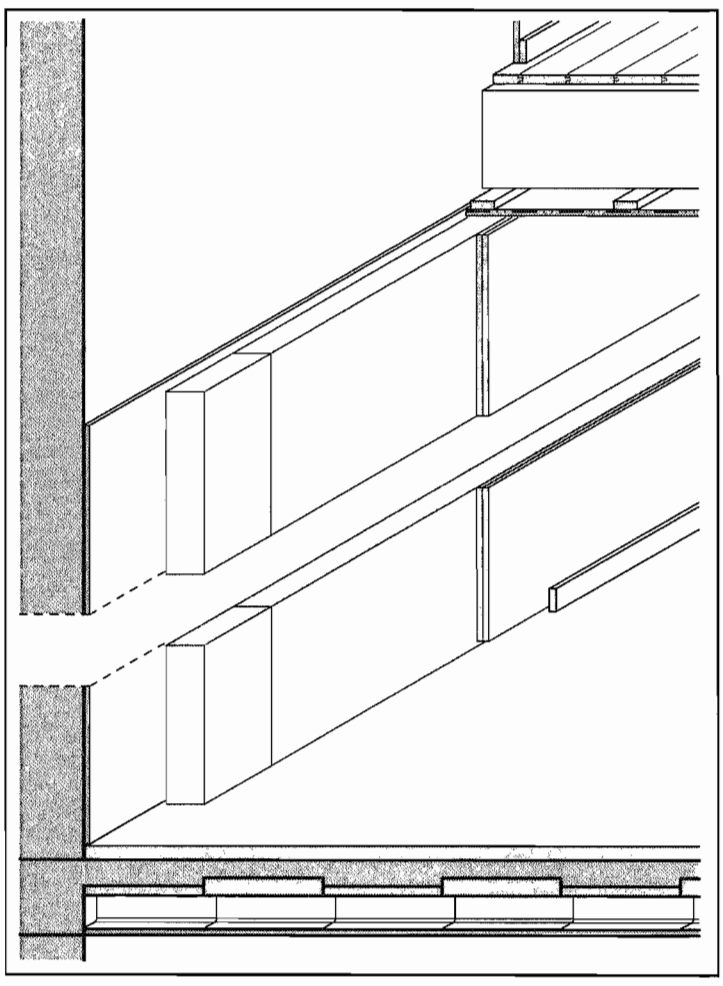
## Akoestische kwaliteit

Met voorzetwand aan één zijde
- $I_{lu;k} = 0$ dB
- $I_{co;hor} = +6$ dB

Met voorzetwand aan twee zijden
- $I_{lu;k} = +3$ dB
- $I_{co;hor} = +6$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

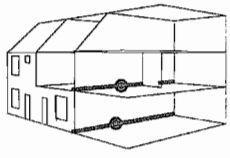


## Uitvoeringsvoorwaarden

- in spouw onverpakte minerale wol, 35 kg/m³
- naden dichten
- regels op vilt o.i.d.
- bevestiging op wand via speciale (tegel)lijm

## Aandachtspunten

- spouwdiepte tenminste 50 mm
- plaatmateriaal vrij van vloer
- gaten en zwakke plekken aanhelen
- geen doorvoeren in wand



# 10

# WONINGSCHEIDENDE WANDEN VAN KALKZAND-STEEN

In dit hoofdstuk worden praktijkoplossingen gegeven voor de aansluitende constructies bij woningscheidende wanden van kalkzandsteen.

De details zijn gegeven voor constructies die algemeen worden toegepast in de Nederlandse bouwpraktijk.

**Geluidoverdracht**
De geluidoverdracht van de ene ruimte naar de andere geschiedt zowel via de gemeenschappelijke scheidingsconstructie (wand en vloer) als via de daarmee verbonden vlakken.
De geluidwering tussen verblijfsruimten is daarom altijd afhankelijk van:

- de geluidisolatie en oppervlakte van de scheidingsconstructie (wand of vloer);
- de mate van verbindingsdemping op de plaats van de aansluitende constructies (vloer, wand, gevel en dak);
- de mate van geluidafstraling en de oppervlakte van de aansluitende constructies (vloer, wand, gevel en dak).

De geluidwering kan nooit beter zijn dan de geluidisolatie van de directe scheidingsconstructie. De woningscheidende wand of vloer bepaalt dus altijd de maximaal haalbare akoestische kwaliteit.

Niet elke constructie is zonder meer toegestaan bij de woningscheidende constructie.

In de NPR 5070 zijn algemene aanwijzingen gegeven voor aansluitende wanden, vloeren, gevels en daken aan de woningscheidende constructie.

# 10 Woningscheidende wanden van kalkzandsteen

In dit hoofdstuk zijn de aanwijzingen van de NPR 5070 verder uitgewerkt.

De geluidenergie kan bij een aansluiting of verbinding al dan niet verzwakt worden doorgegeven. Deze vermindering van geluidenergie wordt de verbindingsdemping genoemd. Maatregelen dienen er zoveel mogelijk op gericht te zijn deze verbindingsdemping zo hoog mogelijk te maken.

De geluidwering wordt verder beïnvloed door:
- het omloopgeluid (bijvoorbeeld de geluidoverdracht via portalen, gangen en schachten);
- geluidlekken (bijvoorbeeld spleten, kieren, gaten en leidingdoorvoeren).

Bij de getekende oplossingen is in detail aangegeven:
- de haalbare akoestische kwaliteit; uitgedrukt in $I_{lu;k}$ en $I_{co}$;
- de toepassingsvoorwaarden;
- de uitvoeringsvoorwaarden.

**Let op!**
De akoestische kwaliteit is steeds aangegeven voor die situaties waarin de bijdrage aan de geluidoverdracht via de andere aansluitende constructies te verwaarlozen is.

Met betrekking tot het toepassingsgebied worden twee situaties onderscheiden:
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied, dit betreft:
  tussen een besloten ruimte van een woning en een niet tot die woning behorend verblijfsgebied en tussen een besloten ruimte van een woongebouw en een in een woning gelegen verblijfsgebied;
- tussen besloten ruimte, dit betreft:
  tussen een besloten ruimte van een woning en een tot een andere woning of woongebouw behorende, besloten niet van een verblijfsgebied deel uitmakende ruimte, geen gemeenschappelijke verkeersruimte zijnde.

# 10 Woningscheidende wanden van kalkzandsteen

Op het uitklapblad is een legenda voor de tekeningbladen opgenomen.
De tekeningen zijn op schaal getekend. Opmeten is mogelijk met het maatlatje op het uitklapblad.

Aan de onderzijde van de pagina is de SRW/SROW code opgenomen.

# 10 Enkelvoudige wanden van kalkzandsteen

Enkelvoudige woningscheidende wanden van kalkzandsteen:

| dikte (mm) | massa (kg/m$^2$) | $I_{lu;lab}$ (dB) |
|---|---|---|
| 265 mm | 470 | + 4 |
| 300 mm | 530 | + 7 |

**SRW/SROW CODE:**

22 .. .. .. ..: Metselwerk
22 10 .. .. ..: In het werk vervaardigd
22.10.13 .. ..: Kalkzandsteen
22.10.13.01 ..: Enkelvoudige wand
22.10.13.01.1.: Knooppunt 1 (Fundering-begane grond vloer)
22.10.13.01.11: Aansluitende constructie type 1

In deze paragraaf zijn de volgende knooppunten nader uitgewerkt.

1. Fundering - Woningscheidende wand - Begane grond vloer (thermisch geïsoleerd)
   1 combinatievloer
   3 bekistingsvloer
   4 ribbenvloer
   7 kanaalplaatvloer

2. Woningscheidende wand - Verdiepingsvloer
   2 breedplaatvloer
   7 kanaalplaatvloer

3. Woningscheidende wand - Binnenwand
   1 kalkzandsteen
   2 gipsblokken/gasbeton
   3 stijl en regelwerk
   4 kozijn

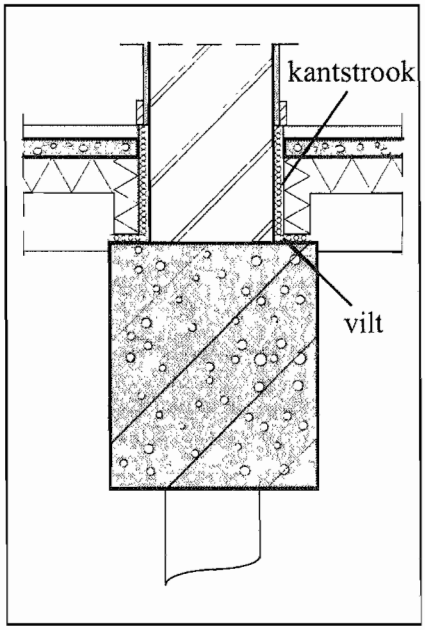
4. Woningscheidende wand - Plat dak
   1 houten dakbeschot
   4 breedplaatvloer
   6 kanaalplaatvloer

# 10 Enkelvoudige wanden van kalkzandsteen

5. Woningscheidende wand - Hellend dak
   1 enkelschalige dakplaat, thermische isolatie hardschuim
   2 enkelschalige dakplaat, thermische isolatie minerale wol
   3 sporenkap, thermische isolatie hardschuim
   4 sporenkap, thermische isolatie minerale wol
   5 doosconstructie, thermische isolatie minerale wol
   6 sandwich, thermische isolatie hardschuim
   7 zakgootconstructie/sporenkap
   8 zakgootconstructie/doosconstructie

6. Woningscheidende wand - Gevel
   1 binnenblad kalkzandsteen
     buitenblad a. baksteen
     b. hout
     c. pleister
   2 binnenblad gipsblokken/gasbeton
     buitenblad a. baksteen
   3 binnenblad prefab hout
     buitenblad a. baksteen
     b. hout
   4 puiconstructie
     buitenblad a. baksteen
     b. hout

# Combinatievloer



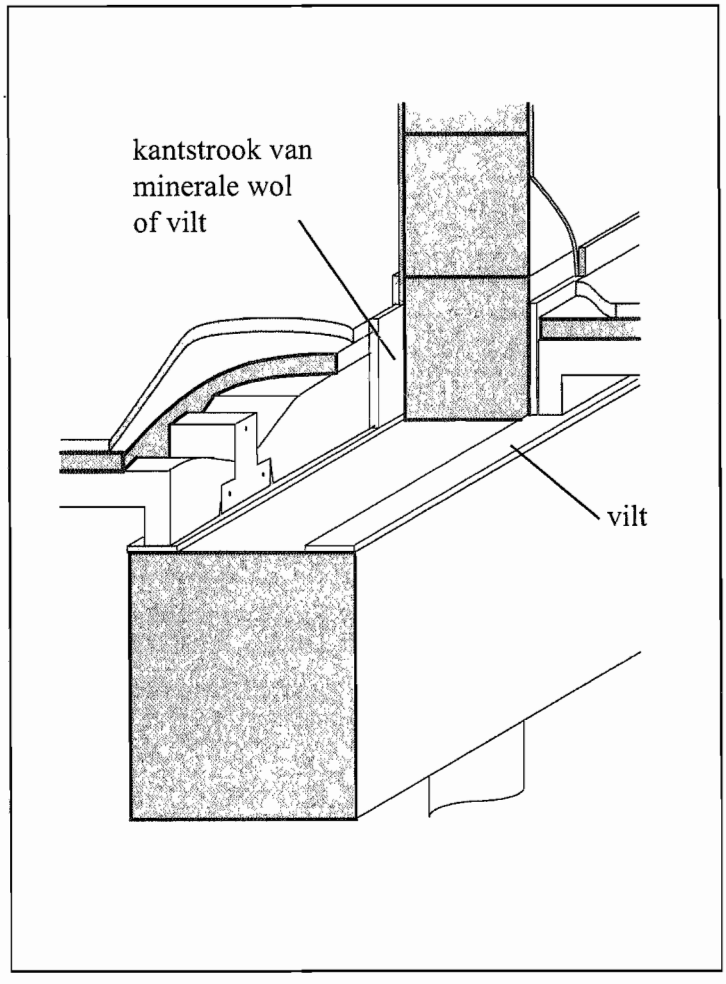

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co}$ = + 7 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co}$ = + 7 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

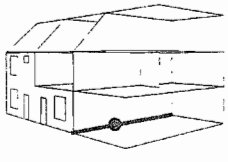



## Uitvoeringsvoorwaarden

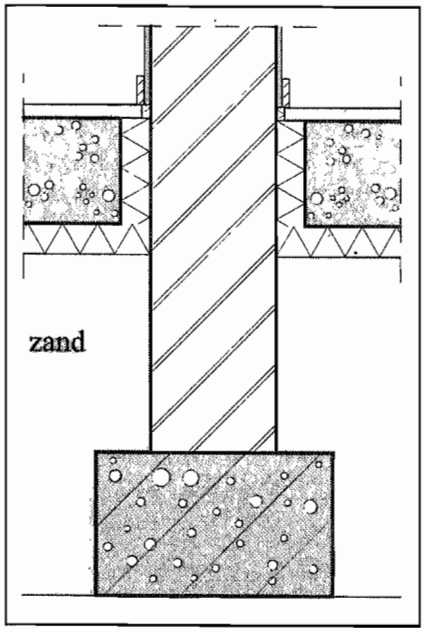
- massa vloer tenminste 250 kg/m² incl. afwerklaag
- massa verdiepingsvloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag

## Aandachtspunten

- goede aansluiting wand aan vloer
- vloer opleggen op 10 mm bouwvilt o.g.
- wand direct op funderingsstrook
- afwerkvloer vrijhouden van wand
- plint vrijhouden van afwerkvloer
- geen doorvoeren in wand.



# Bekistingsvloer



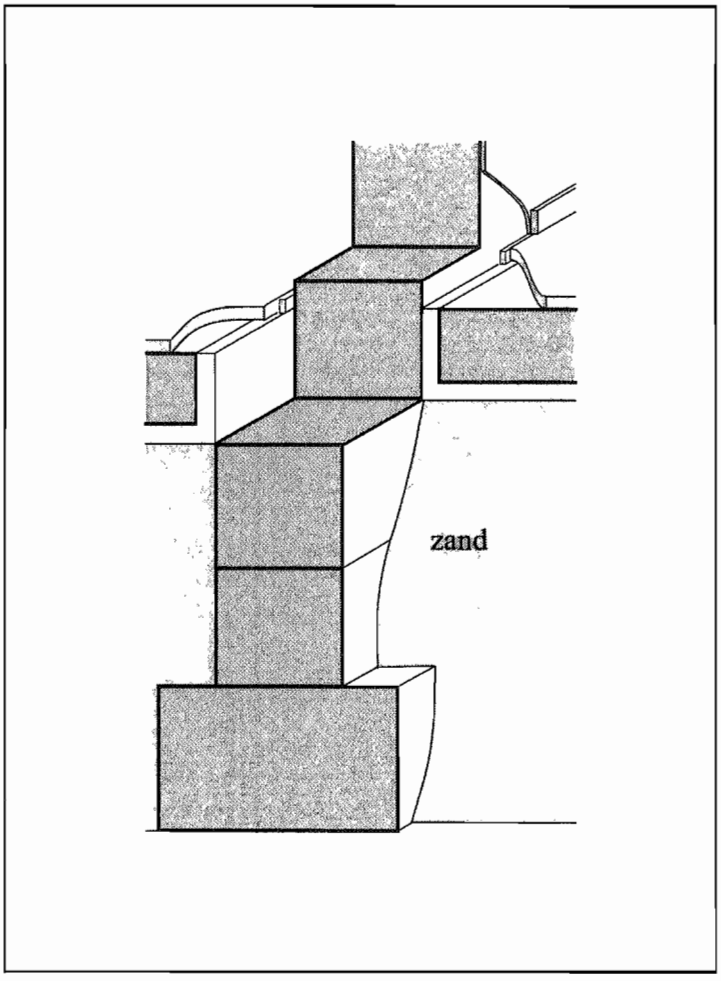

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co}$ = + 7 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co}$ = + 7 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied




## Uitvoeringsvoorwaarden

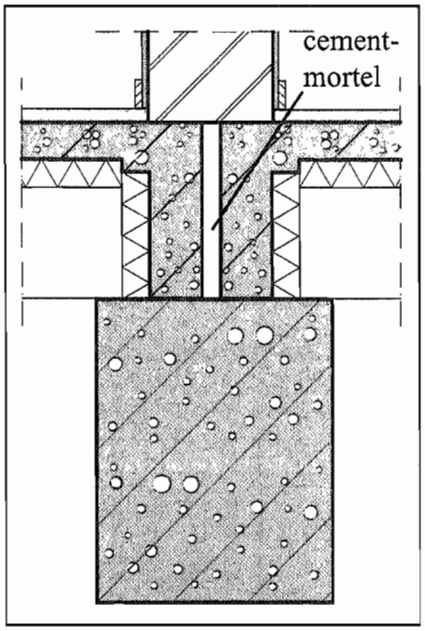
- massa vloer tenminste 250 kg/m²; incl.afwerklaag
- massa verdiepingsvloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag

## Aandachtspunten

- vloer inclusief afwerkvloer vrijhouden van wand
- geen doorvoeren in wand
- plint vrijhouden van afwerkvloer



# Ribbenvloer



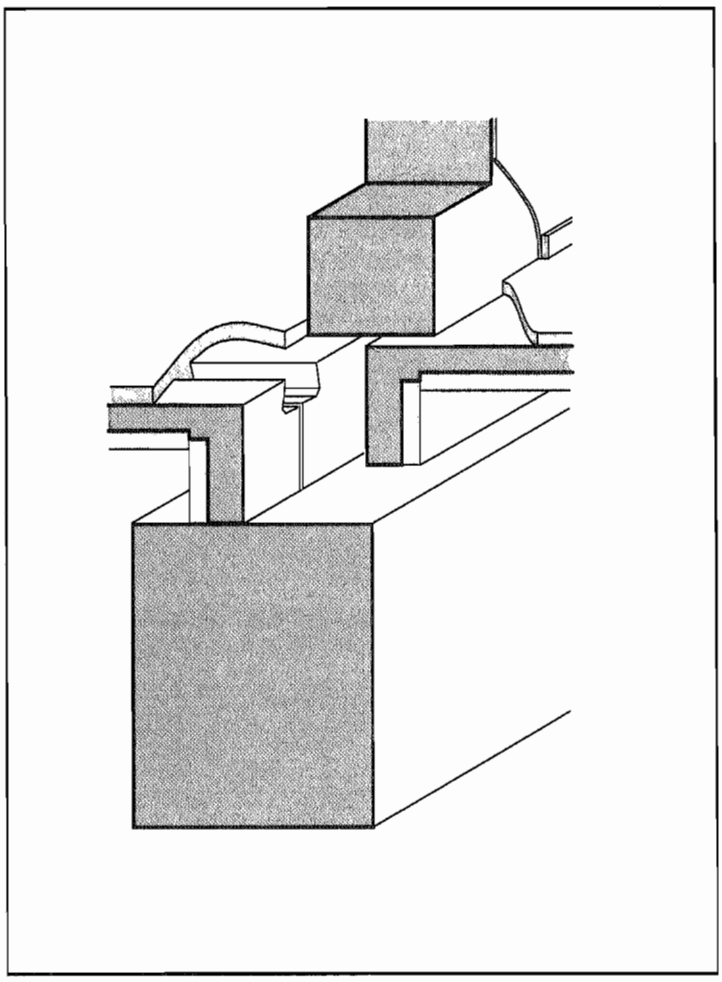

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co}$ = + 6 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



## Uitvoeringsvoorwaarden

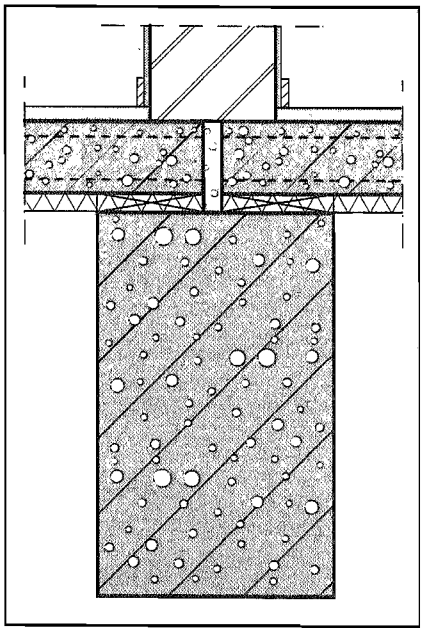
- massa vloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag
- massa verdiepingsvloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag

## Aandachtspunten

- ruimte tussen vloervelden dichtzetten met cementmortel
- wand naadloos laten aansluiten aan vloer
- geen doorvoeren in de wand



# Kanaalplaatvloer



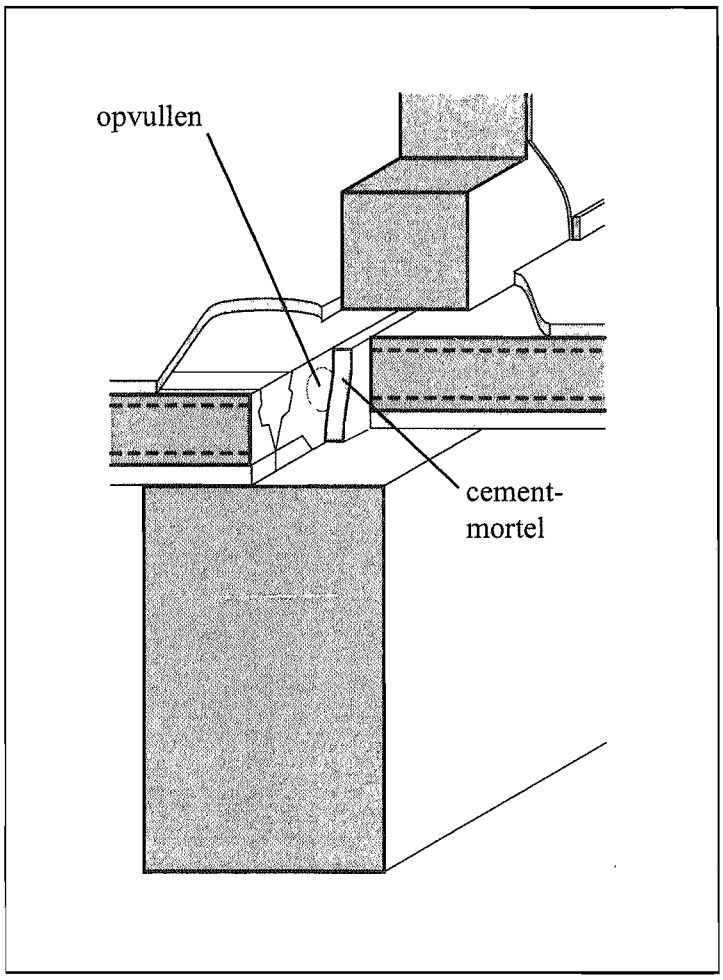
## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k} = 0$ dB
- $I_{co} = +5$ dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB
- $I_{co} = +5$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebieden

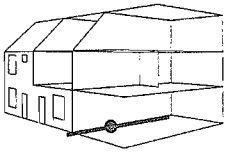



## Uitvoeringsvoorwaarden

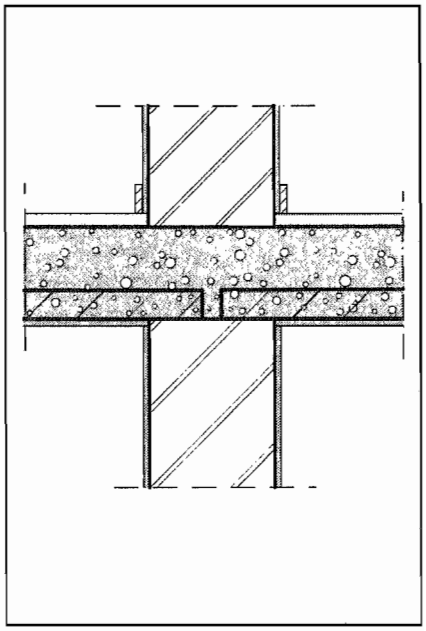
- massa vloer tenminste 250 kg/m$^2$; incl. afwerklaag
- massa verdiepingsvloer tenminste 250 kg/m$^2$; incl. afwerklaag

## Aandachtspunten

- kanalen dichtzetten met cementmortel
- ruimte tussen vloervelden opvullen met cementmortel
- wand naadloos laten aansluiten aan vloer
- geen doorvoeren in wand



# Breedplaatvloer



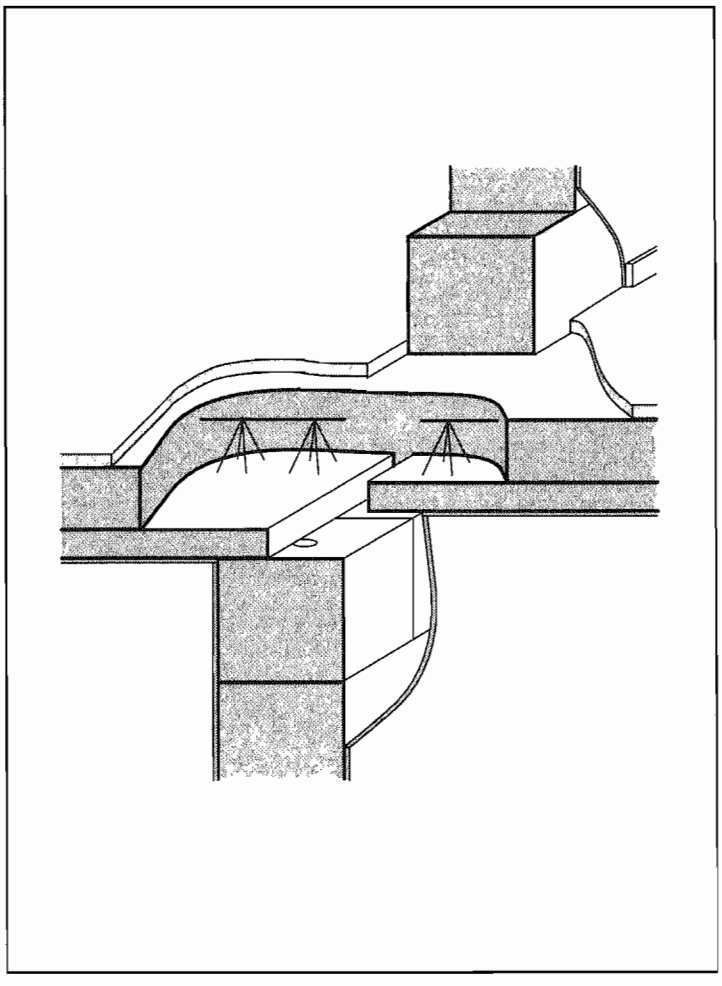
## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co;hor}$ = + 8 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co;hor}$ = + 8 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

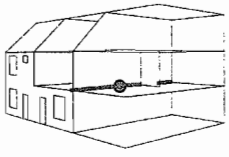


## Uitvoeringsvoorwaarden

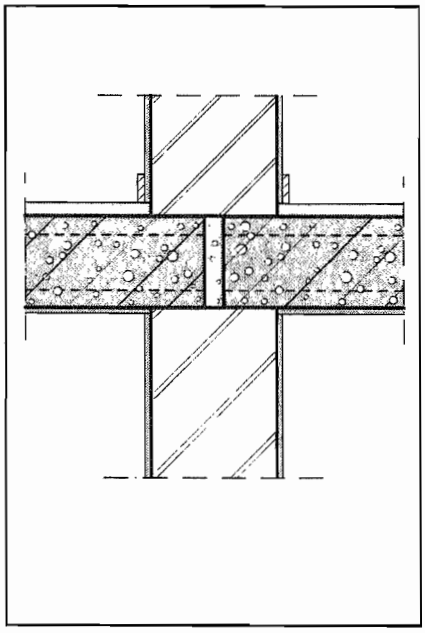
- massa vloer tenminste 250 kg/m²; incl. afwerklaag

## Aandachtspunten

- goede aansluiting wand aan vloer
- geen doorvoeren in de wand



# Kanaalplaatvloer



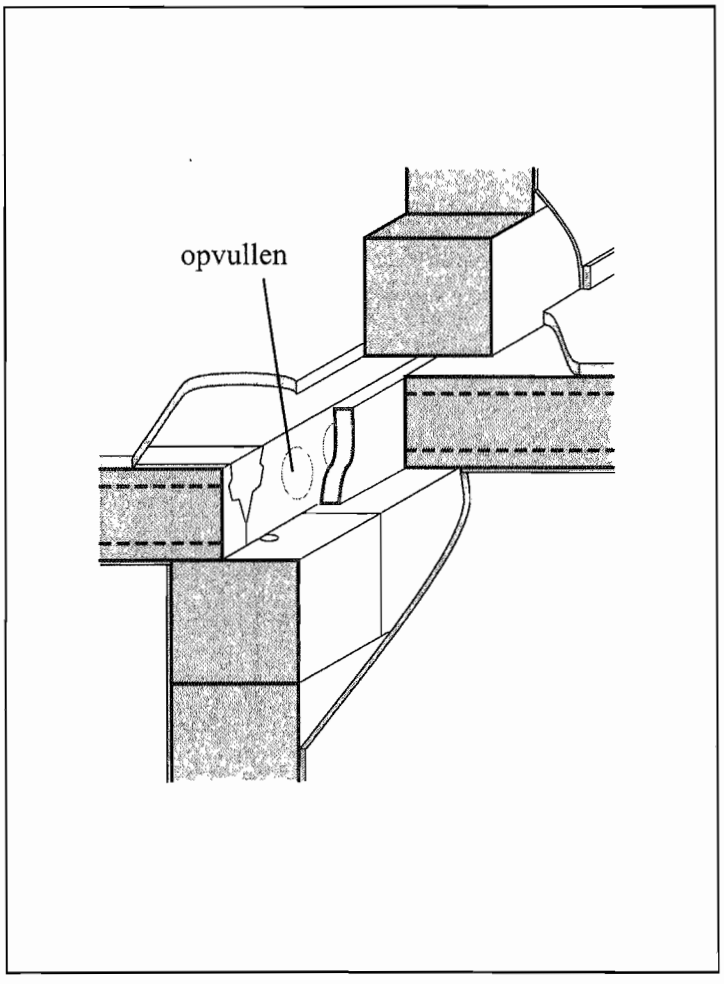
## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k} = 0$ dB
- $I_{co;hor} = +7$ dB

Wand 265 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB
- $I_{co;hor} = +7$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

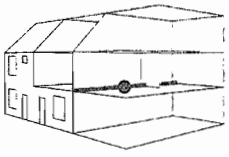



## Uitvoeringsvoorwaarden

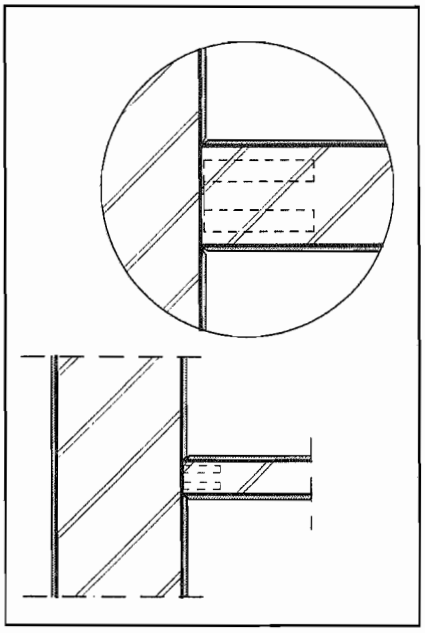
- massa vloer tenminste 250 kg/m$^2$; incl. afwerklaag

## Aandachtspunten

- kanalen dichtzetten met cementmortel
- ruimte tussen vloervelden opvullen met cementmortel
- goede aansluiting wand aan vloer
- geen doorvoeren in de wand



# Kalkzandsteen



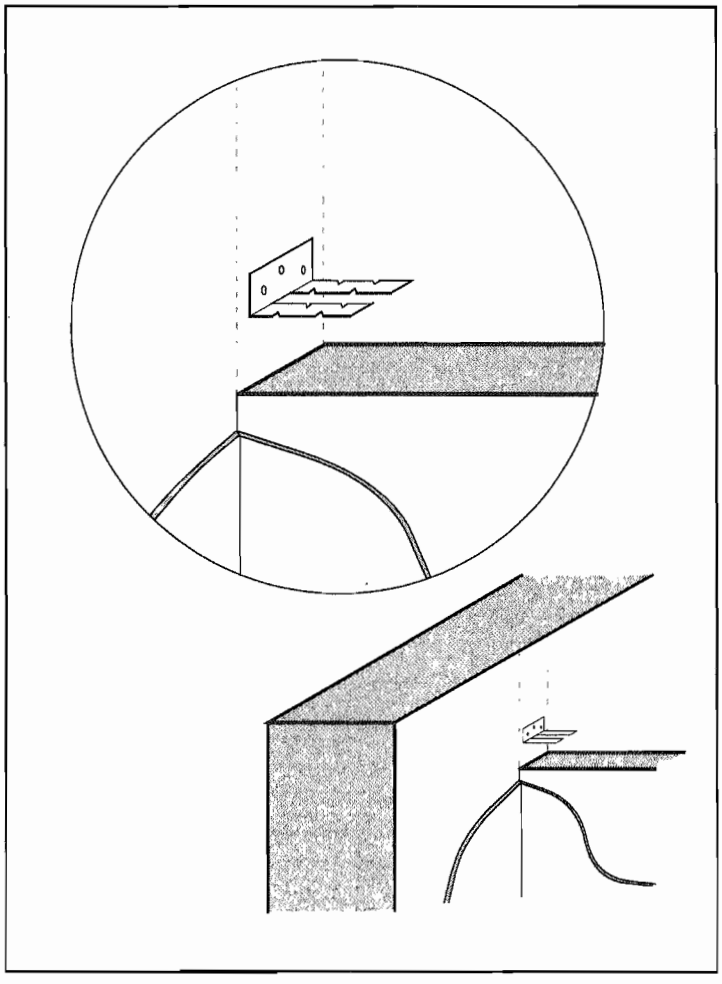
## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

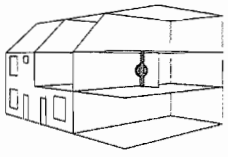


## Uitvoeringsvoorwaarden

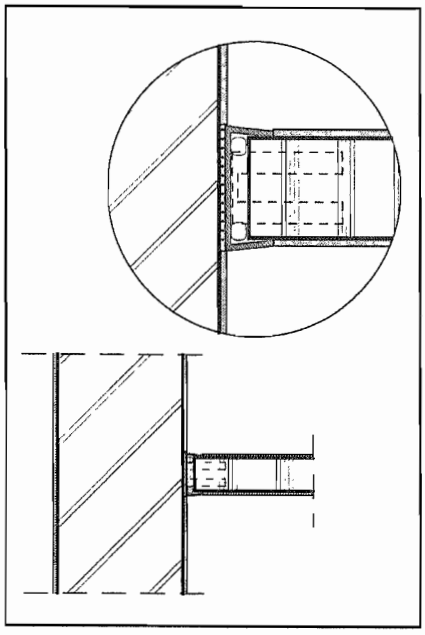
- massa binnenwand > 200 kg/m$^2$

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Gipsblokken - gasbeton



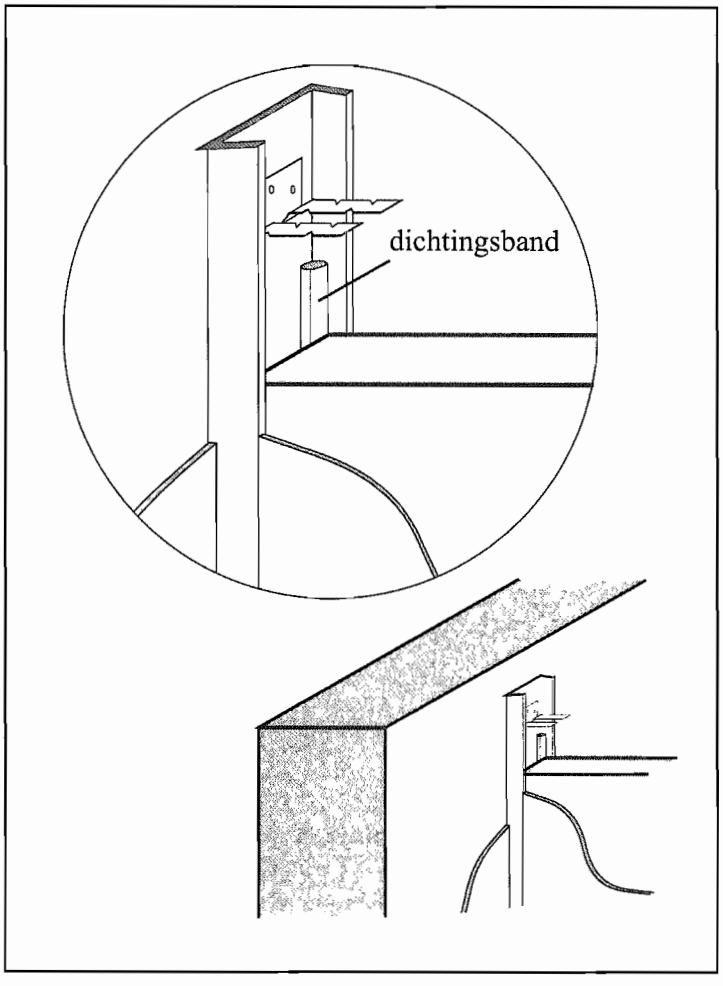
## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

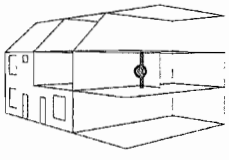



## Uitvoeringsvoorwaarden

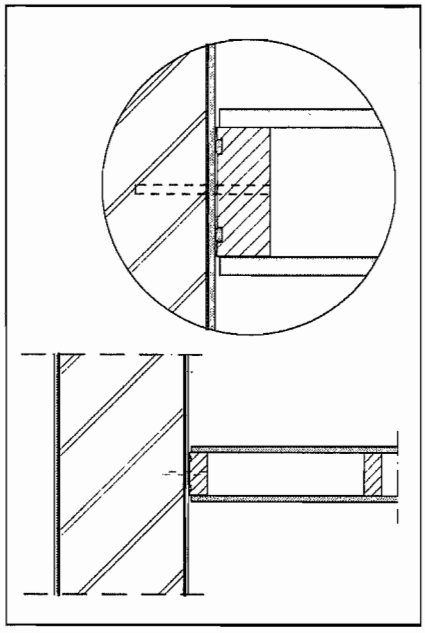
- binnenwand flexibel aanbrengen
- verend intermediair (vilt, band) ter plaatse van aansluiting aan wand

## Aandachtspunten

- binnenwand aan bovenzijde vrij houden
- geen doorvoeren in wand



# Stijl en regelwerk



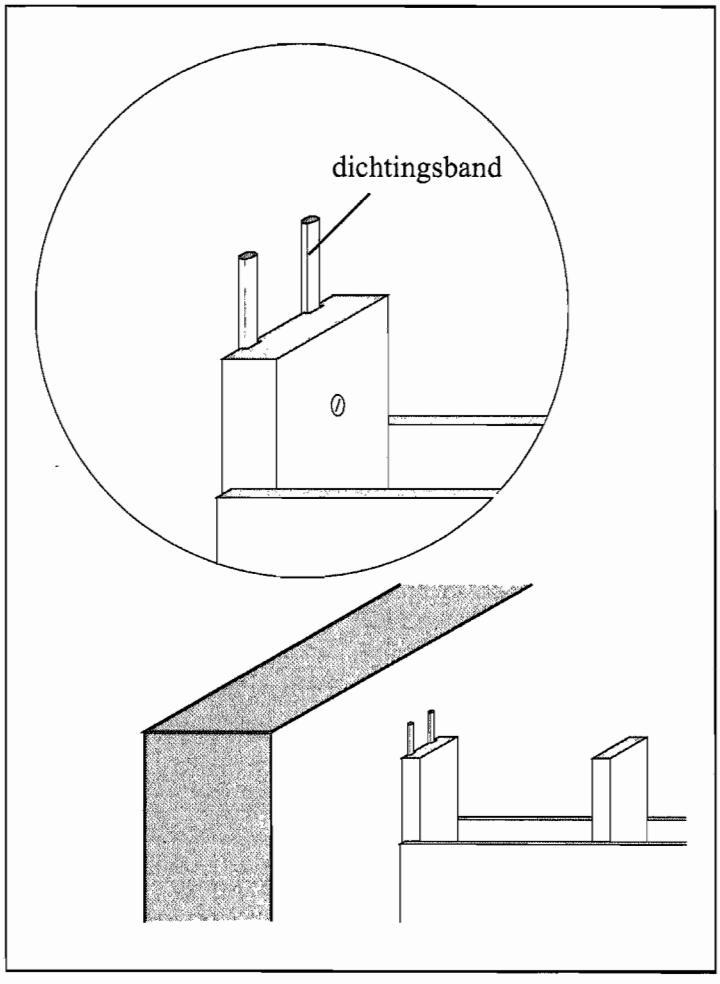
## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

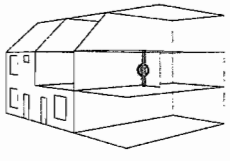



## Uitvoeringsvoorwaarden

- verend intermediair (vilt, band) ter plaatse van aansluiting aan wand
- naden afdichten
- beplating vrijhouden van woningscheidende wand

## Aandachtspunten

- binnenwand aan bovenzijde vrij houden
- voor geluidwering binnen woning spouw binnenwand vullen met onverpakte minerale wol
- geen doorvoeren in wand



# Kozijn

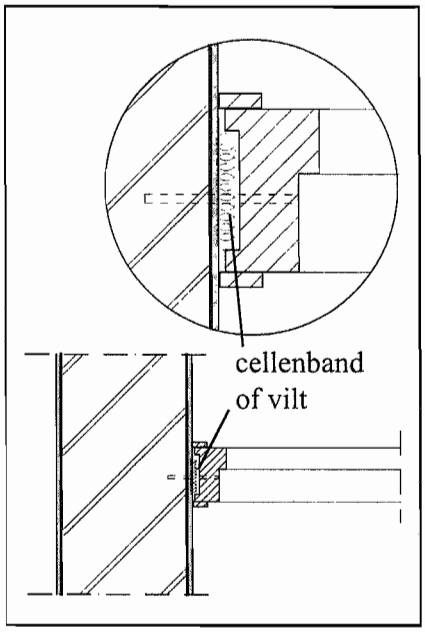
## Akoestische kwaliteit

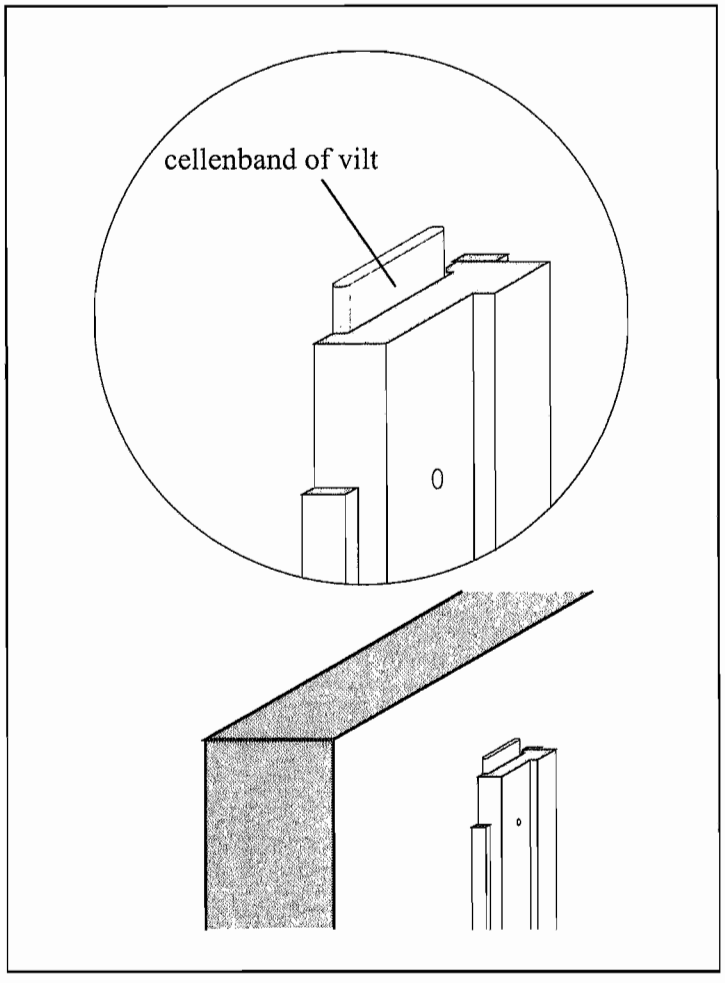
Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



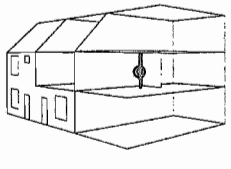




## Uitvoeringsvoorwaarden

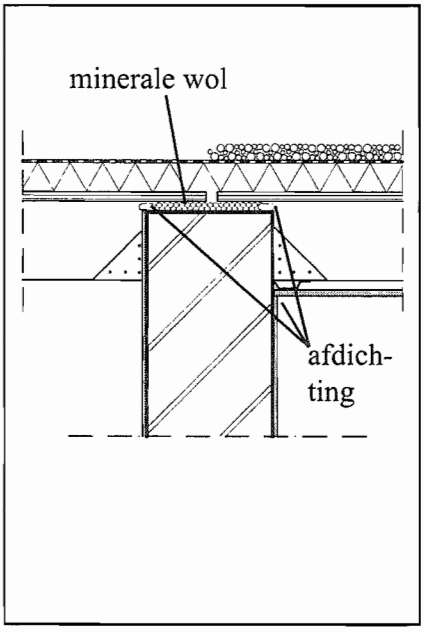
- geen specifieke eisen

## Aandachtspunten

- pleisterlaag door laten lopen achter kozijn
- opencellig band bij aansluiting aan wand i.v.m. geluidwering woning
- geen doorvoeren in wand



# Houten dakbeschot




## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag

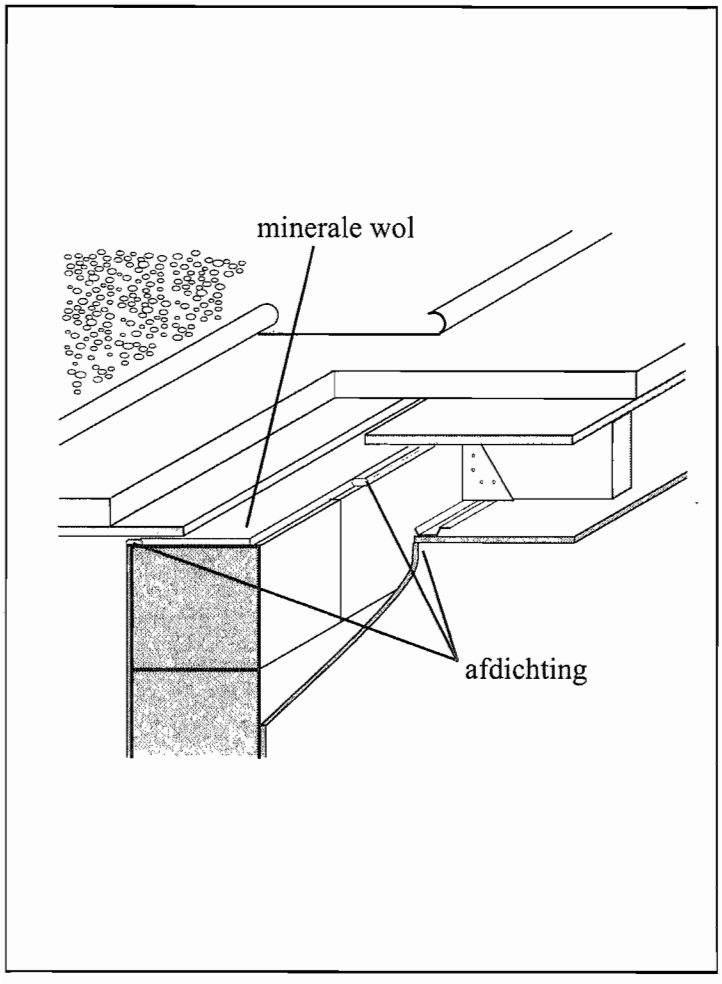
| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 9 dB | $I_{lu;k}$ = - 2 dB |

Wand 300 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 9 dB | $I_{lu;k}$ = - 2 dB |

## Toepassingsgebied

Met plafond
- tussen besloten ruimten



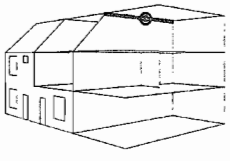

## Uitvoeringsvoorwaarden

- dakplaat onderbreken boven bouwmuur
- ruimte tussen bouwmuur en dakplaat opvullen met minerale wol
- naden afdichten

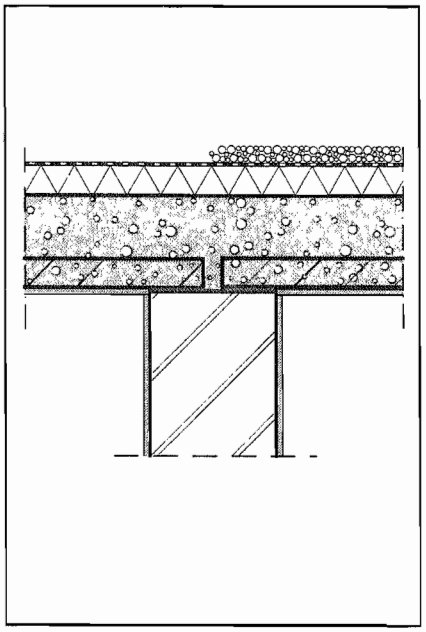
- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen balklaag

## Aandachtspunten

- gipskartonplaat bevestigen met behulp van veerregels



# Breedplaatvloer



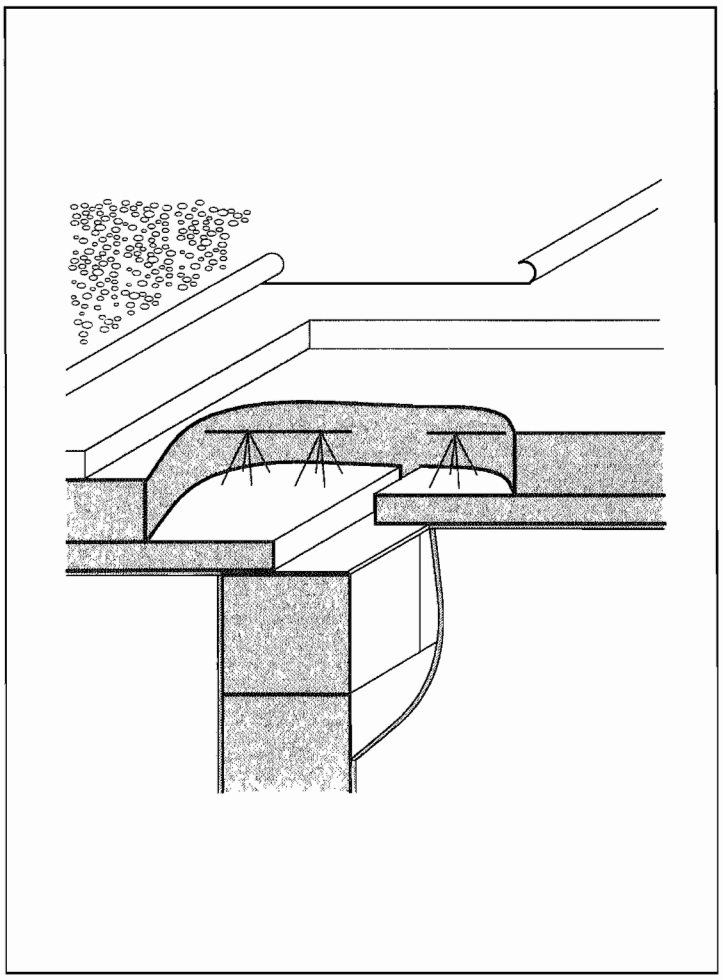
## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



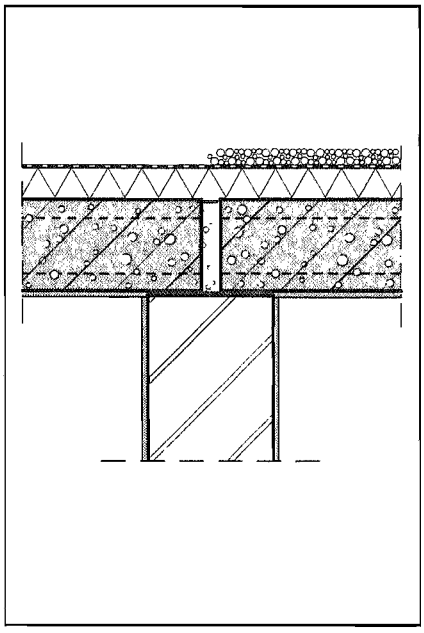
## Uitvoeringsvoorwaarden

- aansluiting dakvloer aan wand goed afdichten
- massa dakvloer > 250 kg/m$^2$; incl. afwerklaag

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand

# Kanaalplaatvloer



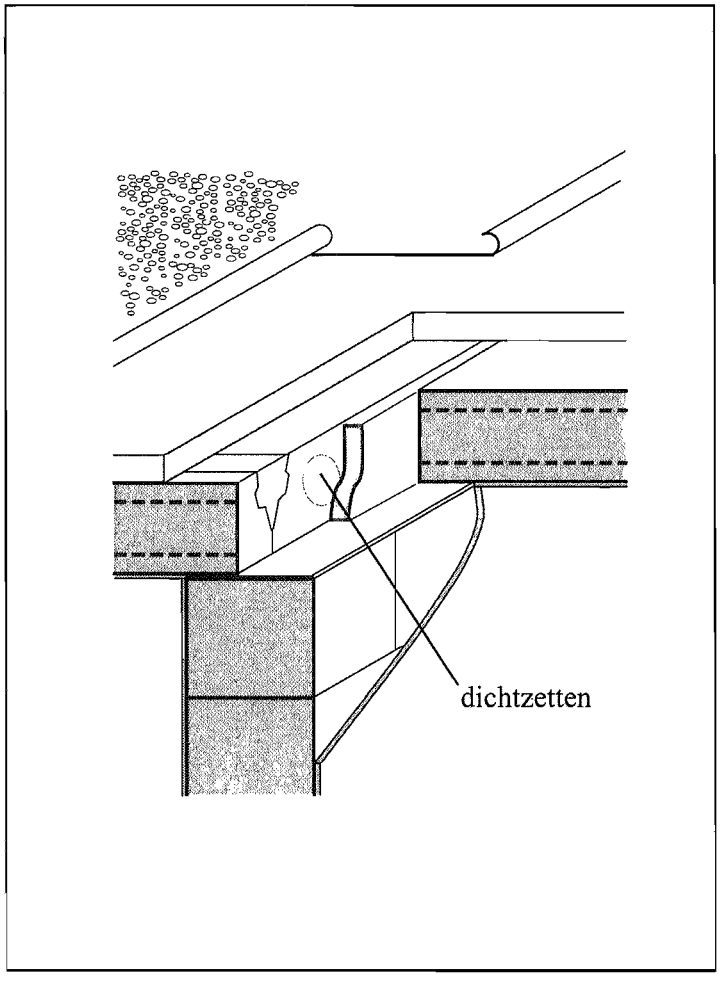
## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

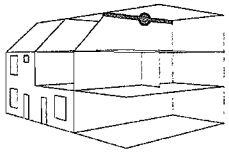



## Uitvoeringsvoorwaarden

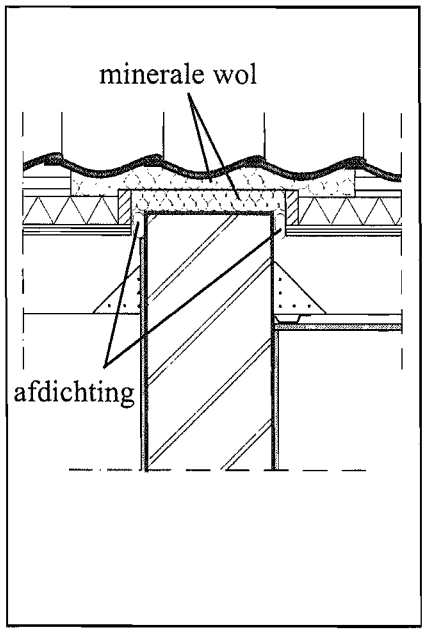
- aansluiting dakvloer aan wand goed afdichten
- massa dakvloer > 250 kg/m²; incl. afwerklaag

## Aandachtspunten

- ruimte tussen vloervelden opvullen met cementmortel
- kanalen dichtzetten met cement-mortel
- geen doorvoeren in wand



# Enkel - hardschuim




## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag

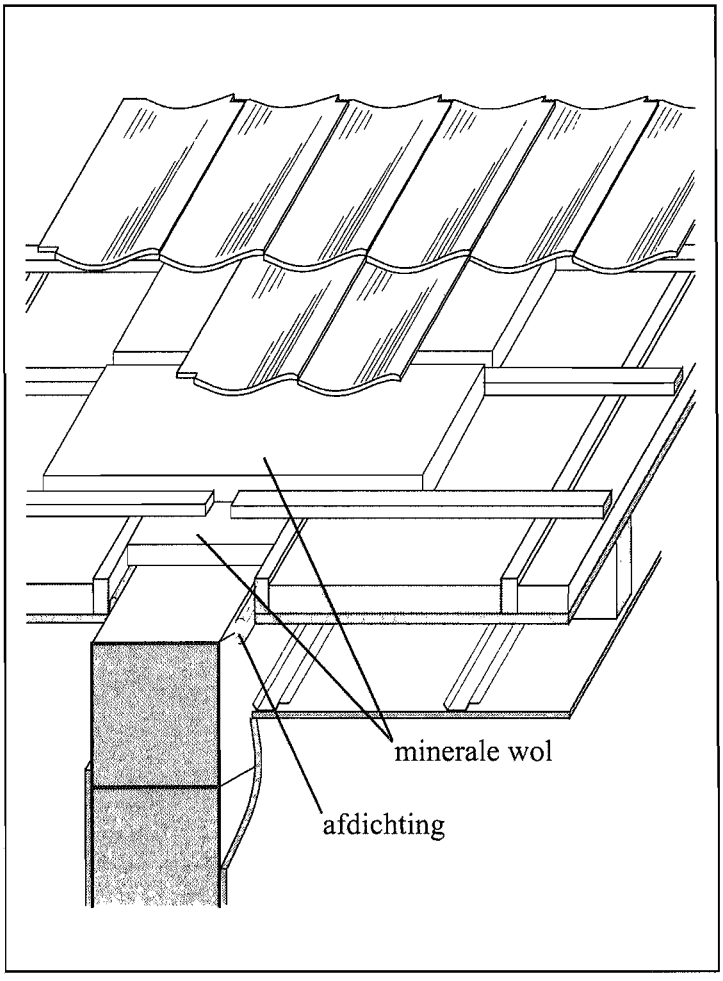
| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 7 dB | $I_{lu;k}$ = 0 dB |

Wand 300 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 7 dB | $I_{lu;k}$ = 0 dB |

## Toepassingsgebied

Met plafond
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



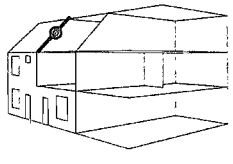

## Uitvoeringsvoorwaarden

- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- naden afdichten

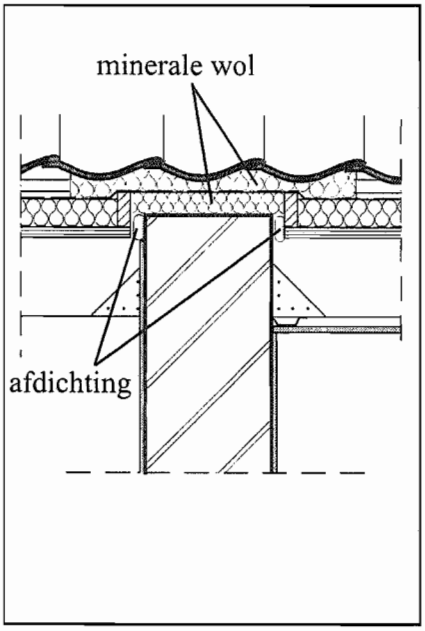
- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen gording

## Aandachtspunten

- gipskartonplaat bevestigen met behulp van veerregels
- geen doorvoeren in wand



# Enkel - minerale wol




## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 4 dB | $I_{lu;k}$ = 0 dB |

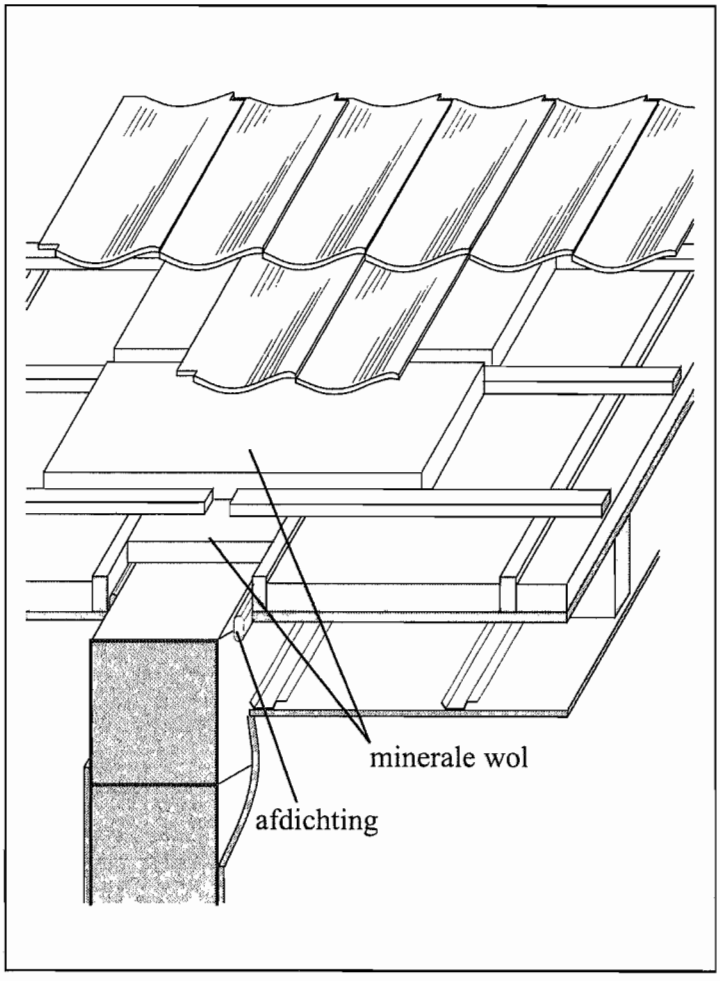
Wand 300 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 4 dB | $I_{lu;k}$ = 0 dB |

## Toepassingsgebied

Zonder plafond
- tussen besloten ruimten

Met plafond
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



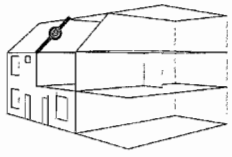

## Uitvoeringsvoorwaarden

- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- naden afdichten

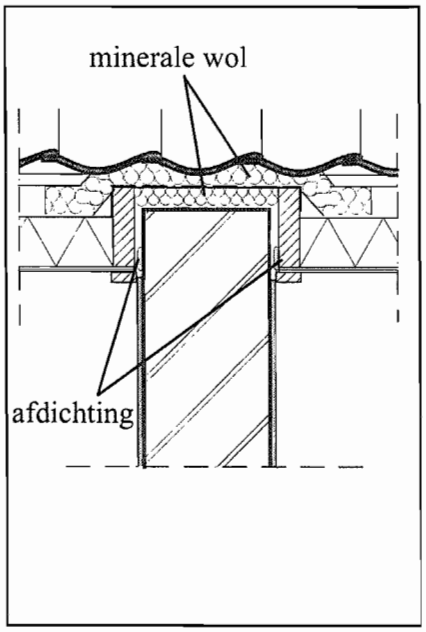
- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen gording

## Aandachtspunten

- gipskartonplaat bevestigen met behulp van veerregels
- geen doorvoeren in wand



# Sporenkap - hardschuim



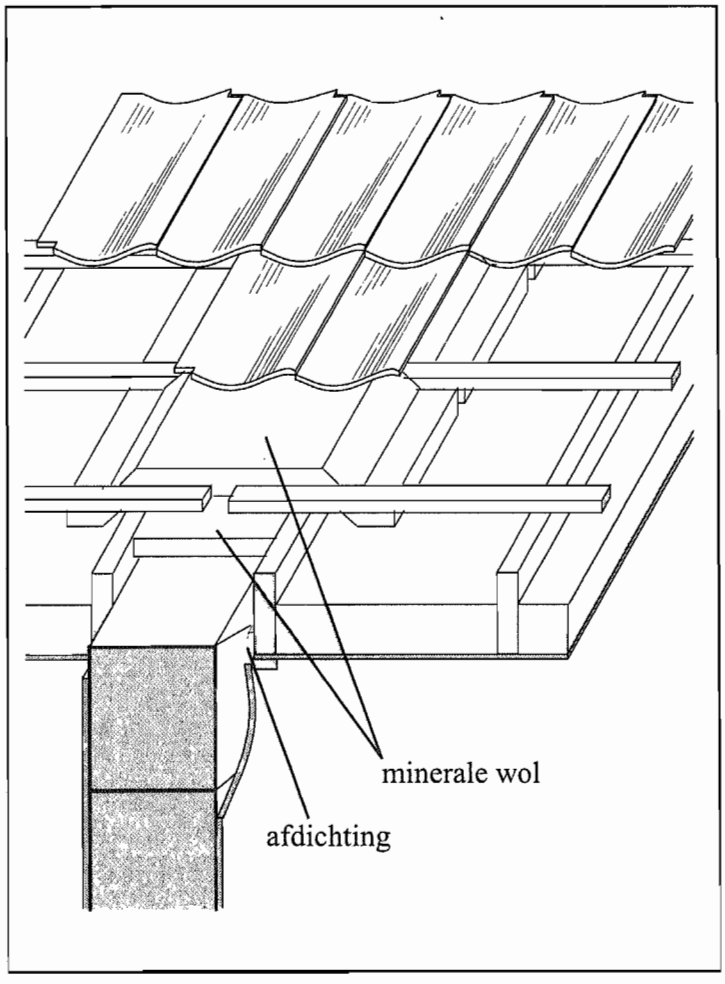

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = - 5 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = - 5 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

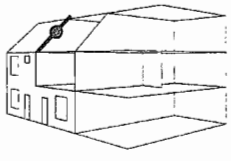



## Uitvoeringsvoorwaarden

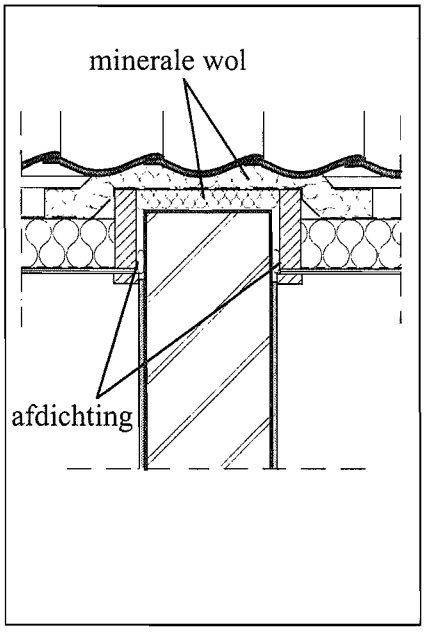
- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- naden afdichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Sporenkap - minerale wol



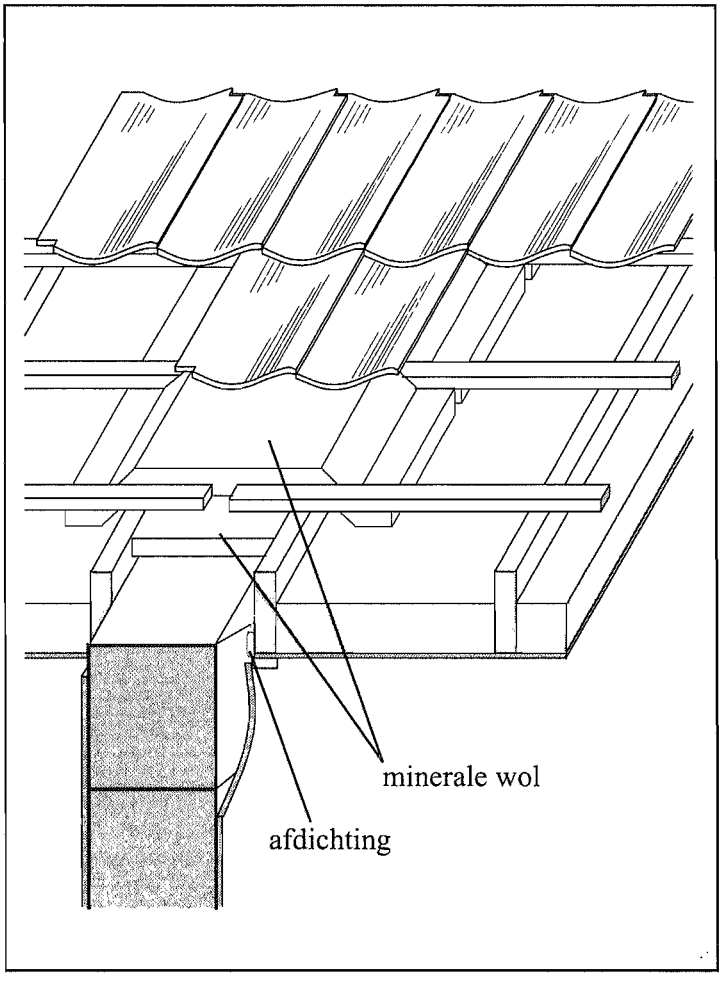

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = - 4 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = - 4 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

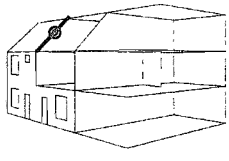



## Uitvoeringsvoorwaarden

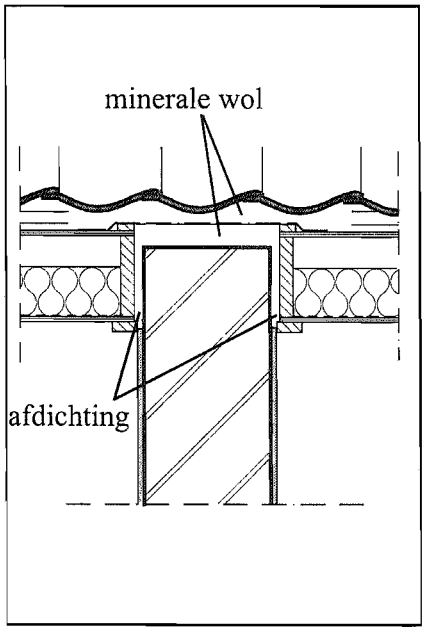
- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- naden afdichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Doosconstructie - min. wol



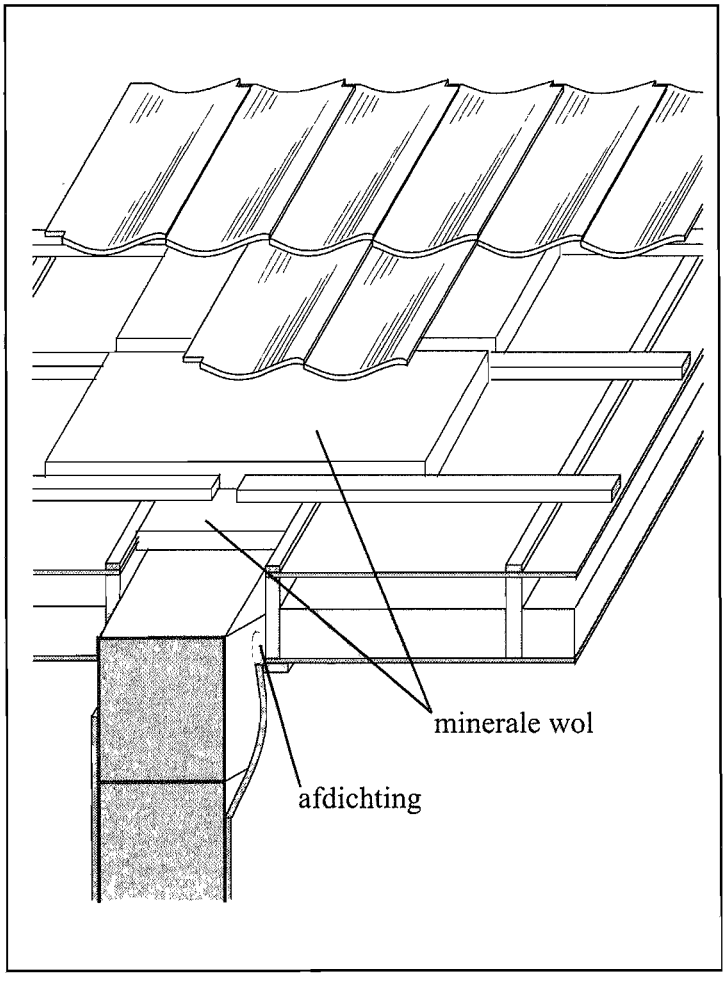

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = - 3 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = - 3 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

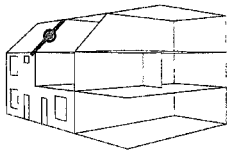



## Uitvoeringsvoorwaarden

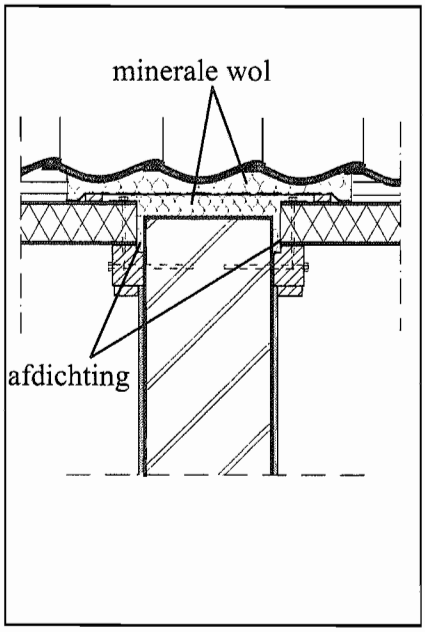
- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- naden afdichten
- tussen panlatten strook minerale wol 600 mm lang

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Sandwich - hardschuim



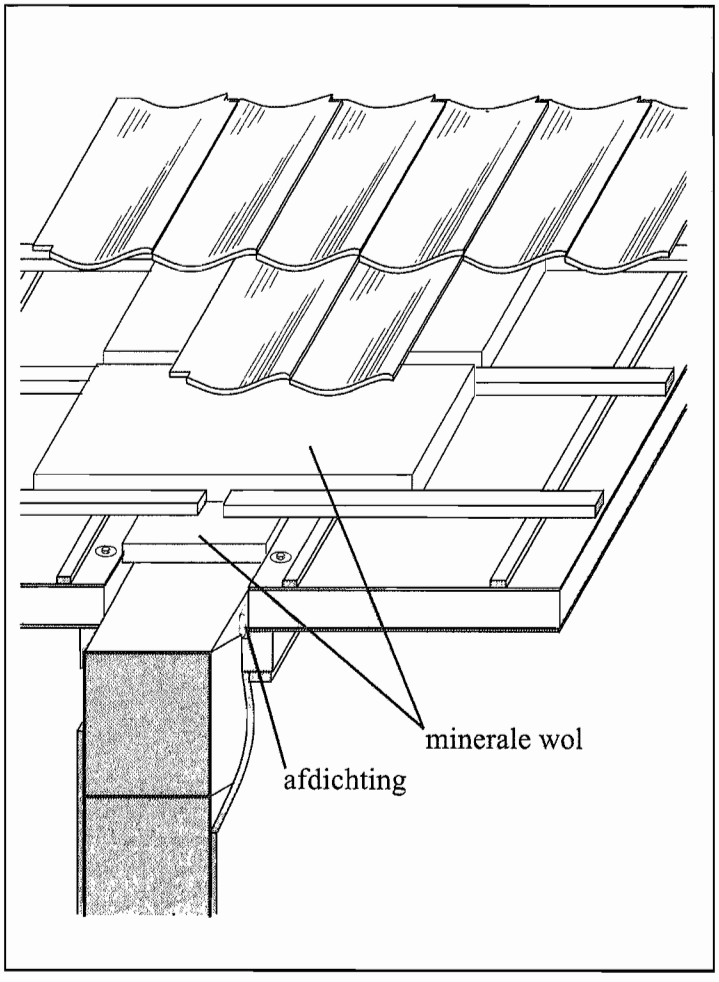

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = - 7 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = - 7 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

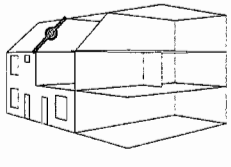



## Uitvoeringsvoorwaarden

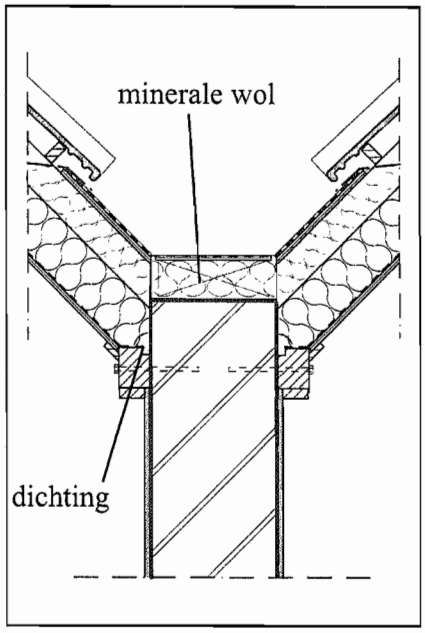
- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- naden afdichten
- tussen panlatten strook minerale wol 600 mm lang

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Zakgoot - sporenkap



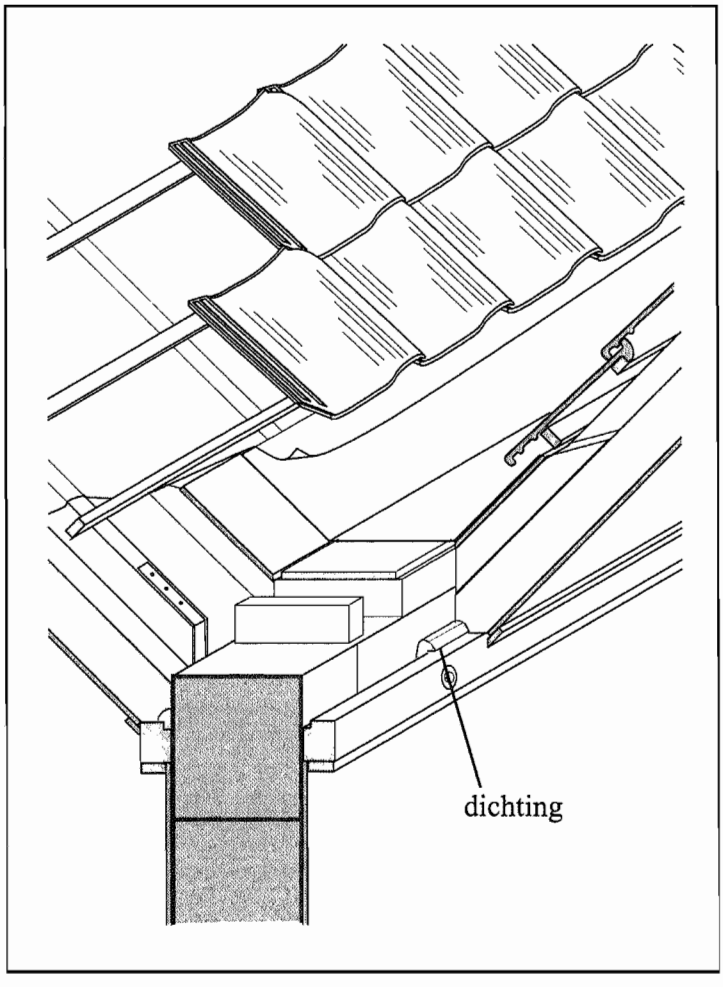

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = - 3 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = - 3 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

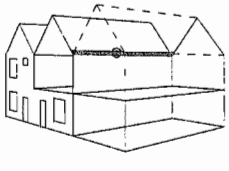



## Uitvoeringsvoorwaarden

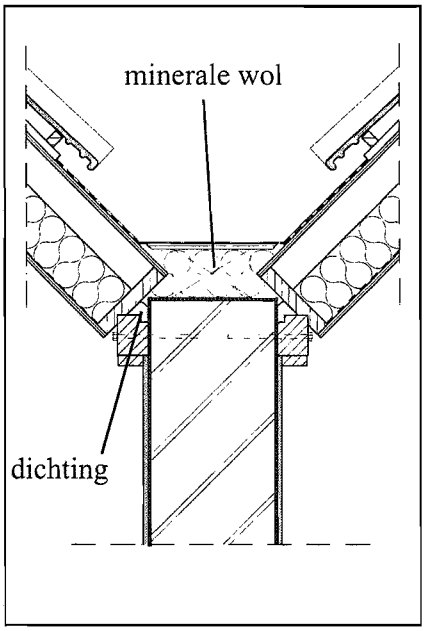
- dakelement opleggen tussen bouwmuur
- afdekplaat boven bouwmuur los van dakelementen
- ruimte tussen bouwmuur en afdekplaat opvullen met minerale wol
- naden afdichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- geen ventilatiekokers in naar elkaar gekeerde dakvelden



# Zakgoot - doosconstructie



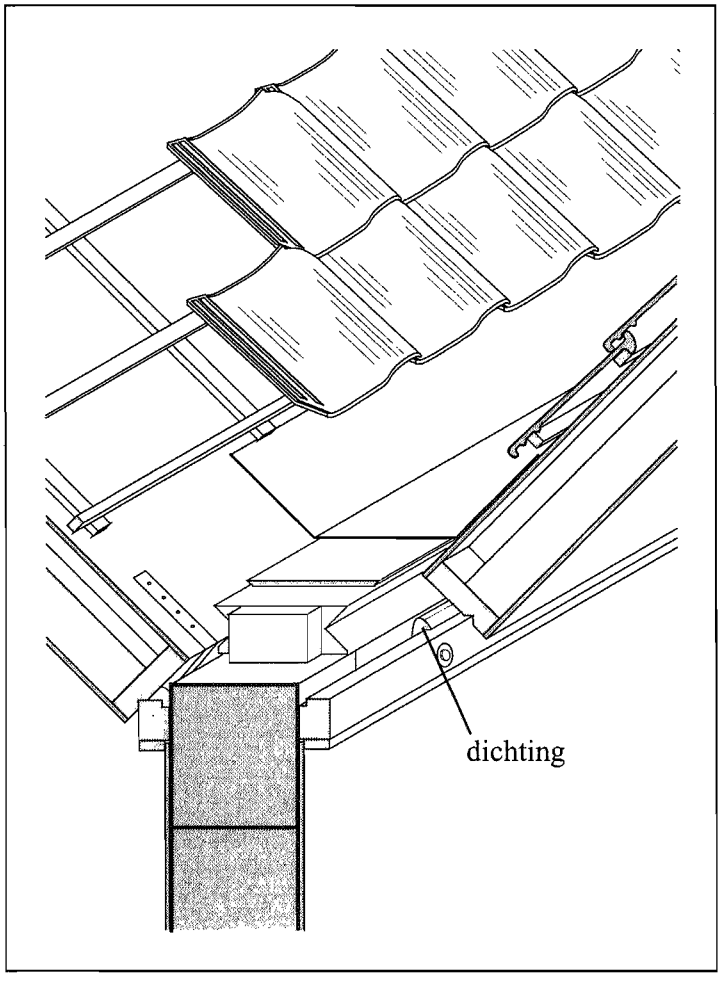

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k} = +1$ dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k} = +1$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

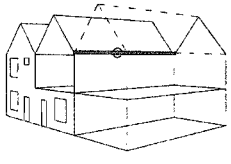



## Uitvoeringsvoorwaarden

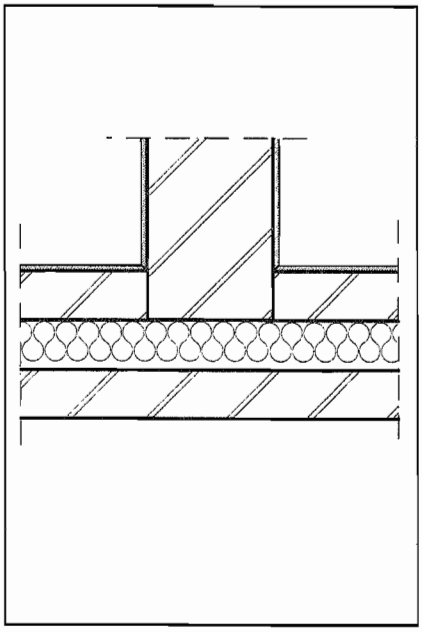
- dakelement opleggen tussen bouwmuren
- afdekplaat boven bouwmuur los van dakelementen
- ruimte tussen bouwmuur en afdekplaat opvullen met minerale wol
- naden afdichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- geen ventilatiekokers in naar elkaar gekeerde dakvelden



# Kalkzandsteen - baksteen



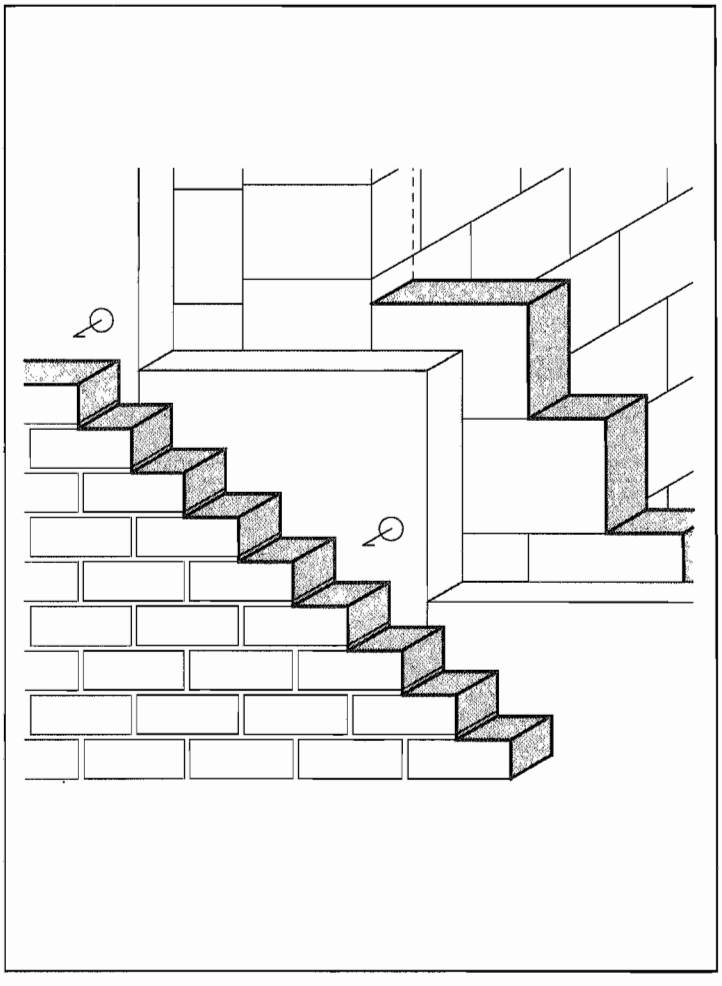
## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

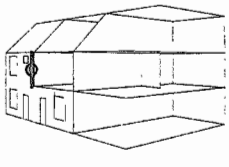


## Uitvoeringsvoorwaarden

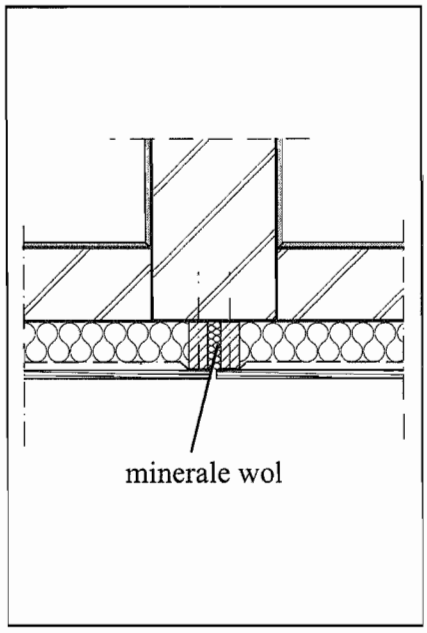
- massa binnenblad plus de helft van de massa buitenspouwblad tenminste 200 kg/m$^2$
- naden aan binnenzijde afdichten

## Aandachtspunten

- binnenspouwblad geankerd aan buitenspouwblad
- geen doorvoeren in wand
- binnenspouwblad volledig gesloten
- woningscheidende wand doorzetten tussen binnenspouwbladen



# Kalkzandsteen - hout



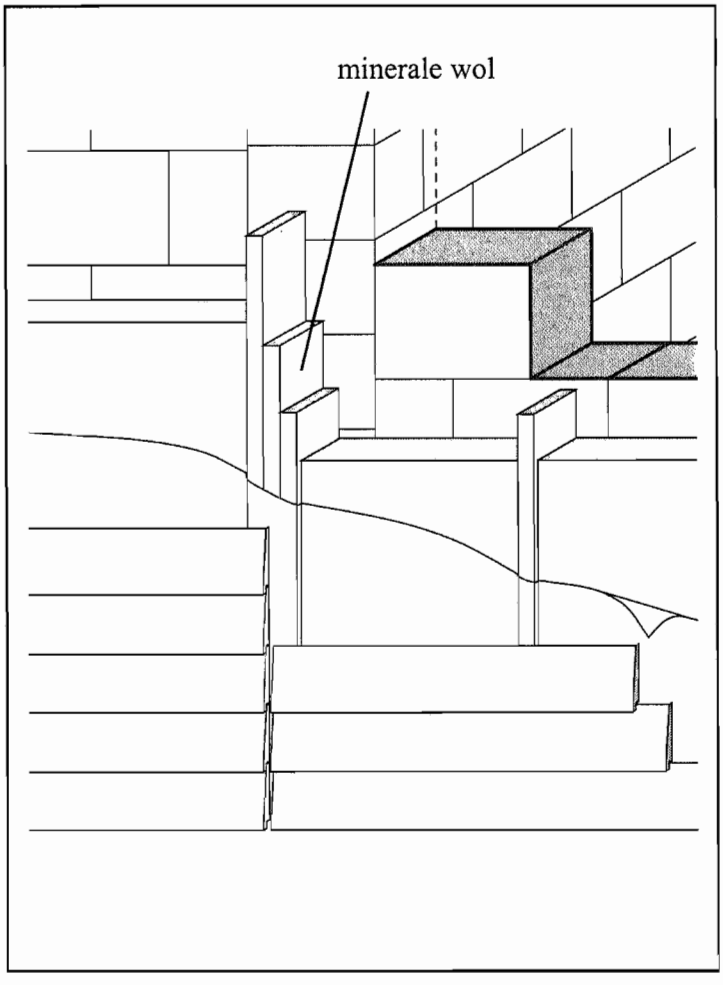

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

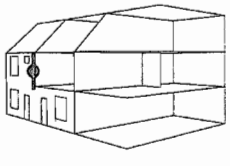



## Uitvoeringsvoorwaarden

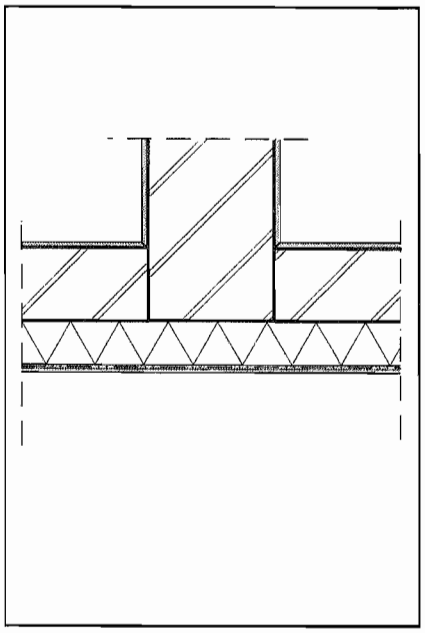
- massa binnenblad tenminste 200 kg/m²
- naden aan binnenzijde afdichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- binnenspouwblad volledig gesloten
- woningscheidende wand doorzetten tussen binnenspouwbladen



# Kalkzandsteen - pleister



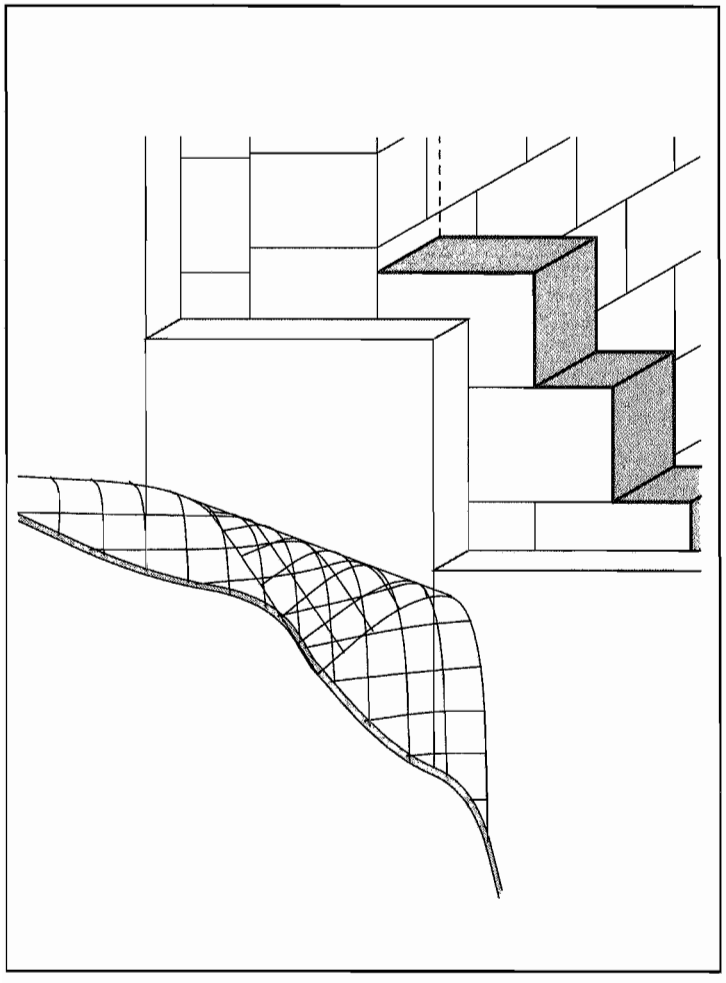
## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

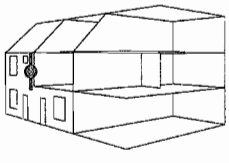


## Uitvoeringsvoorwaarden

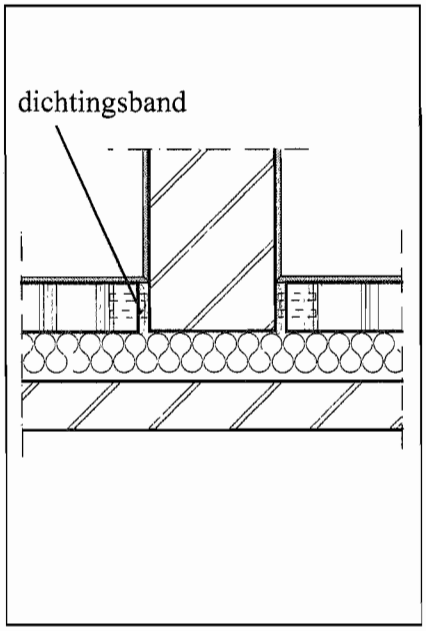
- massa binnenblad tenminste 200 kg/m$^2$
- naden aan binnenzijde afdichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- binnenspouwblad volledig gesloten
- woningscheidende wand doorzetten tussen spouwbladen



# Gips/gasbeton - baksteen



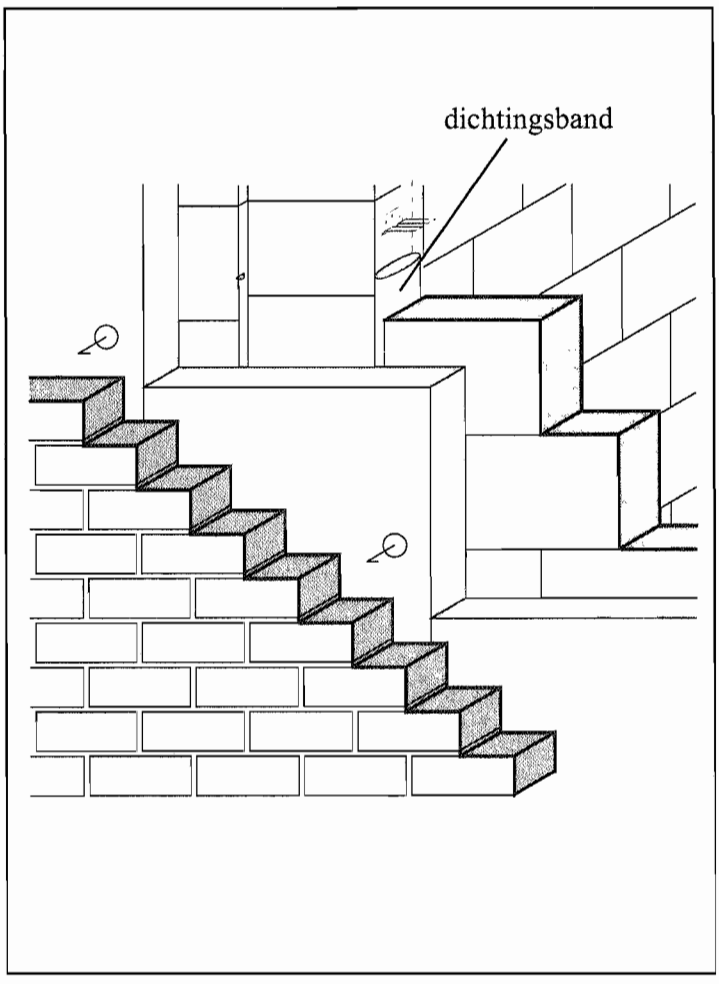

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

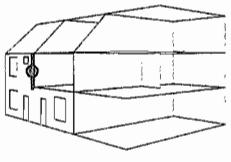



## Uitvoeringsvoorwaarden

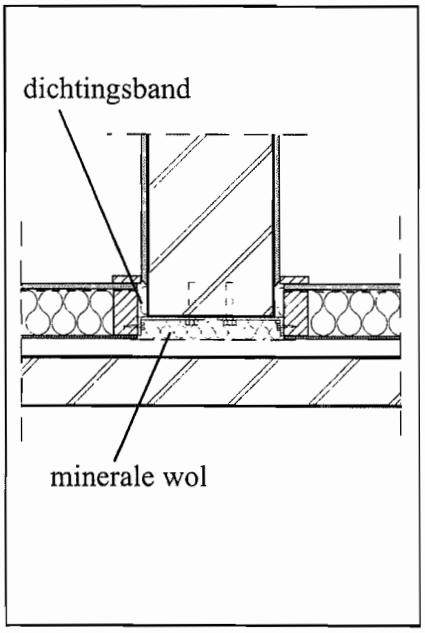
- binnenblad akoestisch los van woningscheidende wand
- naden aan binnenzijde afdichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- binnenspouwblad volledig gesloten
- woningscheidende wand doorzetten tussen binnenspouwbladen



# Prefab hout - baksteen



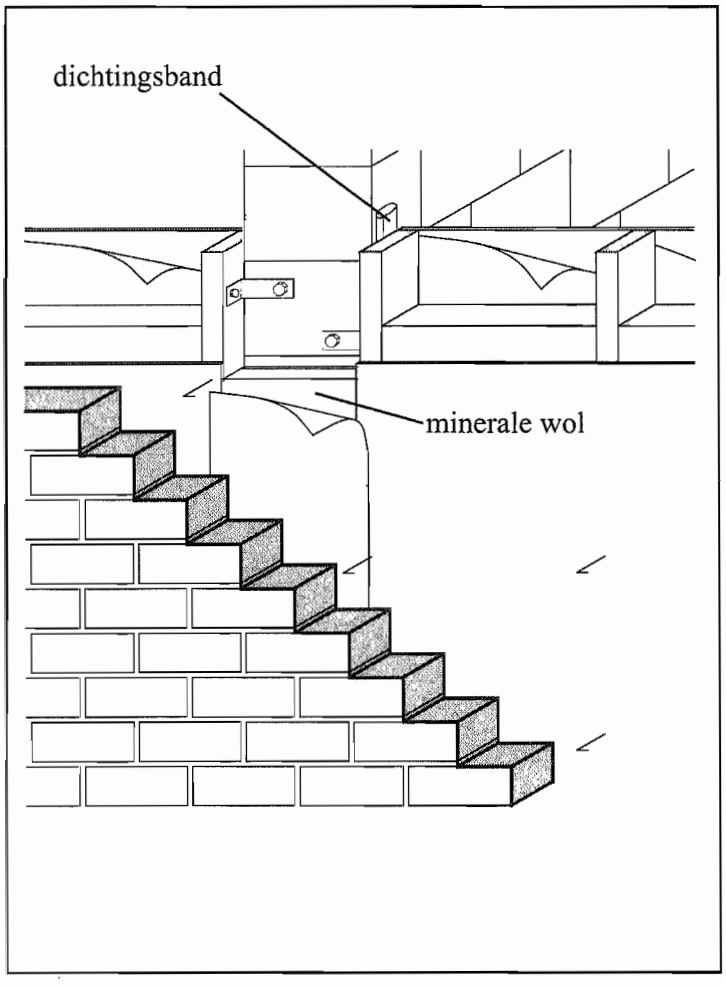

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



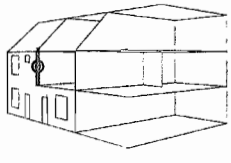

## Uitvoeringsvoorwaarden

- prefab binnenspouwbladen niet doorkoppelen
- naden aan binnenzijde afkitten
- minerale wol ter plaatse van kop bouwmuur

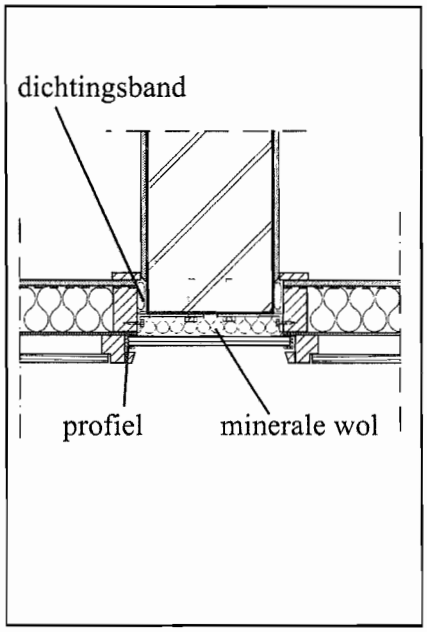
## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- doorkoppelen binnenspouwblad resulteert in versterkte flankerende geluidoverdracht





# Prefab hout - hout



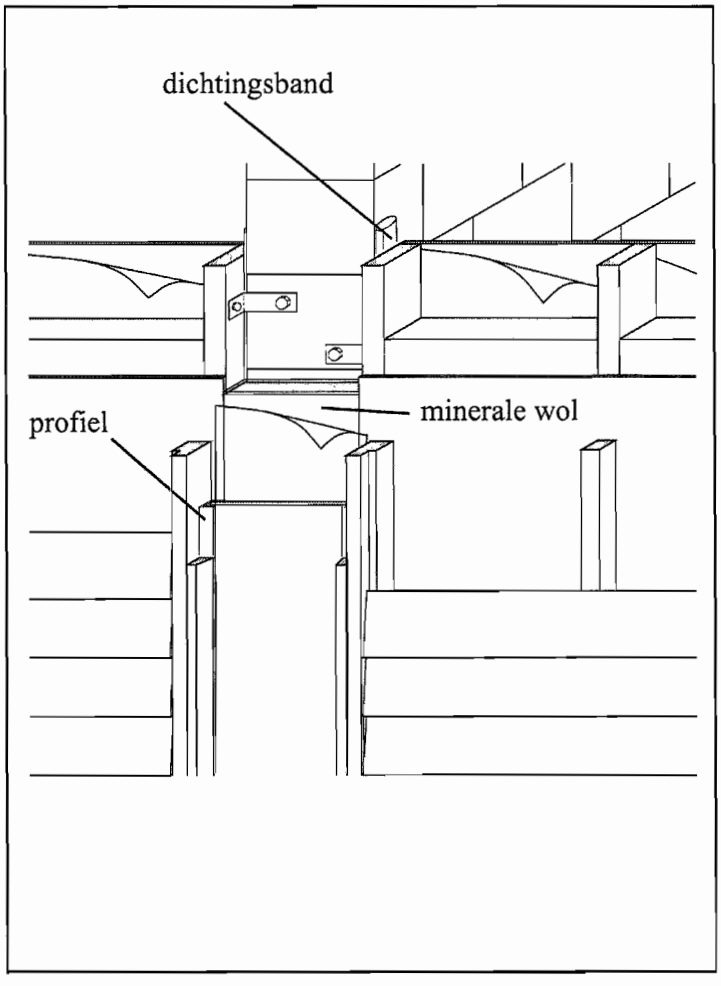

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

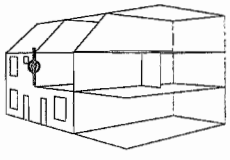



## Uitvoeringsvoorwaarden

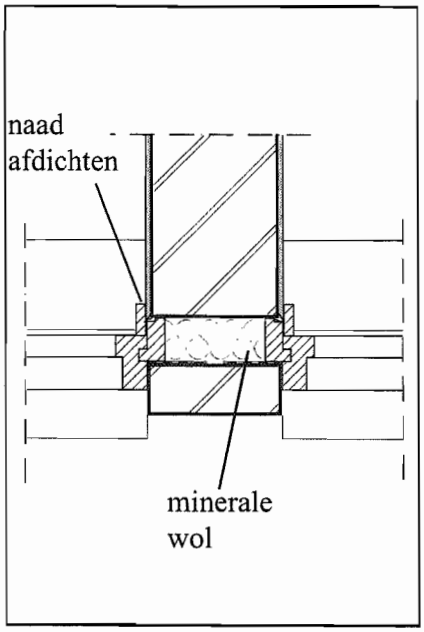
- prefab binnenspouwbladen niet doorkoppelen
- naden aan binnenzijde afkitten
- minerale wol ter plaatse van kop bouwmuur

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- afdekplaat bouwmuur in (rubber) profielen of eenzijdige inklemmen
- buitenbekleding niet doorzetten



# Puiconstructie - baksteen



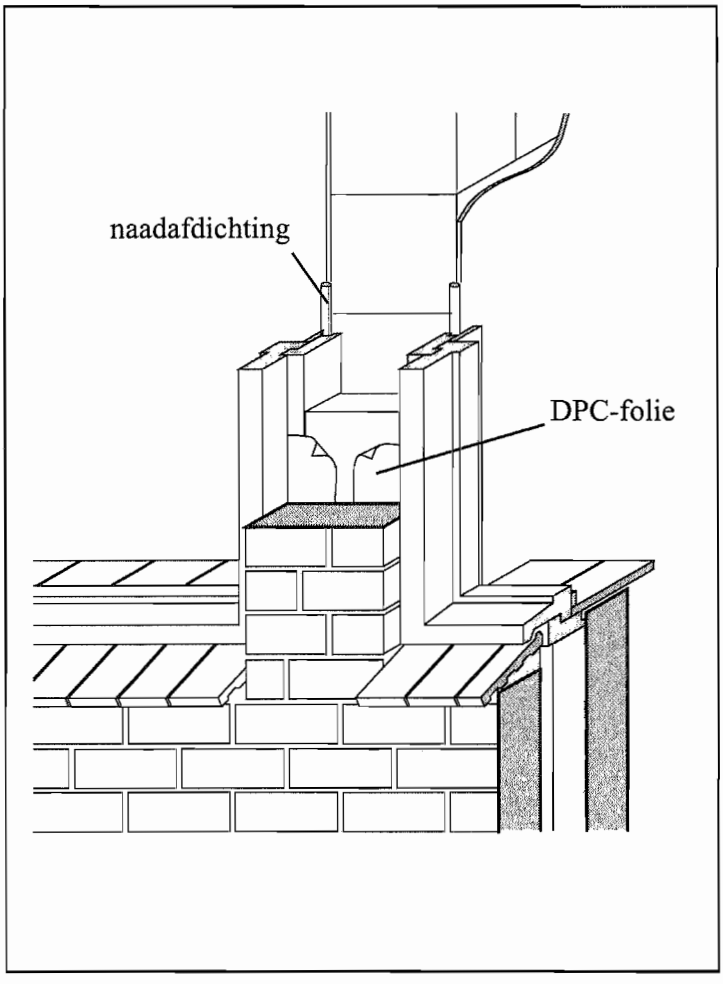

## Akoestische kwaliteit

Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



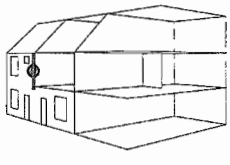

## Uitvoeringsvoorwaarden

- naden aan binnenzijde afkitten
- minerale wol ter plaatse van kop bouwmuur

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



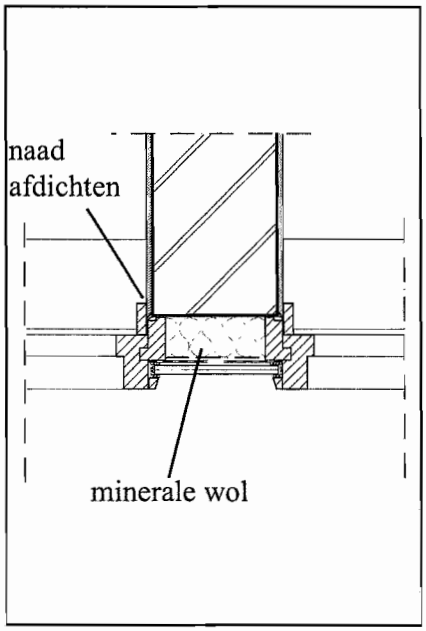


# Puiconstructie - hout

## Akoestische kwaliteit

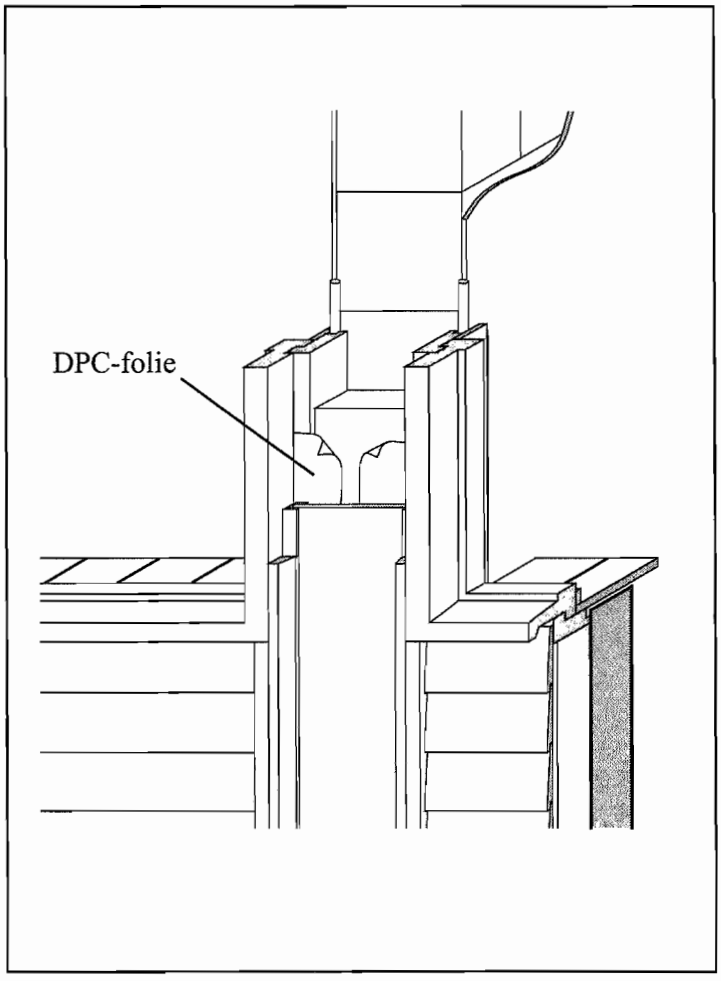
Wand 265 mm
tweezijdig voorzien van 15 mm pleisterlaag
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

Wand 300 mm
- $I_{lu;k}$ = 0 dB




## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

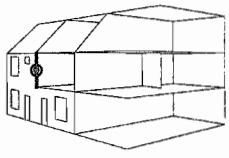



## Uitvoeringsvoorwaarden

- puien niet koppelen
- naden aan binnenzijde afkitten
- minerale wol ter plaatse van kop bouwmuur

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- afdekplaat bouwmuur in (rubber) profiel of eenzijdig inklemmen



# 10 Ankerloze spouwwanden van kalkzandsteen

Ankerloze spouwwanden van kalkzandsteen:

| dikte (mm) | spouw (mm) | dikte (mm) | $I_{lu;lab}$ (dB) |
|---|---|---|---|
| 120 | 50 | 120 | +16 |
| 150 | 50 | 150 | +18 |

**SRW/SROW CODE:**

22 .. .. .. ..: Metselwerk
22 10 .. .. ..: In het werk vervaardigd
22.10.13 .. ..: Kalkzandsteen
22.10.13.02 ..: Spouwwand
22.10.13.02.1.: Knooppunt 1 (Fundering-begane grond vloer)
22.10.13.02.11: Aansluitende constructie type 1

In deze paragraaf zijn de volgende knooppunten nader uitgewerkt.

1. Fundering - Woningscheidende wand - Begane grond vloer (thermisch geïsoleerd)
   - 1 combinatievloeren
   - 3 bekistingsvloeren
   - 4 ribbenvloer
   - 7 kanaalplaatvloer

2. Woningscheidende wand - Verdiepingsvloer
   - 2 plaatvloer
   - 7 kanaalplaatvloer

3. Woningscheidende wand - Binnenwand
   - 1 kalkzandsteen
   - 2 gipsblokken/gasbeton
   - 3 stijl en regelwerk
   - 4 kozijn

4. Woningscheidende wand - Plat dak
   - 1 houten dakbeschot
   - 4 breedplaatvloer
   - 6 kanaalplaatvloer

5. Woningscheidende wand - Hellend dak
   1 enkelschalige dakplaat, thermische isolatie hardschuim
   2 enkelschalige dakplaat, thermische isolatie minerale wol
   3 sporenkap, thermische isolatie hardschuim
   4 sporenkap, thermische isolatie minerale wol
   5 doosconstructie, thermische isolatie minerale wol
   6 sandwich, thermische isolatie-hardschuim
   7 zakgootconstructie/sporenkap
   8 zakgootconstructie/doosconstructie

6. Woningscheidende wand - Gevel
   1 binnenblad kalkzandsteen
     buitenblad a. baksteen
     b. hout
     c. pleister
   2 binnenblad gipsblokken/gasbeton
     buitenblad a. baksteen
   3 binnenblad prefab hout
     buitenblad a. baksteen
     b. hout
   4 puiconstructie
     buitenblad a. baksteen
     b. hout

# Combinatievloeren

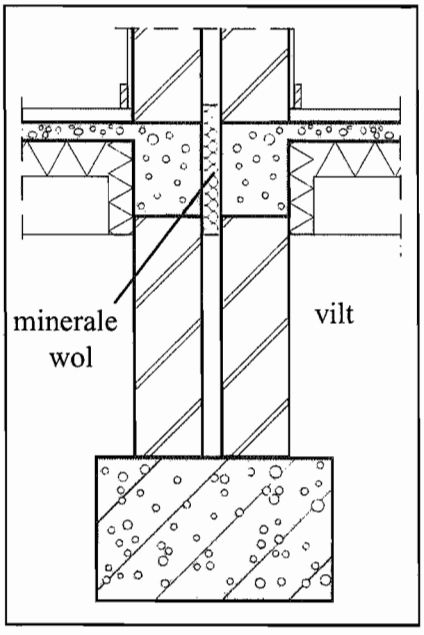
## Akoestische kwaliteit

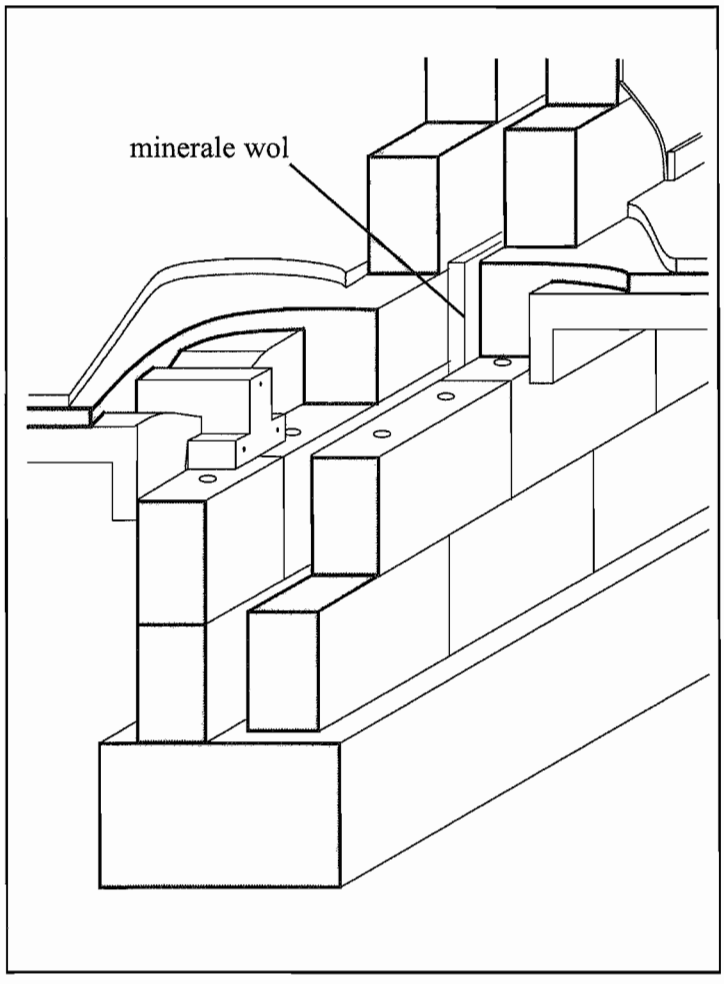
Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB
- $I_{co}$ = + 15 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB
- $I_{co}$ = + 15 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



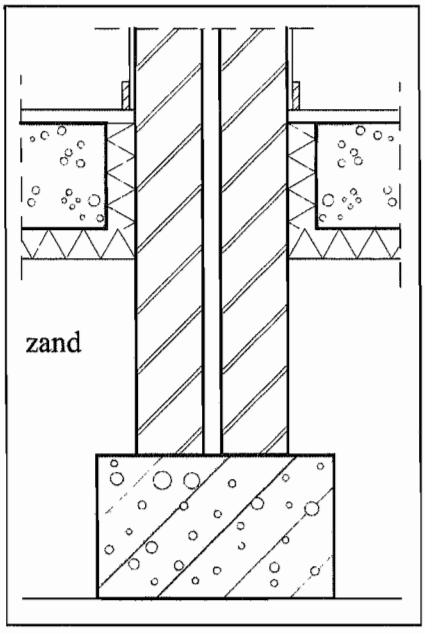

## Uitvoeringsvoorwaarden

- vloervelden beëindigen met betonnen rand
- vloervelden ter plaatse van wand volledig dilateren, eventueel strook minerale wol aanbrengen ter voorkoming contact
- verdiepte spouw over tenminste 500 mm

## Aandachtspunten

- spouw vrijhouden
- geen doorvoeren in de wand aanbrengen

# Bekistingsvloer



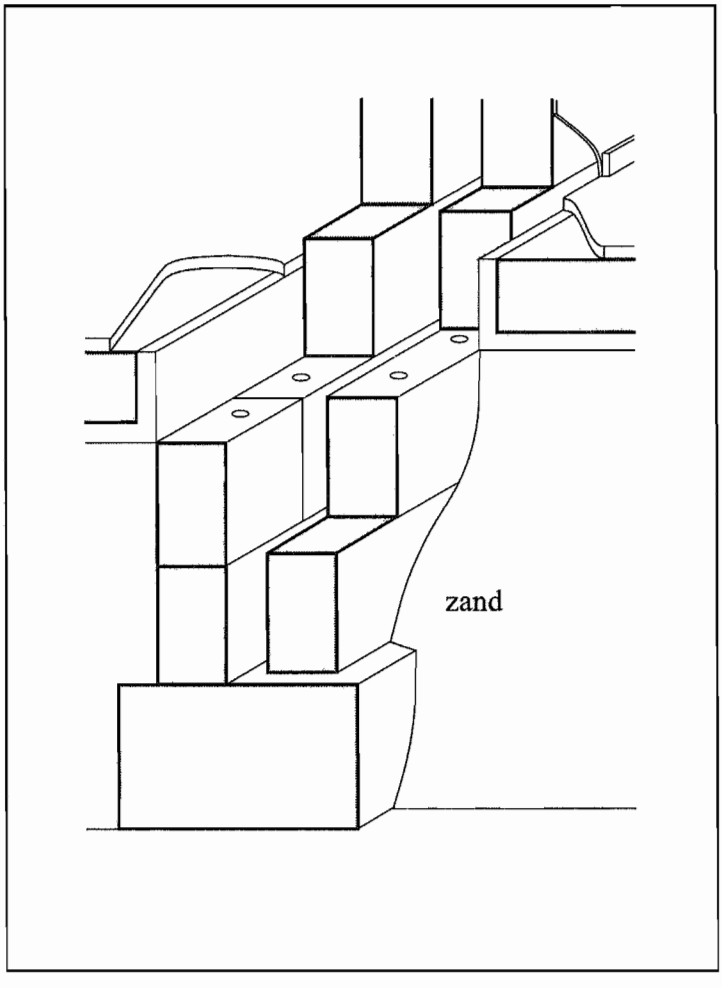

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB
- $I_{co}$ = + 15 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB
- $I_{co}$ = + 15 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

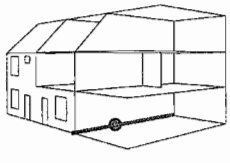



## Uitvoeringsvoorwaarden

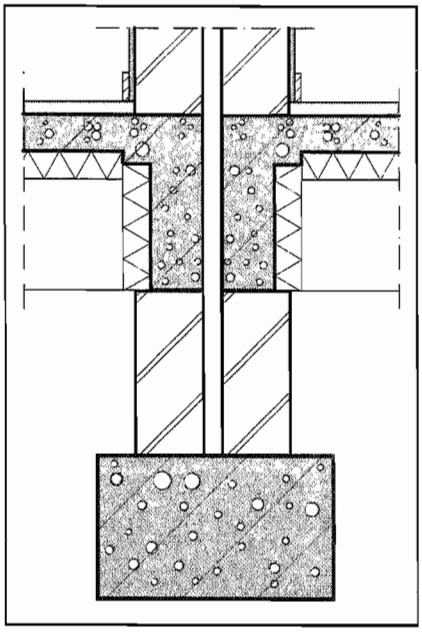
- verdiepte spouw over tenminste 500 mm

## Aandachtspunten

- spouw vrijhouden
- geen doorvoeren in de wand aanbrengen



# Ribbenvloer



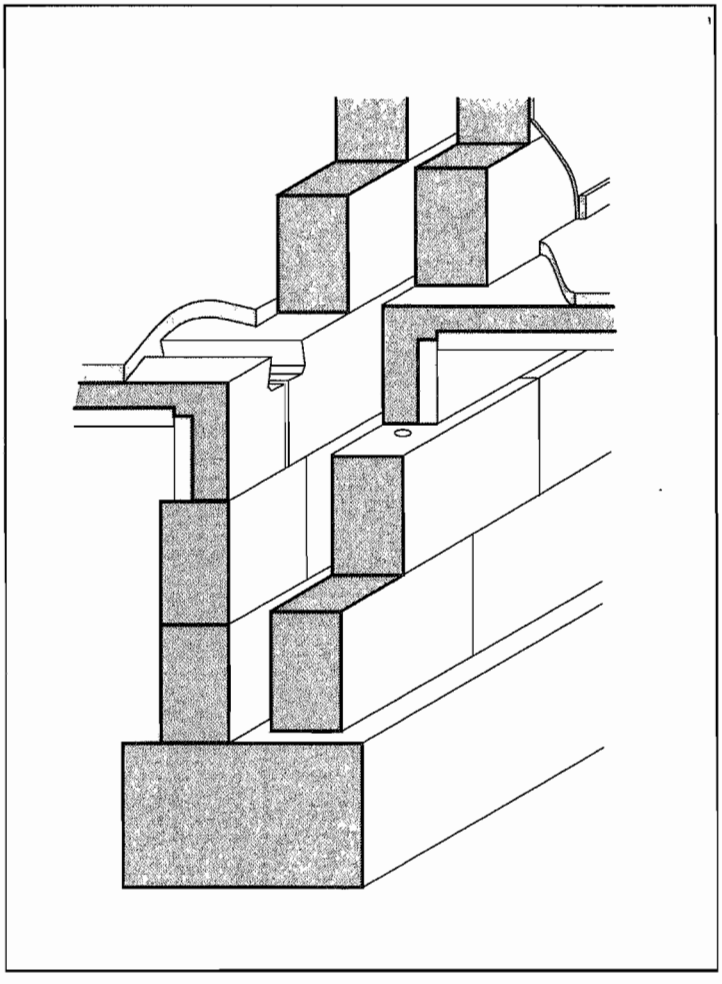
## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB
- $I_{co}$ = + 15 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB
- $I_{co}$ = + 15 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



## Uitvoeringsvoorwaarden

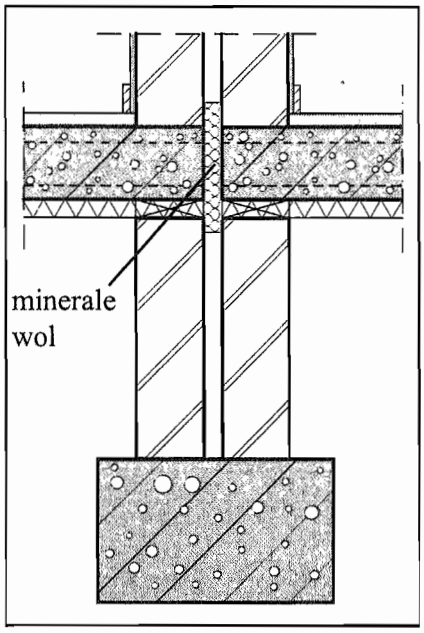
- vloervelden beëindigen met betonnen rand
- vloervelden ter plaatse van wand volledig dilateren, eventueel strook minerale wol aanbrengen ter voorkoming contact
- verdiepte spouw over tenminste 500 mm

## Aandachtspunten

- spouw vrijhouden
- geen doorvoeren in de wand aanbrengen



# Kanaalplaatvloer



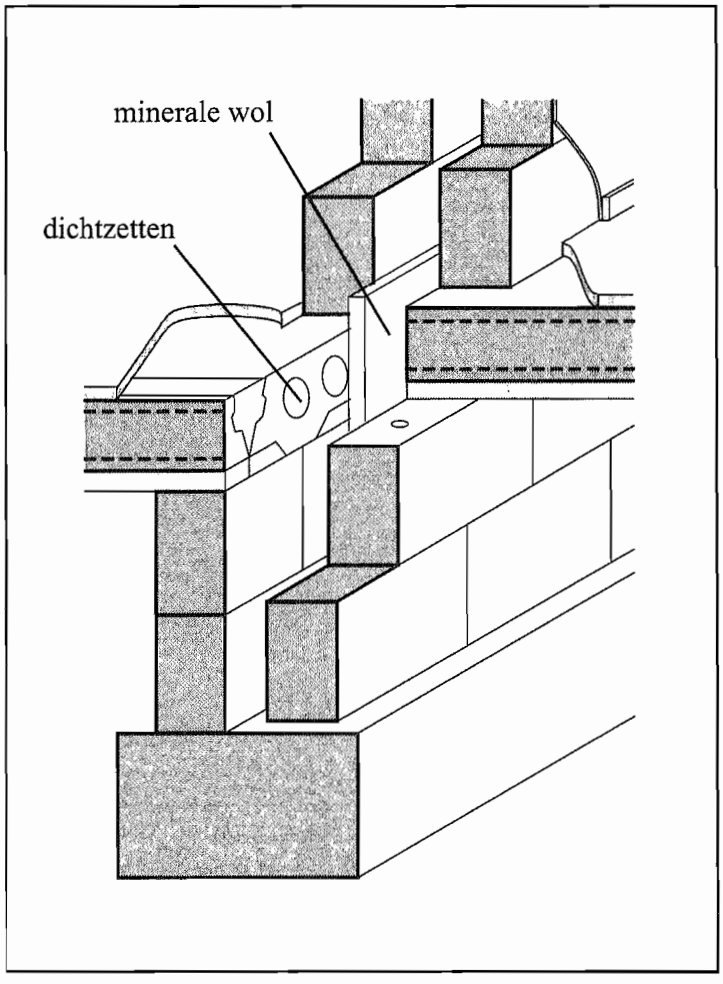

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB
- $I_{co}$ = + 15 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB
- $I_{co}$ = + 15 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied




## Uitvoeringsvoorwaarden

- kanalen dichtzetten met cementmortel
- vloervelden ter plaatse van wand volledig dilateren, eventueel strook minerale wol aanbrengen ter voorkoming contact
- verdiepte spouw over tenminste 500 mm

## Aandachtspunten

- spouw vrijhouden
- geen doorvoeren in de wand aanbrengen



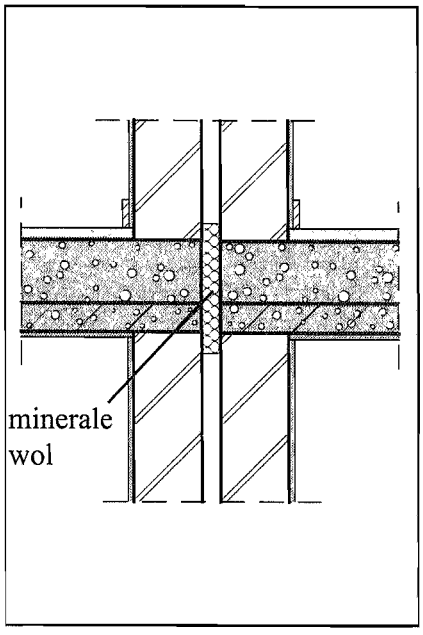
# 10 Ankerloze spouwwanden van kalkzandsteen

## Plaatvloer

### Akoestische kwaliteit

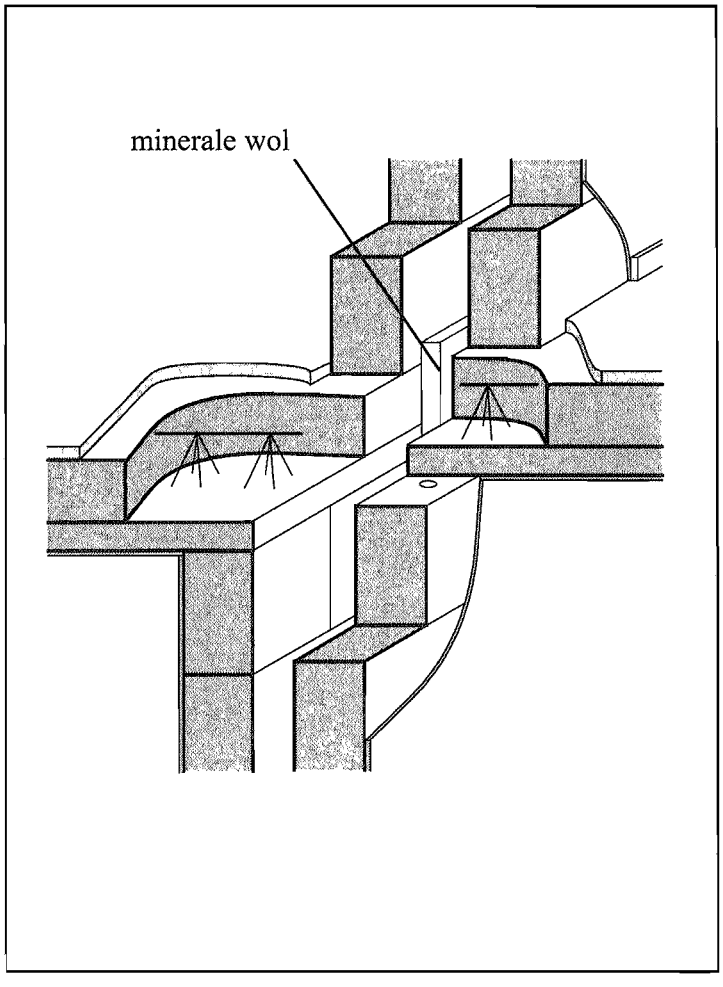
Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 9 dB
- $I_{co;hor}$ = + 15 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 12 dB
- $I_{co;hor}$ = + 15 dB




### Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

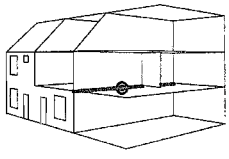



### Uitvoeringsvoorwaarden

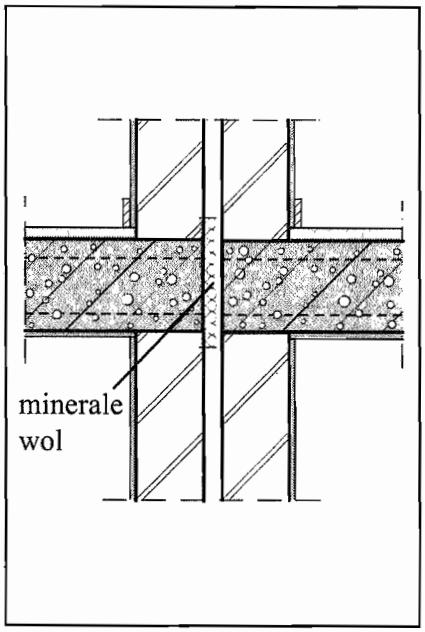
- vloervelden ter plaatse van wand volledig dilateren, eventueel strook minerale wol aanbrengen ter voorkoming contact

### Aandachtspunten

- spouw vrijhouden
- geen doorvoeren in de wand aanbrengen
- goede aansluiting vloer aan wand



# Kanaalplaatvloer



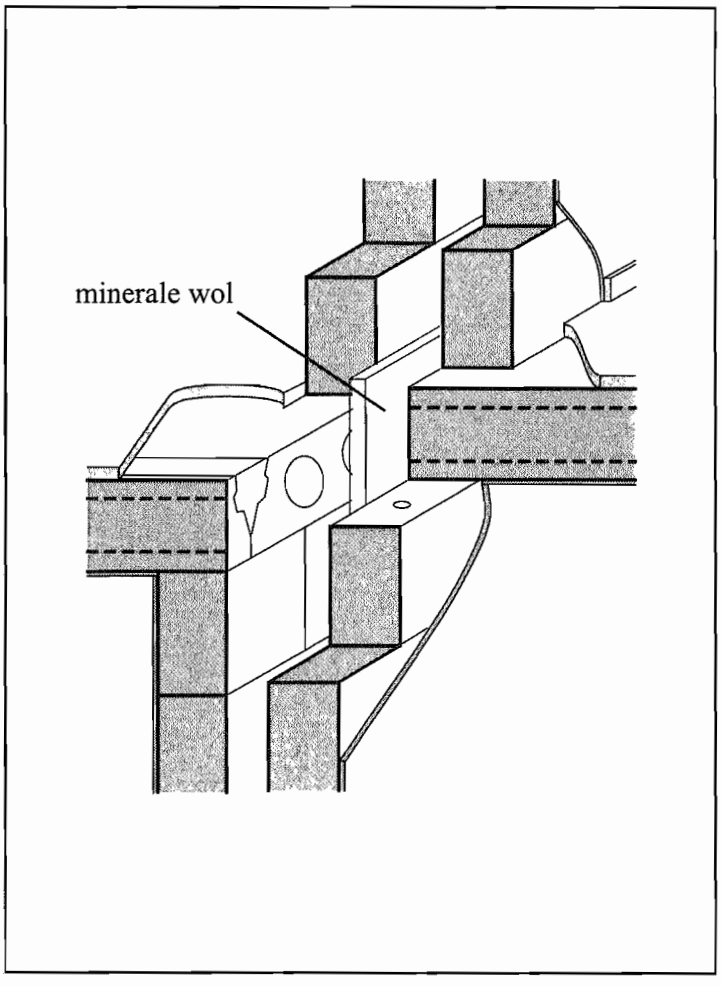

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 9 dB
- $I_{co;hor}$ = + 15 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 12 dB
- $I_{co;hor}$ = + 15 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

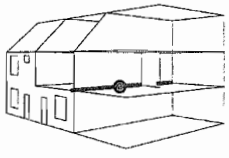



## Uitvoeringsvoorwaarden

- vloervelden ter plaatse van wand volledig dilateren, eventueel strook minerale wol aanbrengen ter voorkoming contact
- kanalen dichtzetten met cementmortel

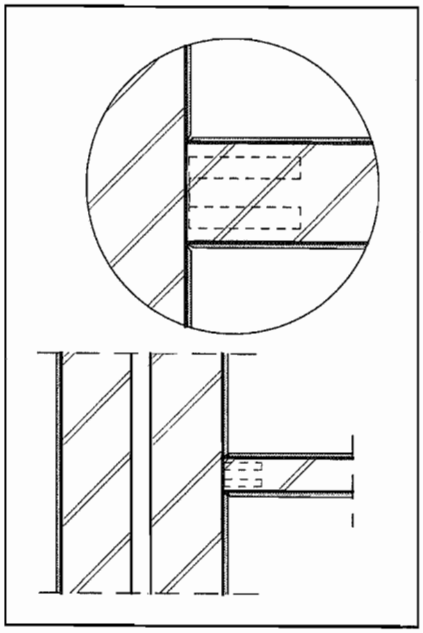
## Aandachtspunten

- spouw vrijhouden
- geen doorvoeren in de wand aanbrengen
- goede aansluiting vloer aan wand



# 10 Ankerloze spouwwanden van kalkzandsteen

# Kalkzandsteen



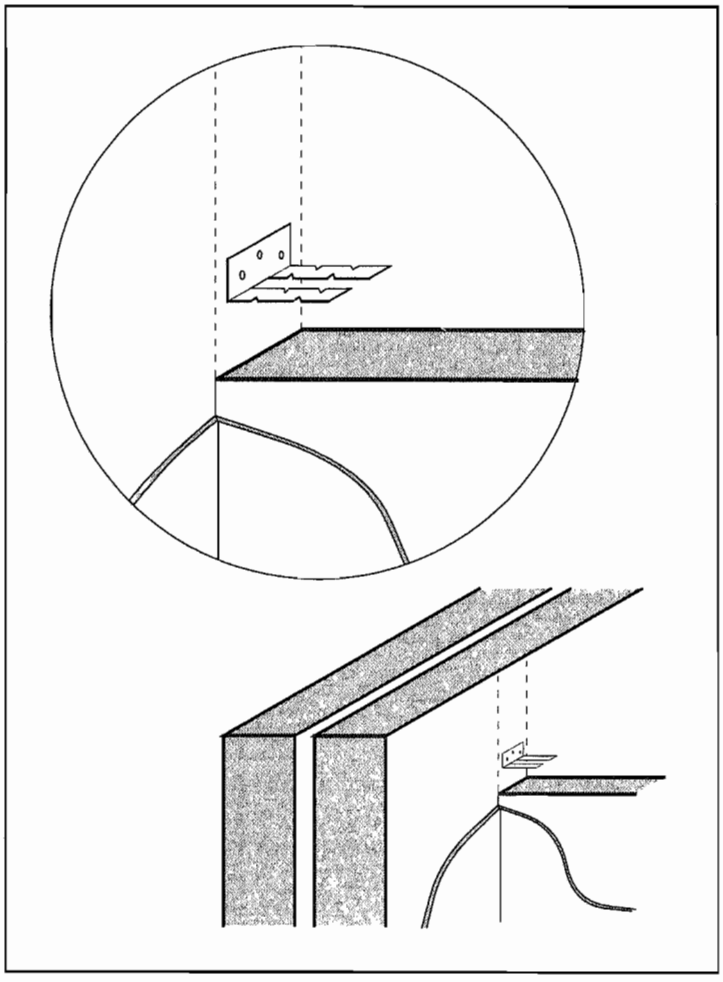
## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

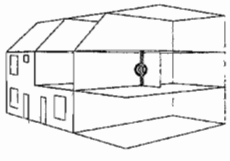


## Uitvoeringsvoorwaarden

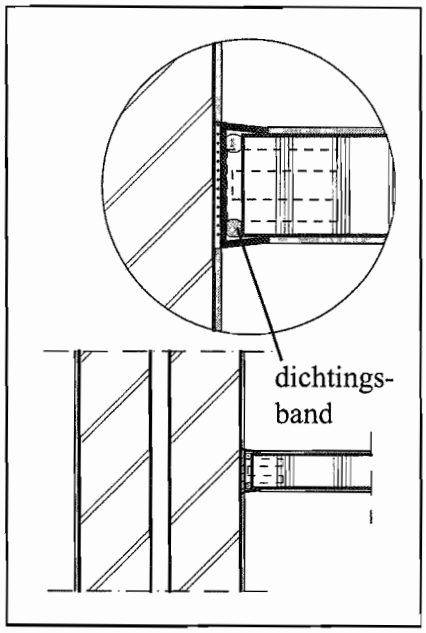
- geen eisen

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in de wand aanbrengen



# Gipsblokken - gasbeton



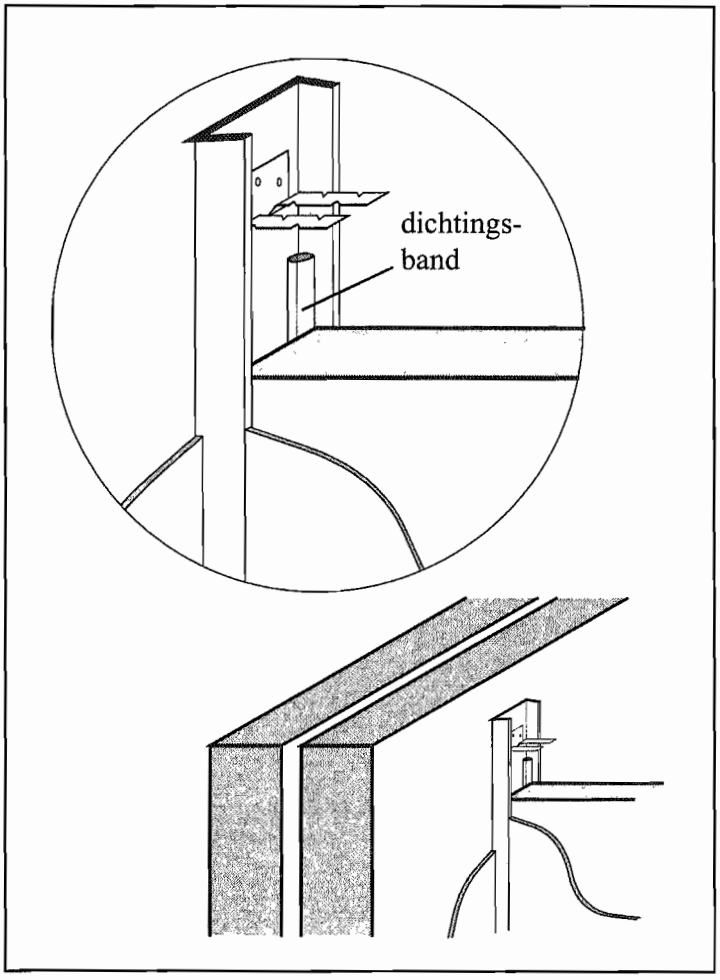

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k} = +4$ dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k} = +6$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

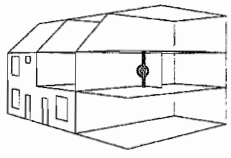



## Uitvoeringsvoorwaarden

- geen eisen

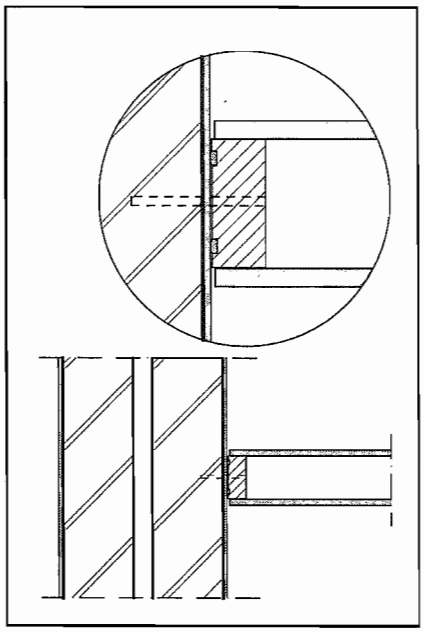
## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in de wand aanbrengen



# 10 Ankerloze spouwwanden van kalkzandsteen

## Stijl en regelwerk



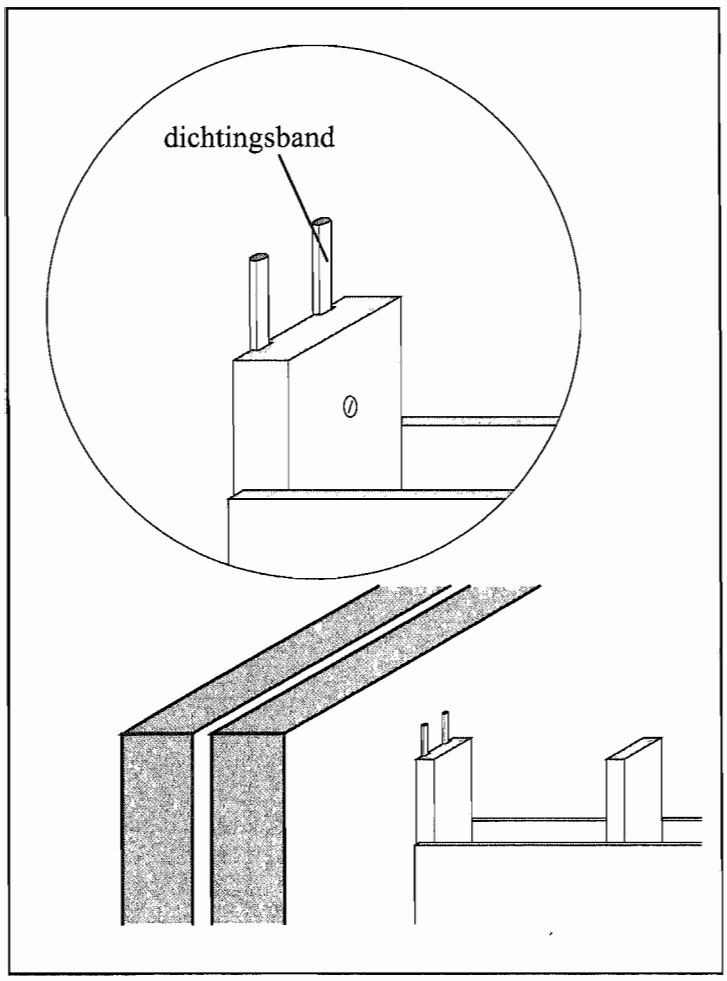
### Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

### Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

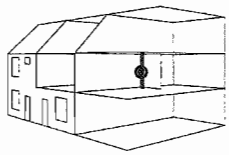



### Uitvoeringsvoorwaarden

- geen eisen

### Aandachtspunten

- geen doorvoeren in de wand aanbrengen

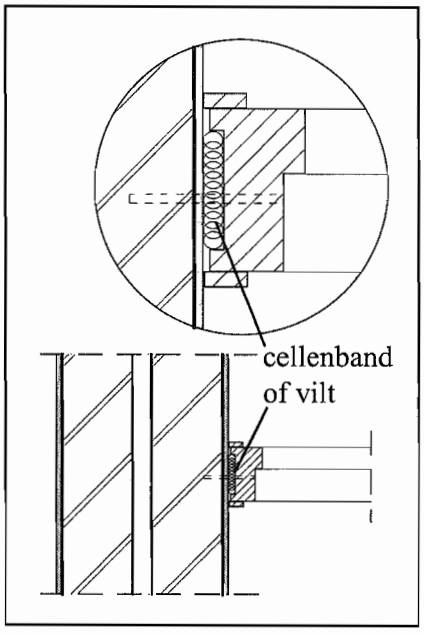


# Kozijn

## Akoestische kwaliteit

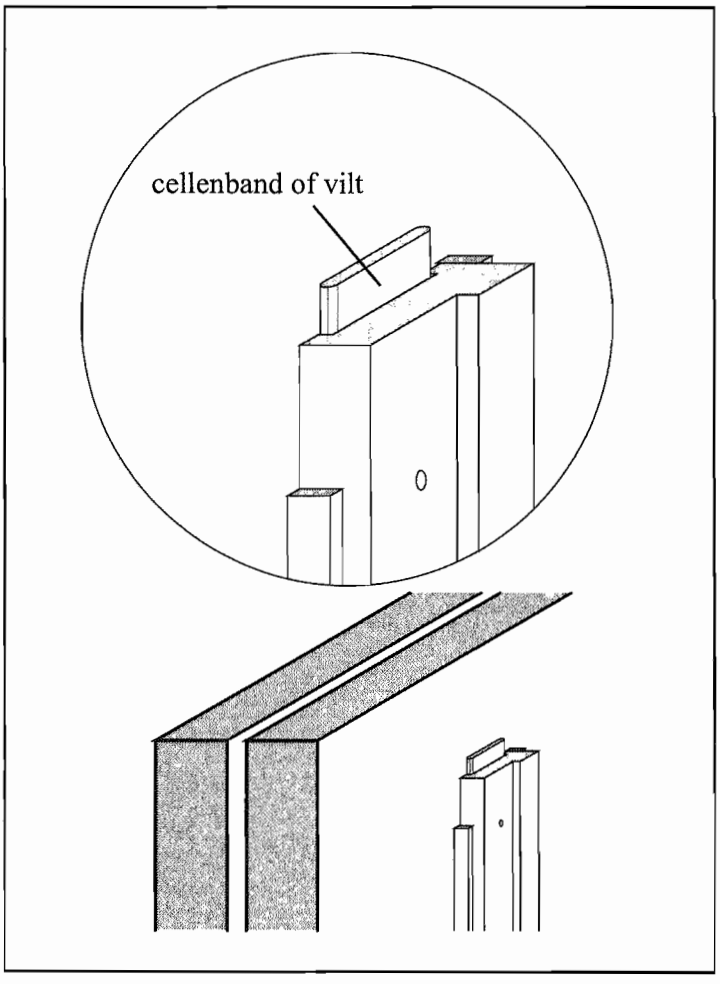
Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB




## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

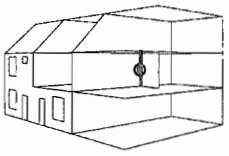



## Uitvoeringsvoorwaarden

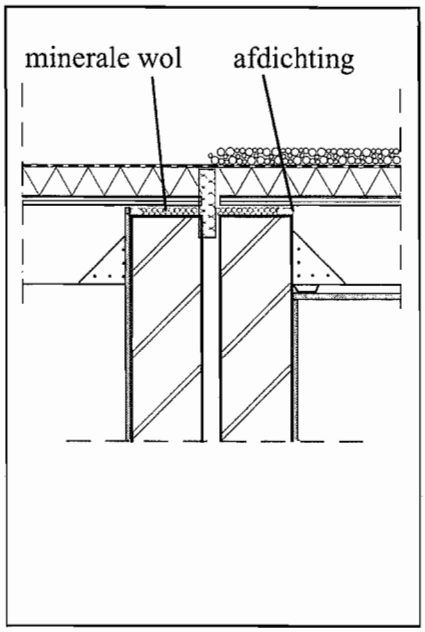
- geen eisen

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in de wand aanbrengen



# Houten dakbeschot




## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 3 dB | $I_{lu;k}$ = + 2 dB |

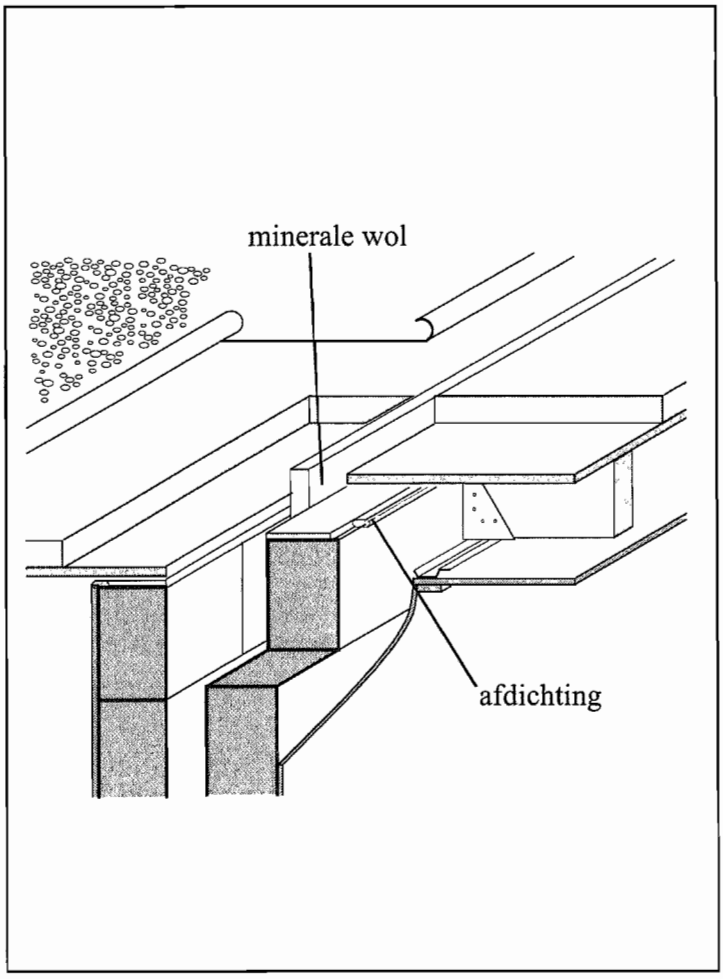
Wand 150 - 50 - 150 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 3 dB | $I_{lu;k}$ = + 2 dB |

## Toepassingsgebied

Zonder plafond
- tussen besloten ruimten

Met plafond
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied




## Uitvoeringsvoorwaarden

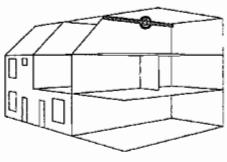
- dakplaat onderbreken boven bouwmuur
- ruimte tussen bouwmuur en dakplaat opvullen met minerale wol
- naden afdichten

- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen balklaag

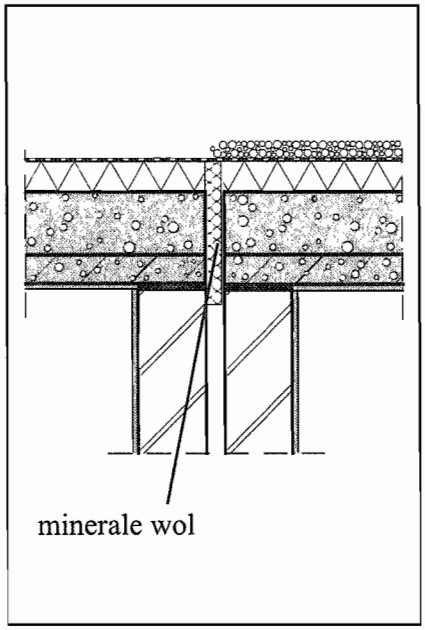
## Aandachtspunten

- gipskartonplaten bevestigen met veerregels
- geen doorvoeren in wand





# Breedplaatvloer



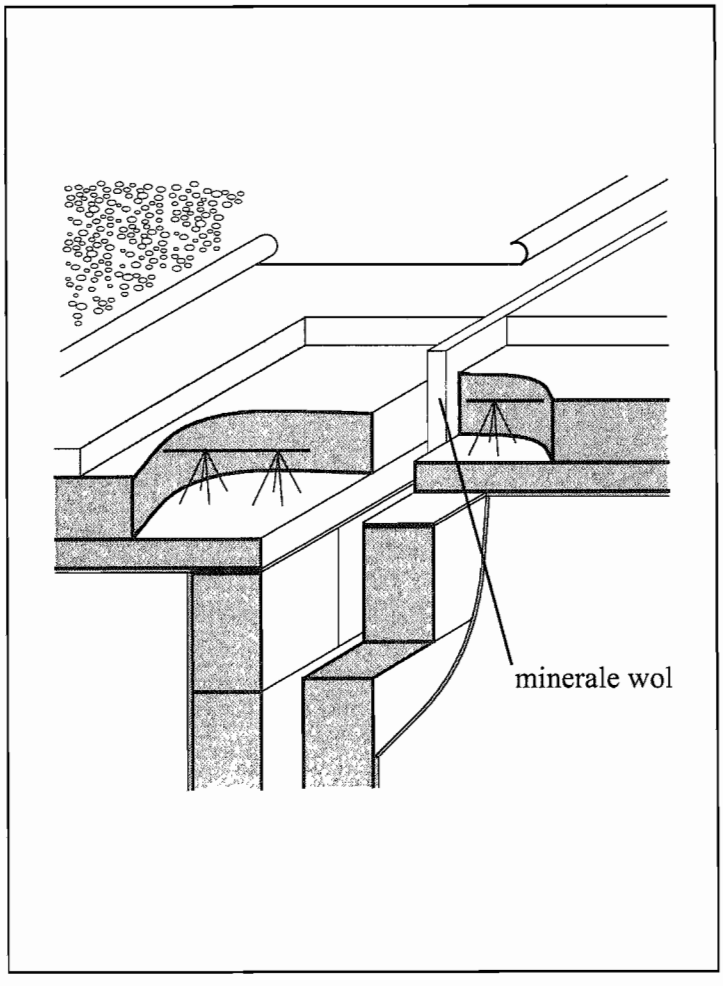

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k} = +4$ dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k} = +6$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

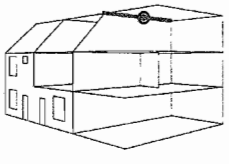



## Uitvoeringsvoorwaarden

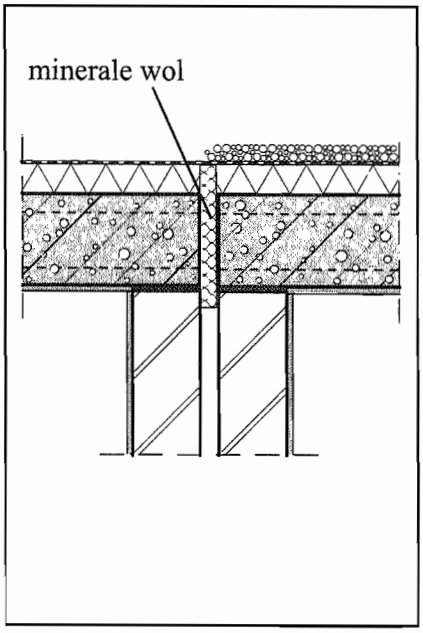
- dakplaat dilateren ter plaatse van bouwmuur
- strook minerale wol tussen dakplaten in spouw

## Aandachtspunten

- aansluiting wand aan dakplaat dicht
- geen doorvoeren in wand aanbrengen



# Kanaalplaatvloer



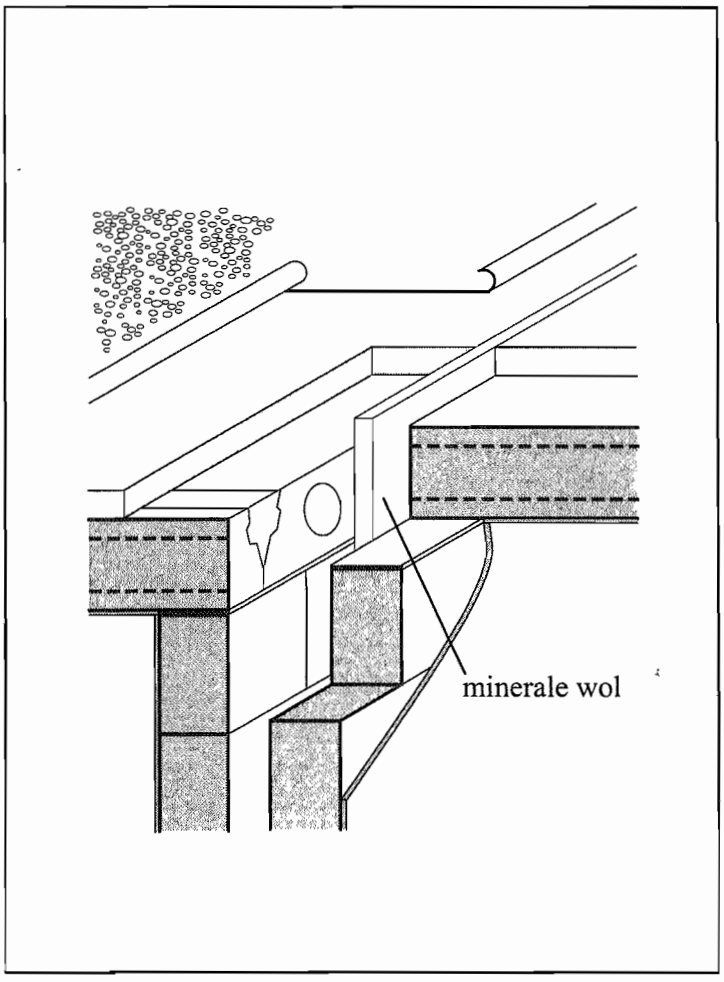

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k} = +4$ dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k} = +6$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

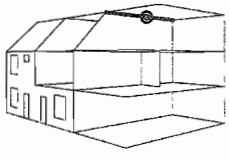



## Uitvoeringsvoorwaarden

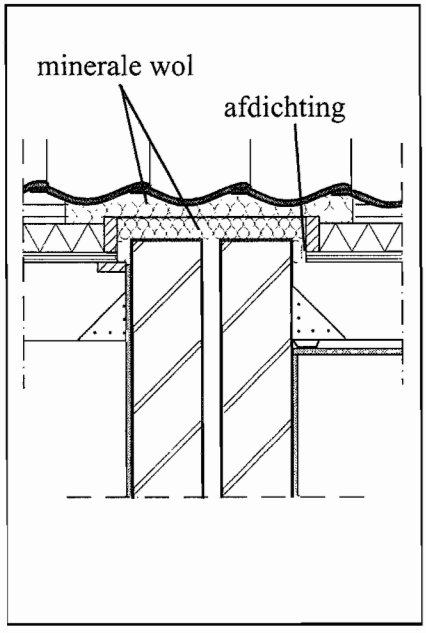
- dakplaat dilateren ter plaatse van bouwmuur
- strook minerale wol tussen dakplaten in spouw
- kanalen dichtzetten met cementmortel

## Aandachtspunten

- aansluiting wand aan dakplaat dicht
- geen doorvoeren in wand



# Enkel - hardschuim




## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 5 dB | $I_{lu;k}$ = 0 dB |

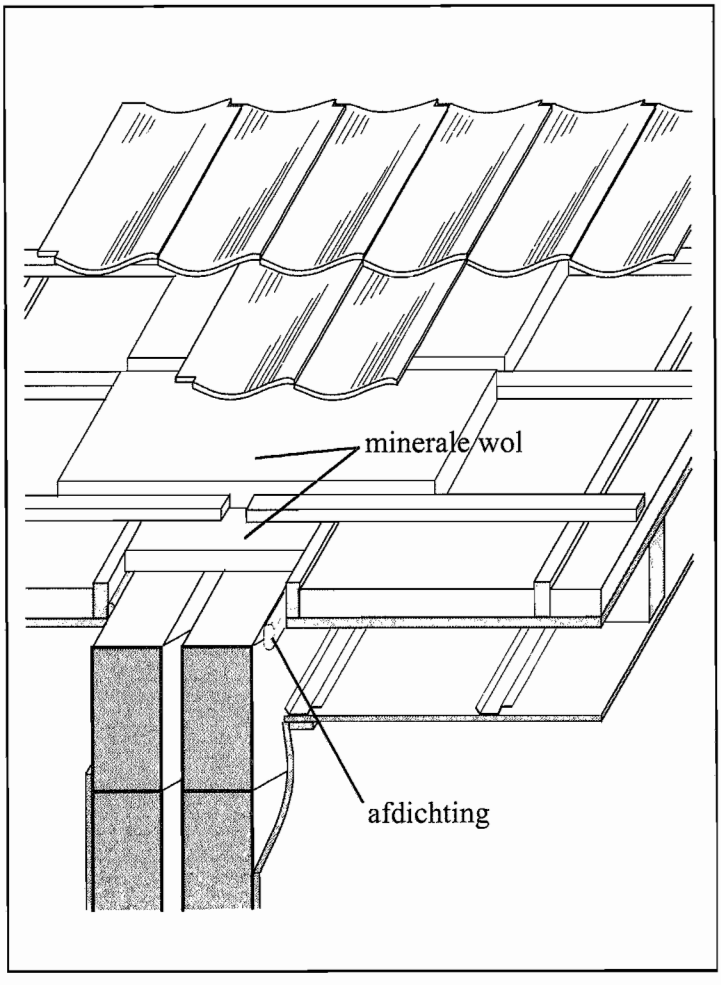
Wand 150 - 50 - 150 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 5 dB | $I_{lu;k}$ = 0 dB |

## Toepassingsgebied

Zonder plafond
- tussen besloten ruimten

Met plafond
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



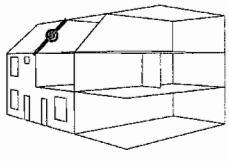

## Uitvoeringsvoorwaarden

- dakelementen opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang

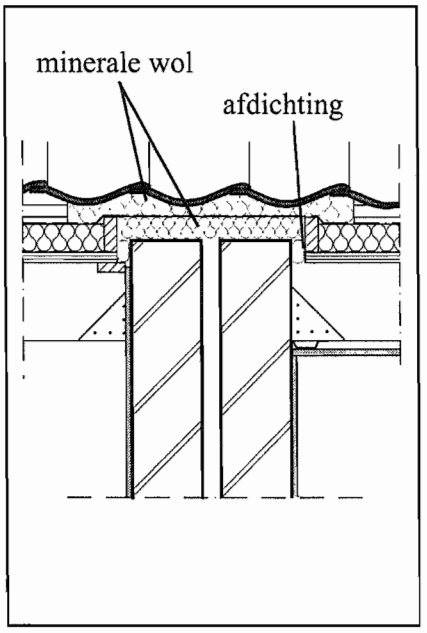
- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen gording

## Aandachtspunten

- gipskartonplaat bevestigen met veerregels
- geen doorvoeren in wand



# Enkel - minerale wol




## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 4 dB | $I_{lu;k}$ = + 1 dB |

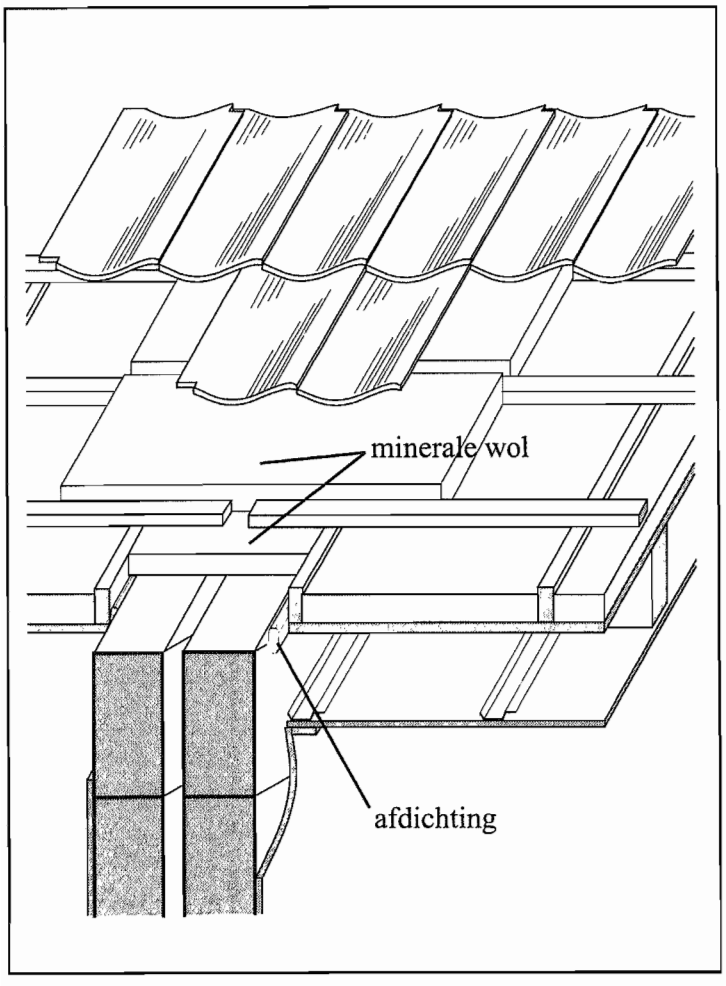
Wand 150 - 50 - 150 mm

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 4 dB | $I_{lu;k}$ = + 1 dB |

## Toepassingsgebied

Zonder plafond
- tussen besloten ruimten

Met plafond
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

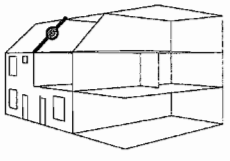



## Uitvoeringsvoorwaarden

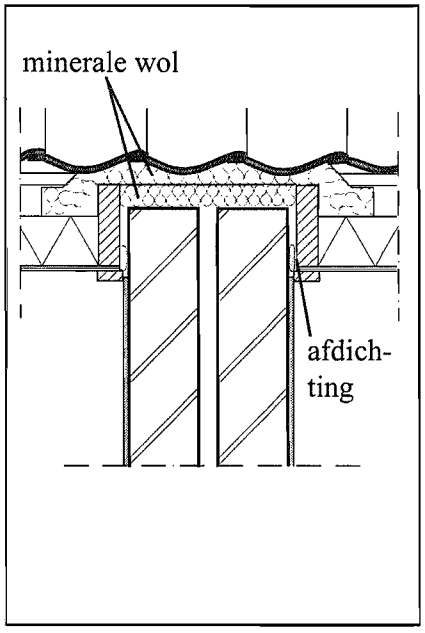
- dakelementen opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen gording

## Aandachtspunten

- gipskartonplaat bevestigen met veerregels
- geen doorvoeren in wand



# Sporenkap - hardschuim



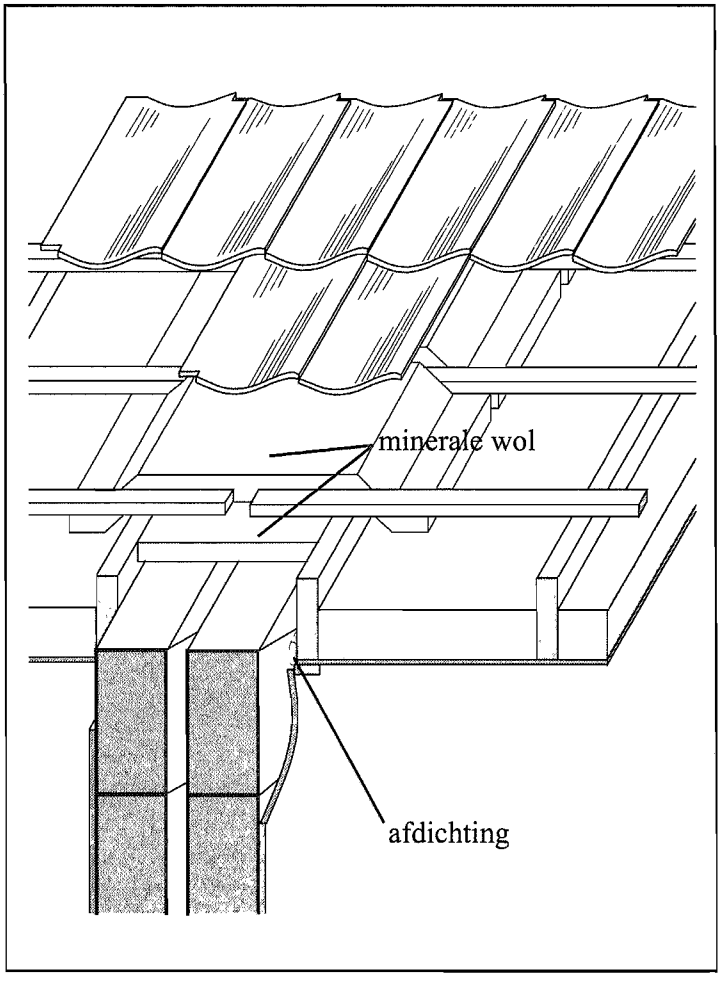

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = - 4 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = - 4 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

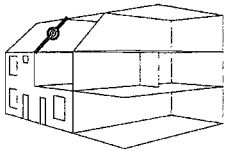



## Uitvoeringsvoorwaarden

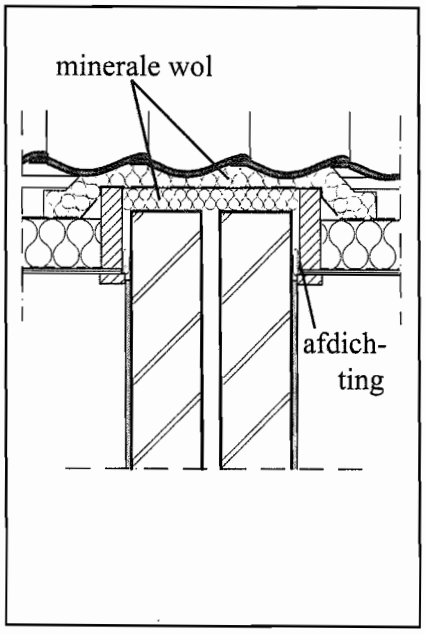
- dakelementen opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Sporenkap - minerale wol



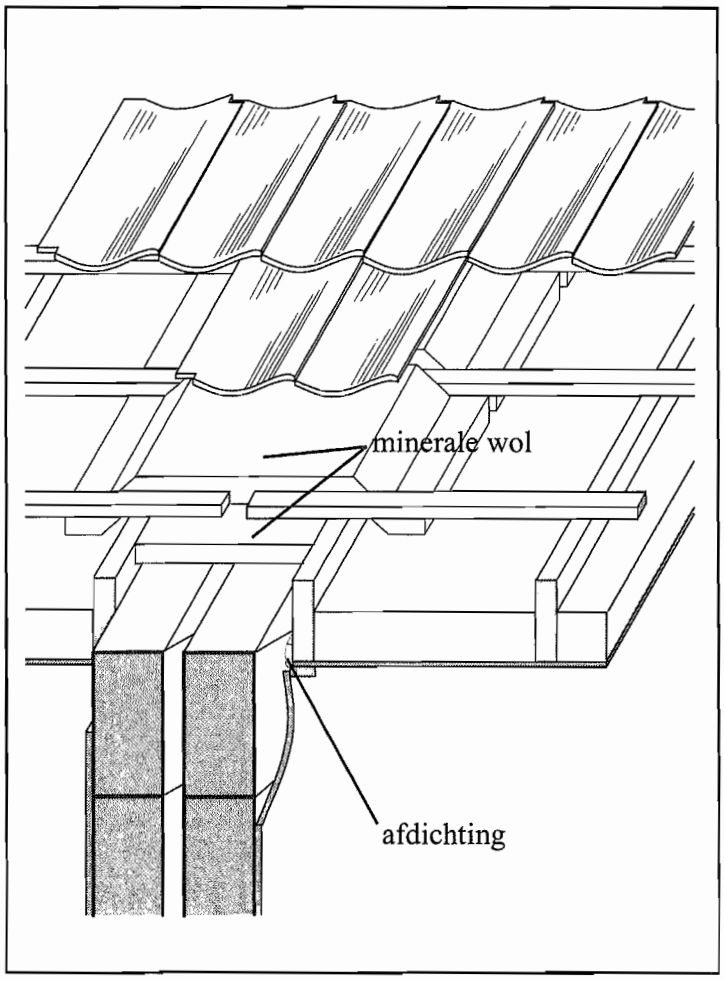

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = - 2 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = - 2 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

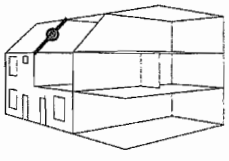



## Uitvoeringsvoorwaarden

- dakelementen opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand

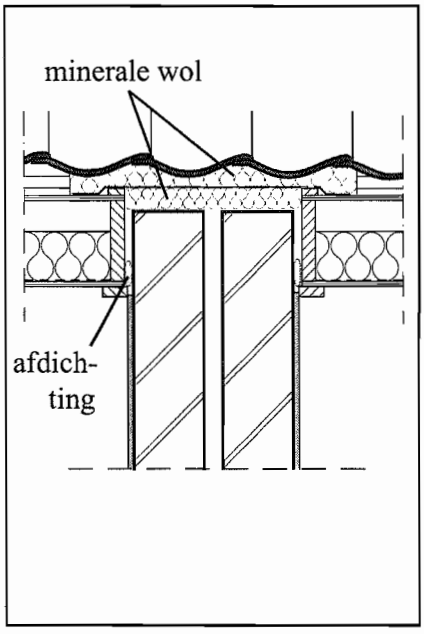


# Doosconstructie - min. wol

## Akoestische kwaliteit

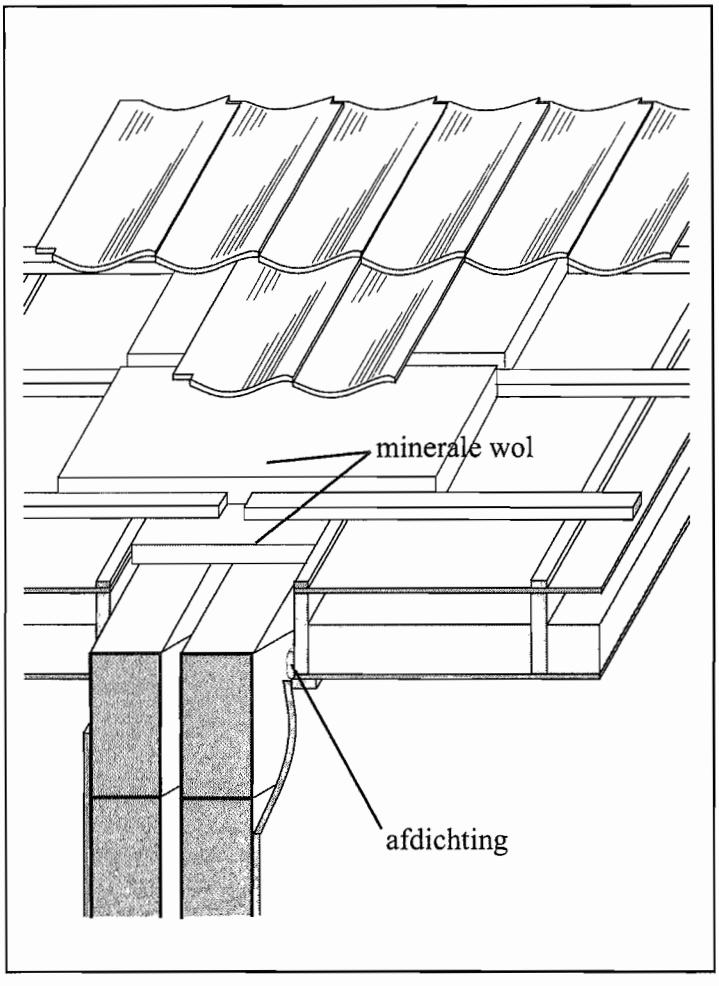
Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 1 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 1 dB




## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

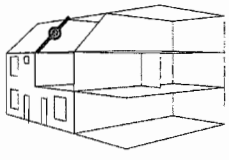



## Uitvoeringsvoorwaarden

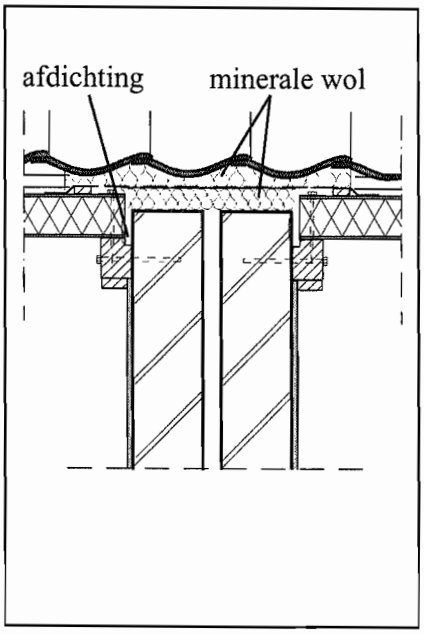
- dakelementen opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in w nd



# Sandwich - hardschuim



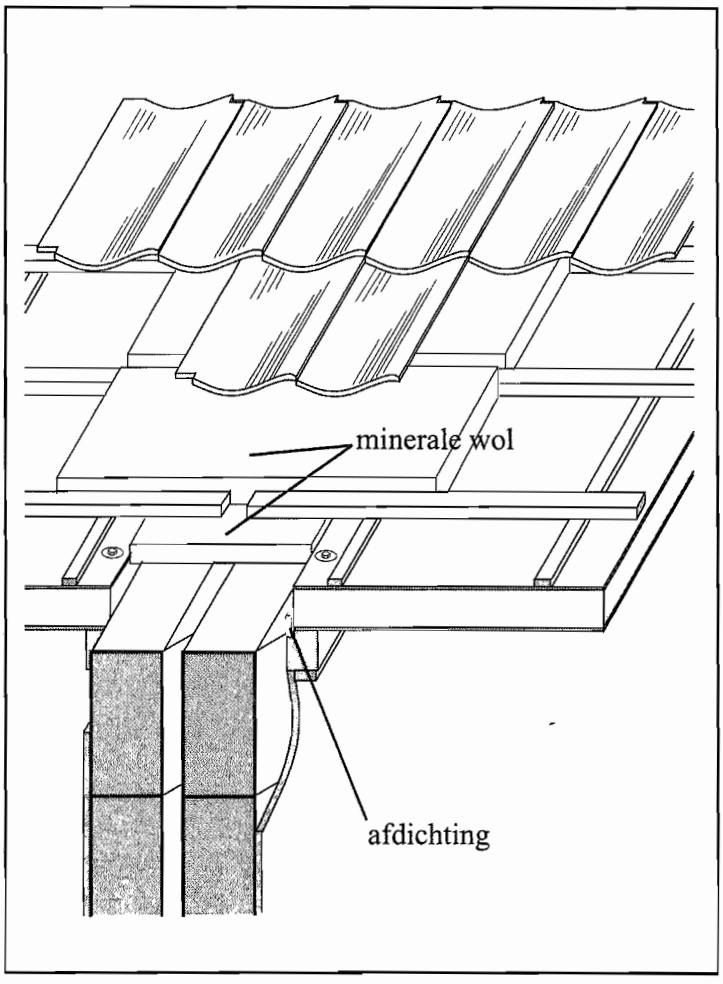

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = - 5 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = - 5 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

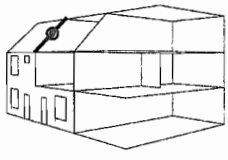



## Uitvoeringsvoorwaarden

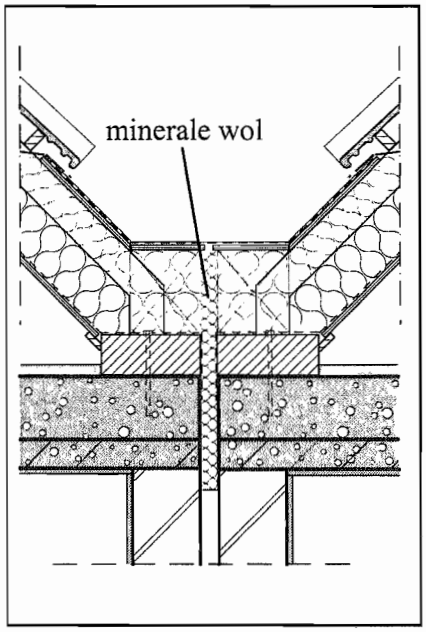
- dakelementen opleggen tussen bouwmuren
- panlatten onderbreken boven bouwmuur
- afstand bovenkant bouwmuur tot onderkant panlatten maximaal 40 mm
- ruimte tussen bouwmuur en panlat opvullen met minerale wol
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Zakgoot - sporenkap



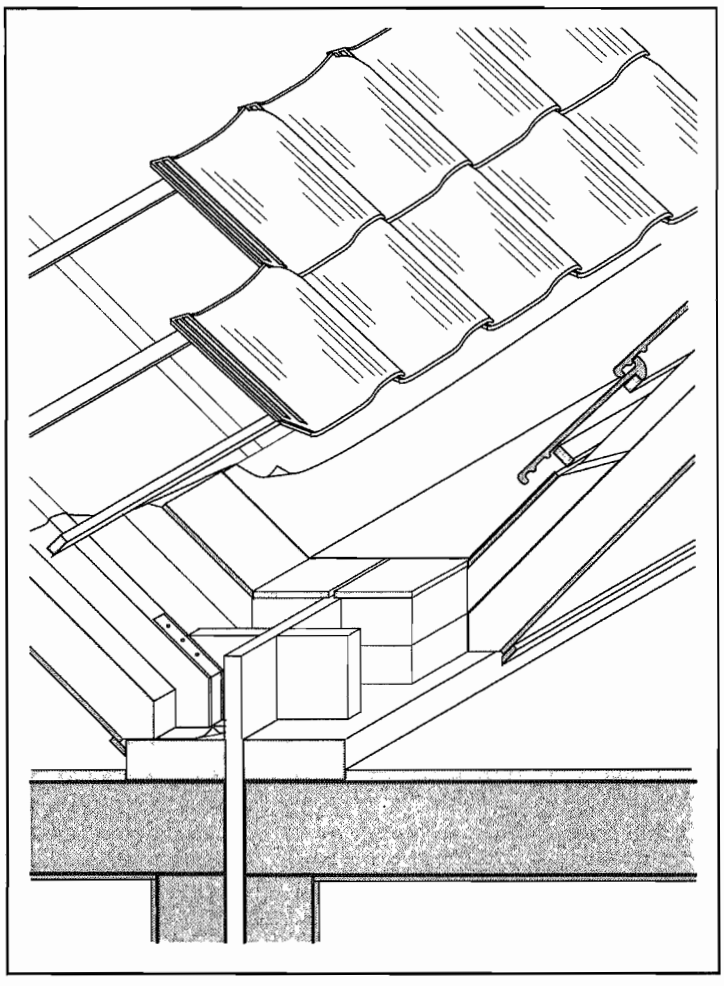

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = - 3 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = - 3 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

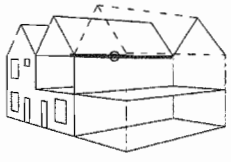


## Uitvoeringsvoorwaarden

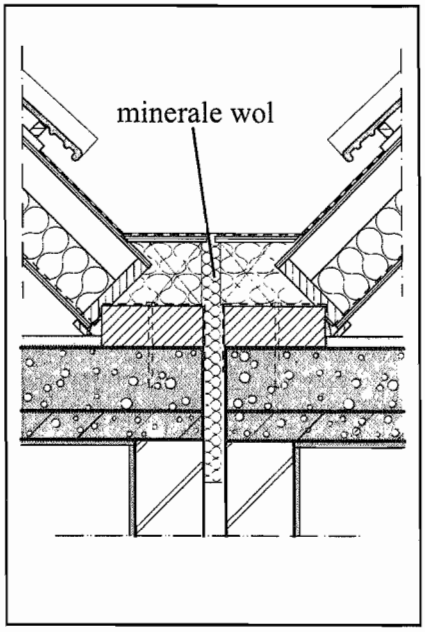
- dakelementen opleggen tussen bouwmuren
- afdekplaat boven bouwmuur los van dakelementen
- ruimte onder afdekplaat opvullen met minerale wol
- naden afdichten
- vloer scheiden t.p.v. wand
- strook minerale wol tussen vloervelden

## Aandachtspunten

- geen ventilatiekokers in naar elkaar gekeerde dakvelden



# Zakgoot - doosconstructie



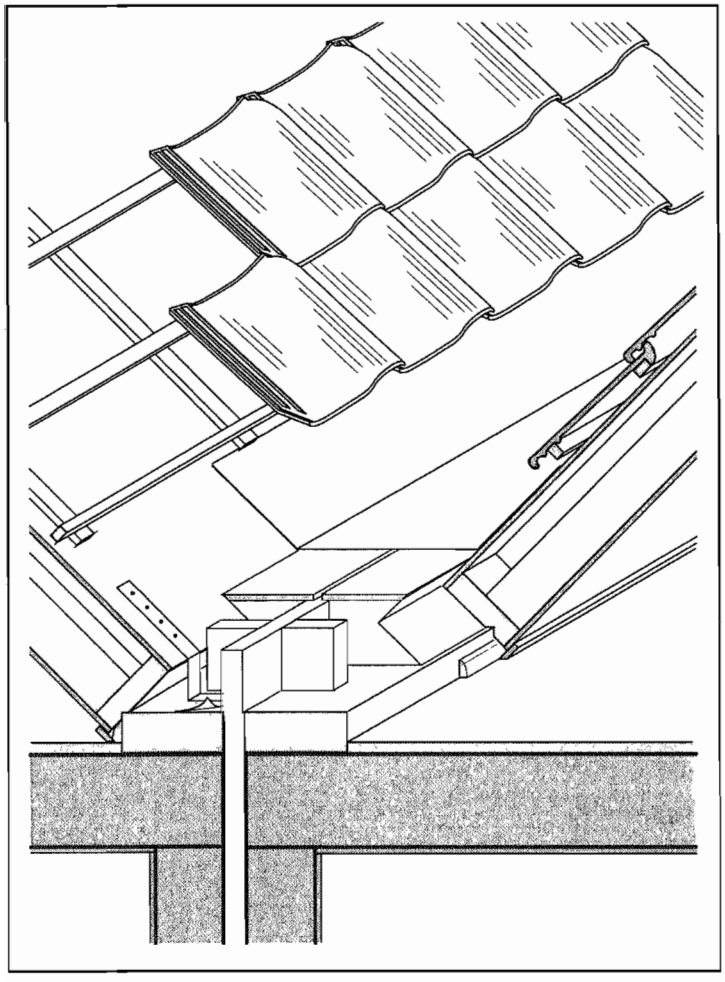

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

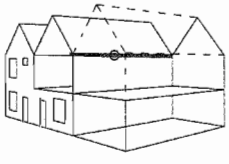


## Uitvoeringsvoorwaarden

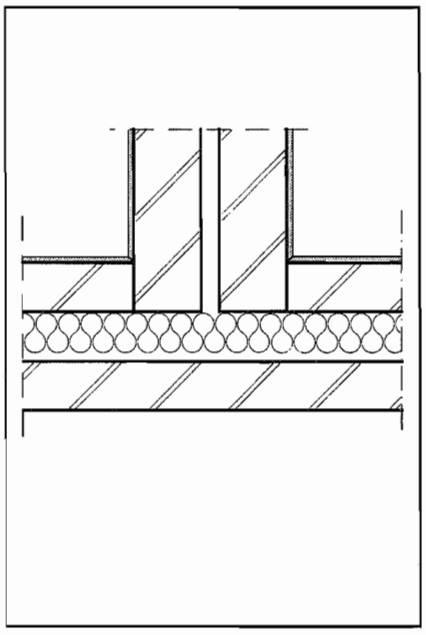
- dakelementen opleggen tussen bouwmuren
- afdekplaat boven bouwmuur los van dakelementen
- ruimte onder afdekplaat opvullen met minerale wol
- naden afdichten
- vloer onderbreken t.p.v. wand
- strook minerale wol tussen vloervelden

## Aandachtspunten

- geen ventilatiekokers in naar elkaar gekeerde dakvelden



# Kalkzandsteen - baksteen



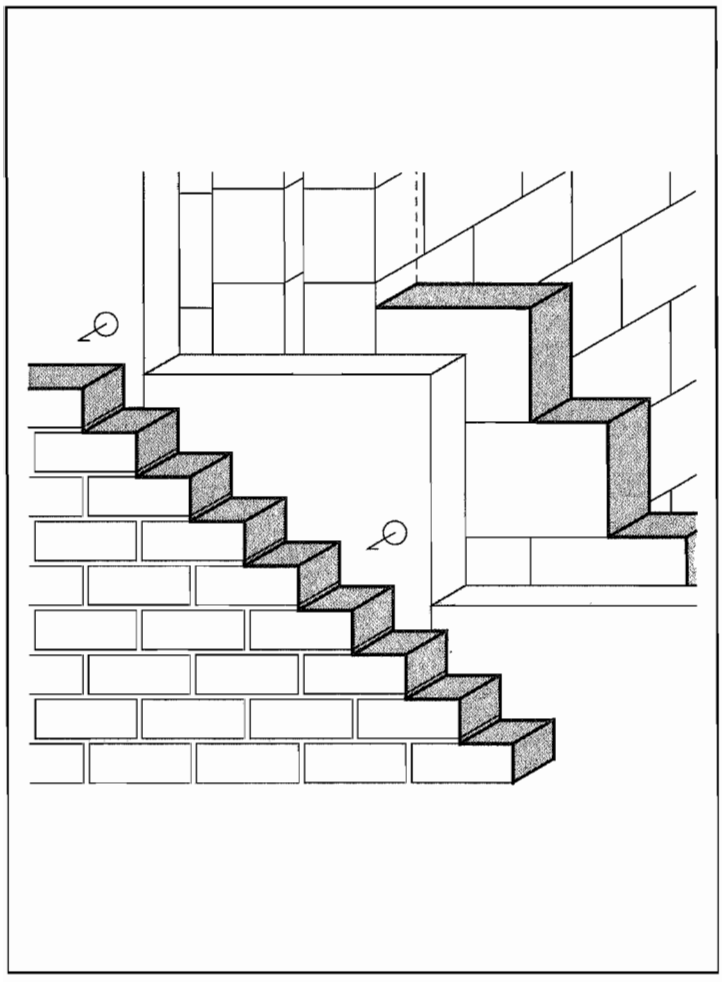
## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



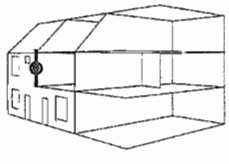
## Uitvoeringsvoorwaarden

- binnenspouwblad onderbreken t.p.v. wand
- naden aan binnenzijde afdichten

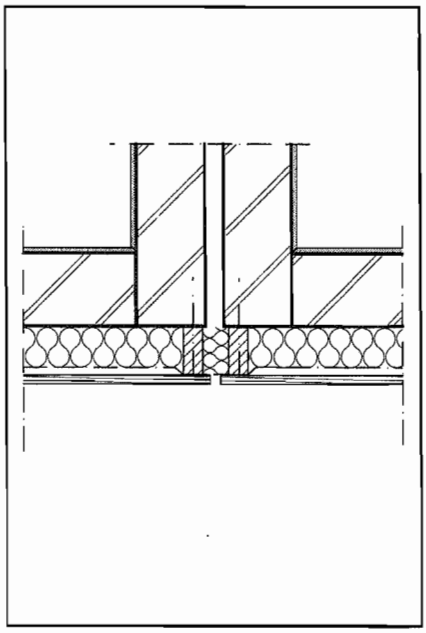
## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand





# Kalkzandsteen - hout



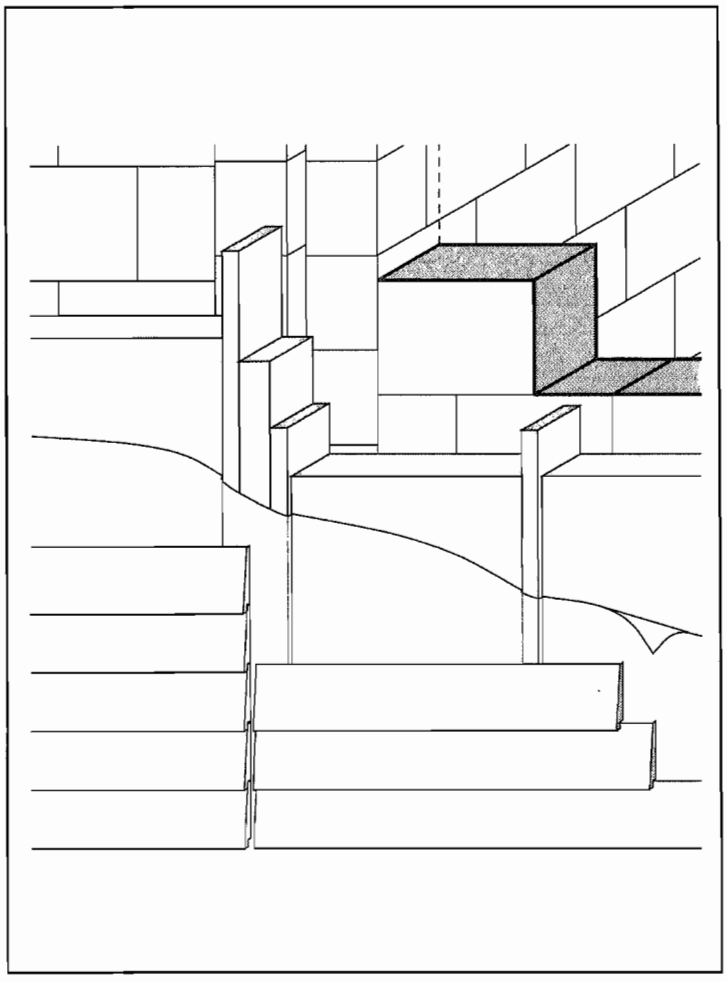
## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

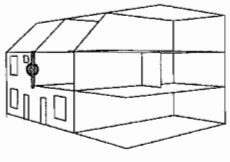


## Uitvoeringsvoorwaarden

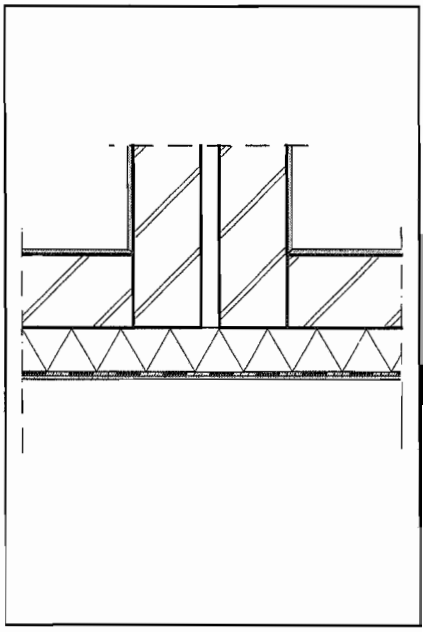
- buitenbekleding dilateren t.p.v. wand
- naden aan binnenzijde afdichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Kalkzandsteen - pleister



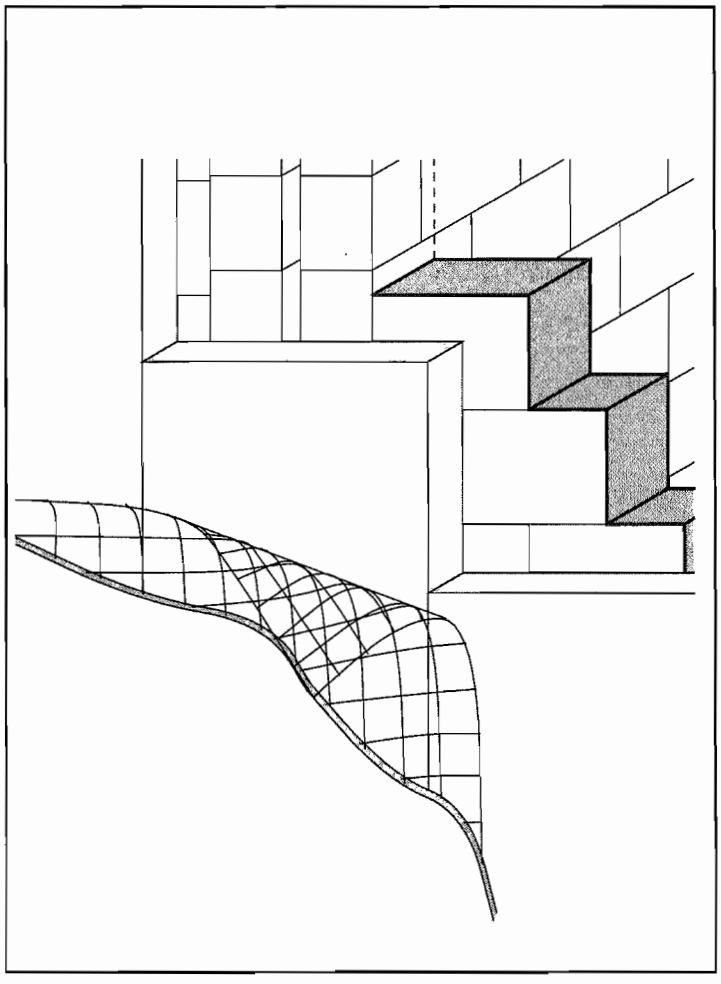
## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

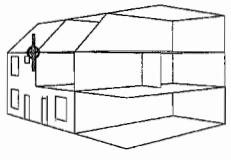


## Uitvoeringsvoorwaarden

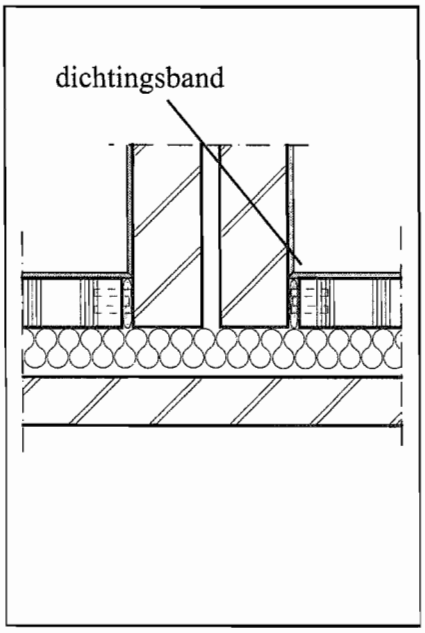
- naden afdichten aan de binnenzijde
- eventueel dilatatie in pleisterwerk

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Gips/gasbeton - baksteen



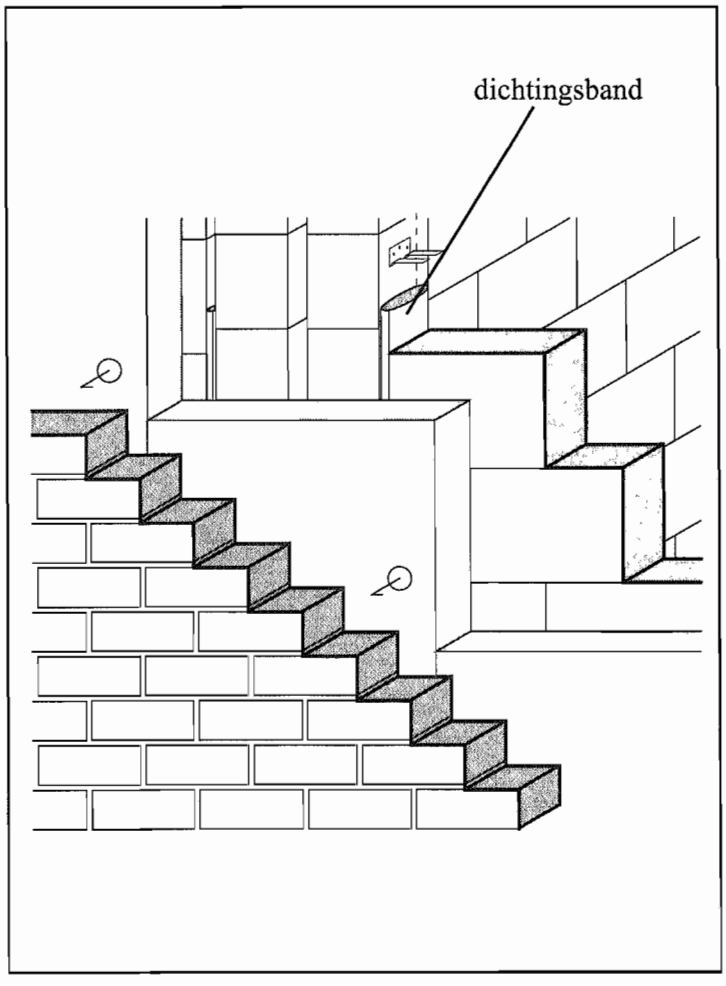

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



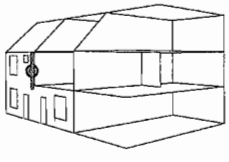

## Uitvoeringsvoorwaarden

- naden aan binnenzijde afdichten

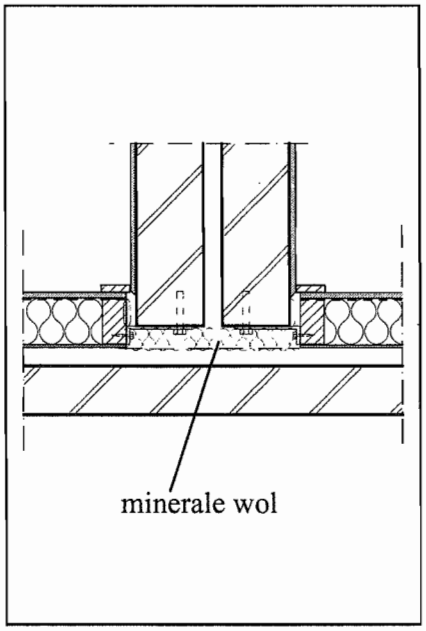
## Aandachtspunten

- binnenspouwblad voorzien van dichte pleistelaag
- geen doorvoeren in wand





# Prefab hout - baksteen



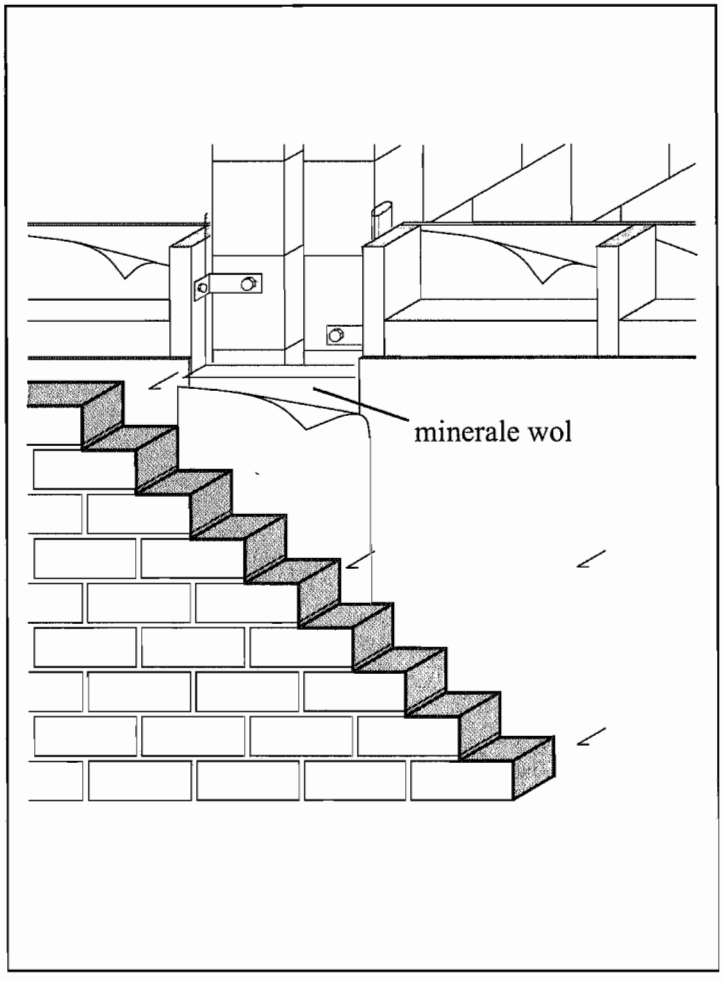

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

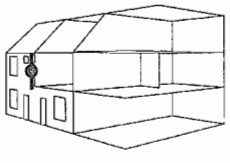



## Uitvoeringsvoorwaarden

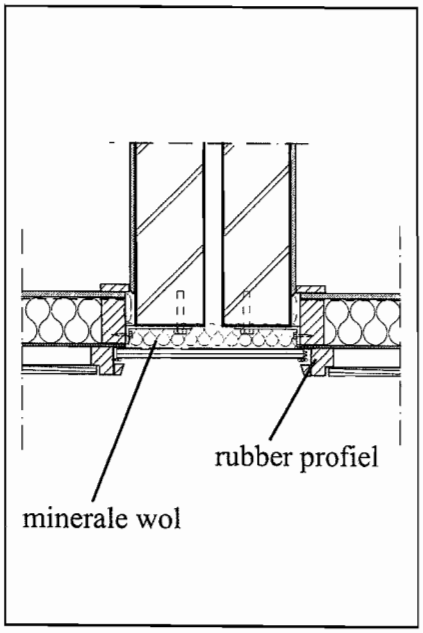
- prefab binnenspouwbladen niet doorkoppelen
- minerale wol ter plaatse van kop bouwmuur
- naden aan binnenzijde afkitten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Prefab hout - hout



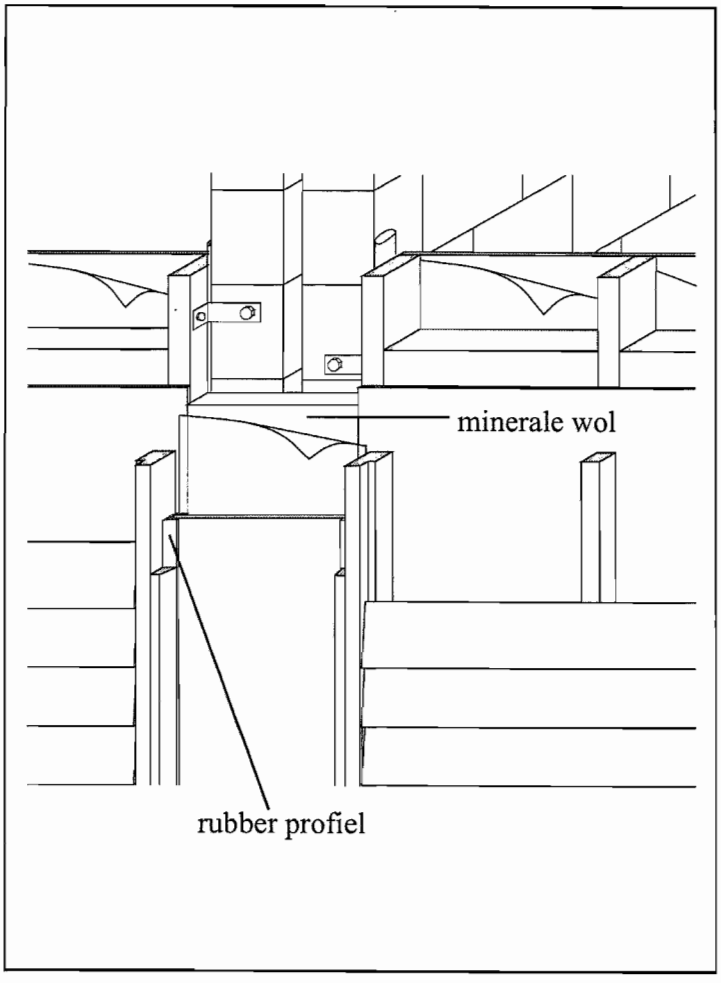

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



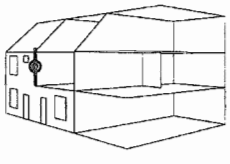

## Uitvoeringsvoorwaarden

- prefab binnenspouwbladen niet doorkoppelen
- minerale wol ter plaatse van kop bouwmuur
- afdekplaat in (rubber) profiel of eenzijdig inklemmen
- naden aan binnenzijde afdichten

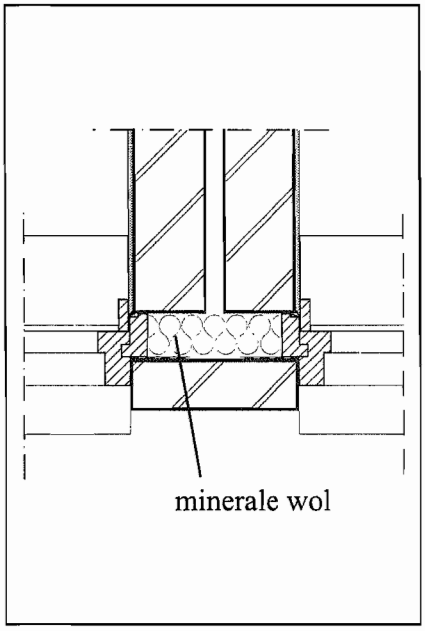
## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand





# Puiconstructie - baksteen



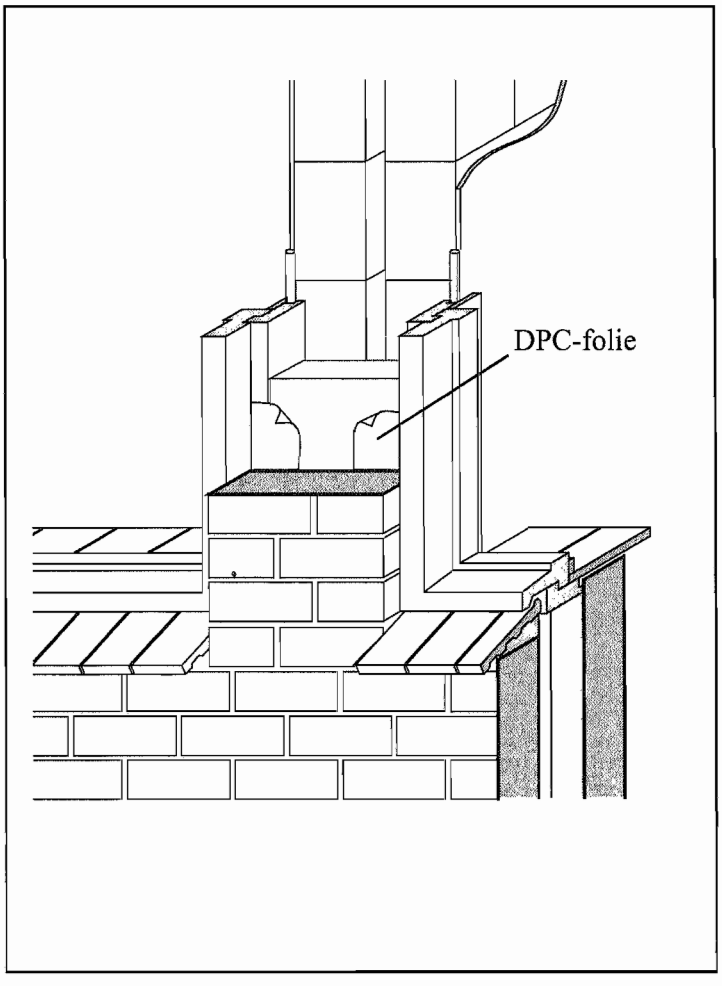

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

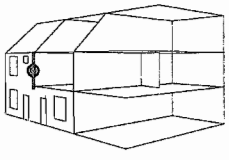



## Uitvoeringsvoorwaarden

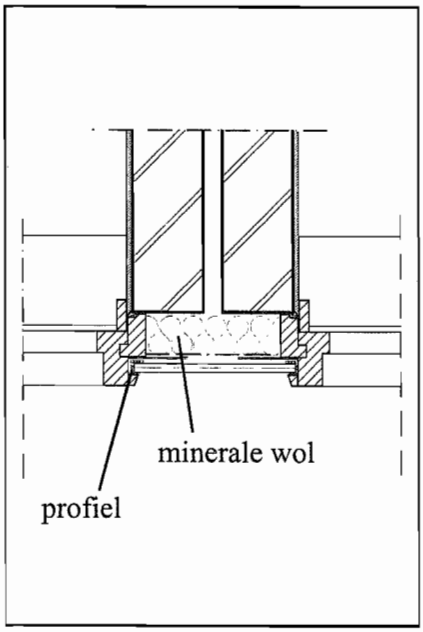
- naden aan binnenzijde afdichten
- minerale wol ter plaatse van kop bouwmuur

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Puiconstructie - hout



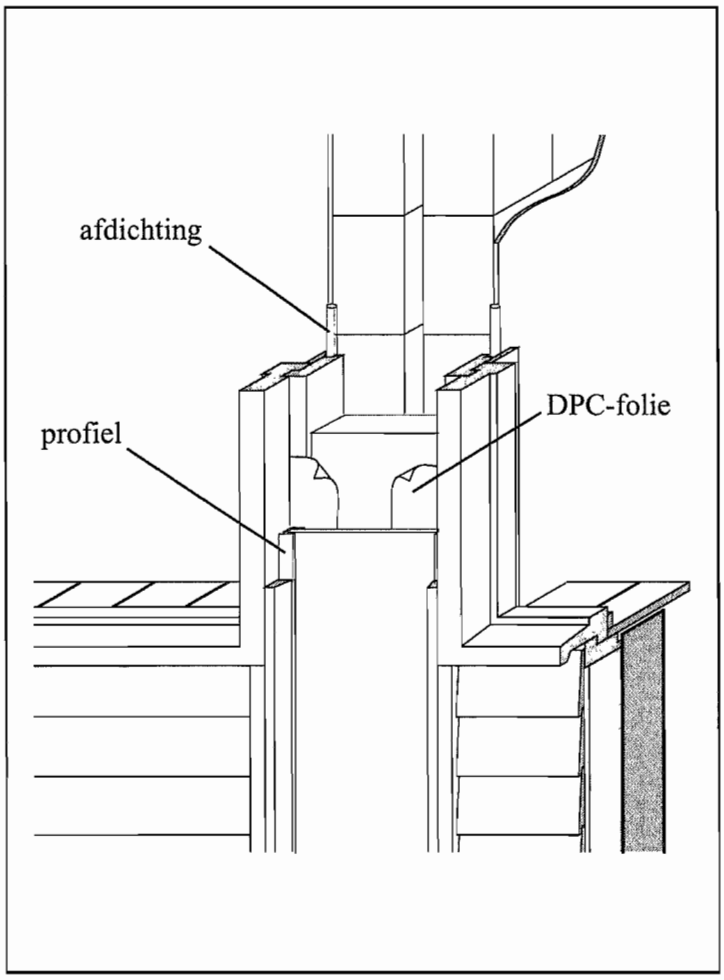

## Akoestische kwaliteit

Wand 120 - 50 - 120 mm
- $I_{lu;k}$ = + 4 dB

Wand 150 - 50 - 150 mm
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

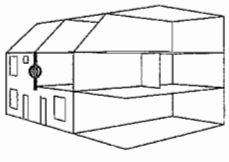



## Uitvoeringsvoorwaarden

- puien niet doorkoppelen
- minerale wol ter plaatse van kop bouwmuur
- afdekplaat in (rubber) profiel of eenzijdig inklemmen
- naden aan binnenzijde afkitten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# 11

# WONINGSCHEIDENDE WANDEN VAN HOUT

In dit hoofdstuk worden praktijkoplossingen gegeven voor de aansluitende constructies bij houtskeletbouw spouwwanden.

De details zijn gegeven voor spouwwand-constructies met open spouwbladen die worden toegepast in de Nederlandse bouwpraktijk.

**Geluidoverdracht**
De geluidoverdracht van de ene ruimte naar de andere geschiedt zowel via de gemeenschappelijke scheidingsconstructie (wand en vloer) als via de daarmee verbonden vlakken.

De geluidwering tussen ruimten is daarom altijd afhankelijk van:
- de geluidisolatie en oppervlakte van de scheidingsconstructie (wand of vloer);
- de mate van verbindingsdemping op de plaats van de aansluitende constructies (vloer, wand, gevel en dak);
- de mate van geluidafstraling en de oppervlakte van de aansluitende constructies (vloer, wand, gevel en dak).

De geluidwering kan nooit beter zijn dan de geluidisolatie van de directe scheidingsconstructie. De woningscheidende wand of vloer bepaalt dus altijd de maximaal haalbare akoestische kwaliteit.

Niet elke constructie is zonder meer toegestaan bij een woningscheidende constructie.

In de NPR 5076 zijn algemene aanwijzingen gegeven voor aansluitende wanden, vloeren, gevels en daken aan de woningscheidende constructie.

# 11 Woningscheidende wanden van hout

De NPR 5076 onderscheidt:
- type a: spouwwand met open spouwbladen;
- type b1/2: spouwwand met gesloten spouwbladen;
- type c: spouwwand met gesloten, doch akoestisch open spouwbladen;
- type d: spouwwand met een open en een gesloten spouwblad.

In dit hoofdstuk is type a verder uitgewerkt.

De geluidenergie kan bij een aansluiting of verbinding al dan niet verzwakt worden doorgegeven. Deze vermindering van geluidenergie wordt de verbindingsdemping genoemd. Maatregelen dienen er zoveel mogelijk op gericht te zijn deze verbindingsdemping zo hoog mogelijk te maken.

De geluidwering wordt verder beïnvloed door:
- het omloopgeluid (bijvoorbeeld de geluidoverdracht via portalen, gangen en schachten);
- geluidlekken (bijvoorbeeld spleten, kieren, gaten en leidingdoorvoeren).

Bij de getekende oplossingen is in detail aangegeven:
- de haalbare akoestische kwaliteit; uitgedrukt in $I_{lu;k}$ en $I_{co}$;
- de toepassingsvoorwaarden;
- de uitvoeringsvoorwaarden.

Met betrekking tot het toepassingsgebied worden twee situaties onderscheiden:
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied, dit betreft:
  tussen een besloten ruimte van een woning en een niet tot die woning behorend verblijfsgebied en tussen een besloten ruimte van een woongebouw en een in een woning gelegen verblijfsgebied;
- tussen besloten ruimte, dit betreft:
  tussen een besloten ruimte van een woning en een tot een andere woning of woongebouw behorende, besloten niet van een verblijfsgebied deel uitmakende ruimte, geen gemeenschappelijke verkeersruimte zijnde.

# 11 Woningscheidende wanden van hout

Op het uitklapblad is een legenda voor de tekeningbladen opgenomen.
De tekeningen zijn op schaal getekend. Opmeten is mogelijk met het maatlatje op het uitklapblad.

Aan de onderzijde van de pagina is de SRW/SROW code opgenomen.

# 11 Samengestelde wanden van hout

Ankerloze spouwwanden van gipskartonplaten met open spouwbladen:

| dikte (mm) | spouw (mm) | dikte (mm) | $I_{lu;lab}$ (dB) |
|---|---|---|---|
| 12,5/12,5 | 200 | 12,5/12,5 | + 9 |

**SRW/SROW CODE:**

| | |
|---|---|
| 24.. .. .. ..: | Timmerwerk |
| 24 10 .. .. ..: | In het werk vervaardigd |
| 24.10.00 .. ..: | Hout |
| 24 10.00.02 ..: | Spouwwand |
| 24.10.00.02.1.: | Knooppunt 1 (Fundering-begane grond vloer) |
| 24.10.00.02.11: | Aansluitende constructie type 1 |

In dit hoofdstuk zijn de volgende knooppunten nader uitgewerkt.

1. Fundering - Woningscheidende wand - Begane grond vloer (thermisch geïsoleerd)
   - 1 combinatievloeren
   - 3 bekistingsvloeren
   - 7 kanaalplaatvloer
   - 9 houten vloeren

2. Woningscheidende wand - Verdiepingsvloer
   - 9 houten vloeren

3. Woningscheidende wand - Binnenwand
   - 4 stijl en regelwerk

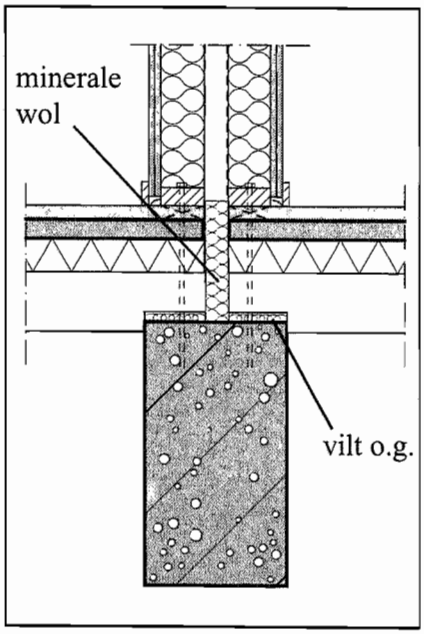
4. Woningscheidende wand - Plat dak
   - 1 houten dakbeschot

# 11 Samengestelde wanden van hout

5. Woningscheidende wand - Hellend dak
   - 2 enkelschalige dakplaat, thermische isolatie minerale wol
   - 4 sporenkap, thermische isolatie minerale wol
   - 5 doosconstructie, thermische isolatie minerale wol
   - 6 sandwich, thermische isolatie hardschuim
   - 7 zakgootconstructie/sporenkap
   - 8 zakgootconstructie/doosconstructie

6. Woningscheidende wand - Gevel
   - 3 binnenblad prefab hout
     buitenblad a. baksteen
     b. hout

# Combinatievloer

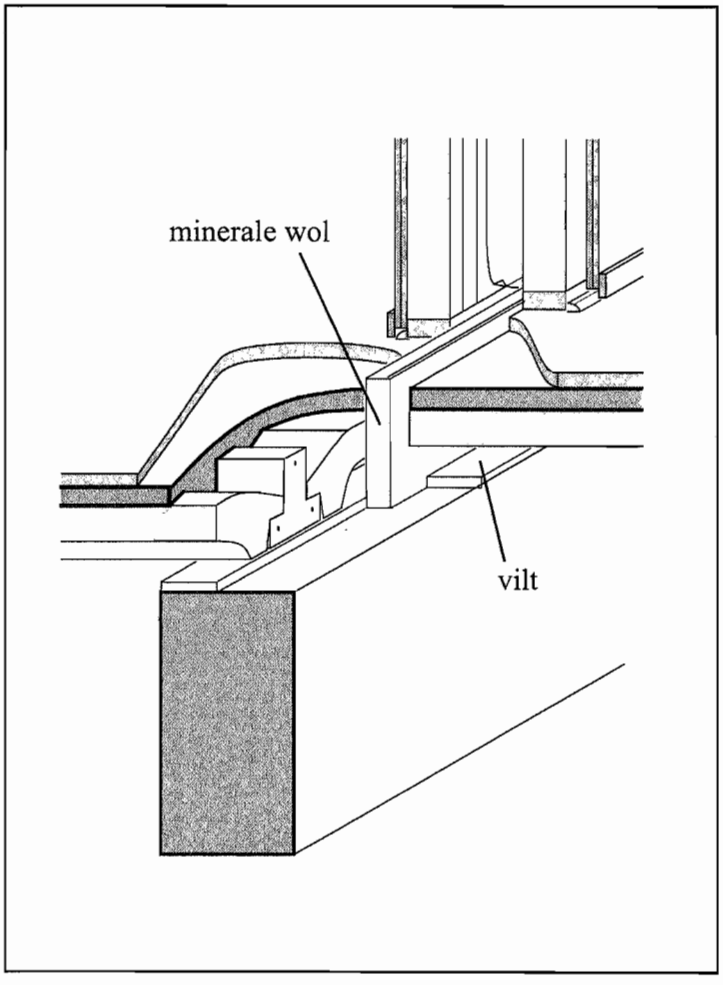



## Akoestische kwaliteit

Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB
- $I_{co}$ = + 10 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied




## Uitvoeringsvoorwaarden

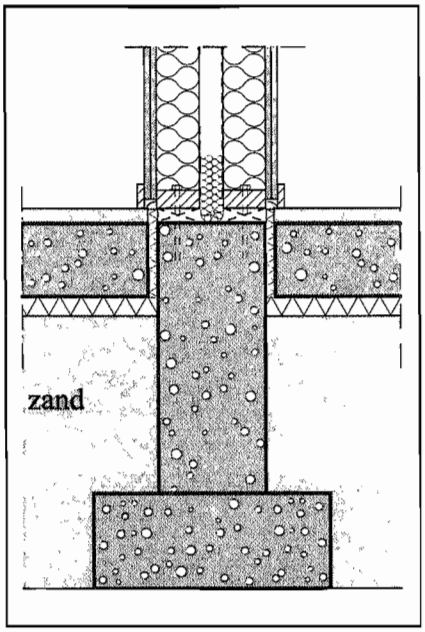
- vloer opleggen op 10 mm vilt of gelijkwaardig
- afwerkvloer en druklaag dilateren
- strook minerale wol tussen vloervelden
- naden dichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen opbouw



# Bekistingsvloer

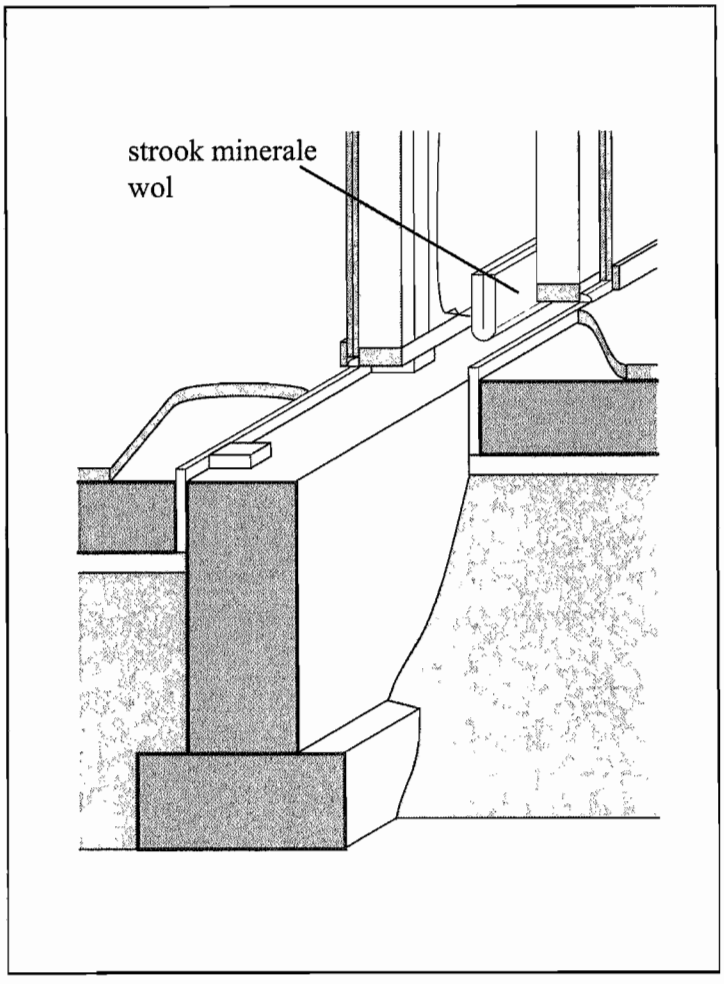



## Akoestische kwaliteit

Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB
- $I_{co}$ = + 15 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied




## Uitvoeringsvoorwaarden

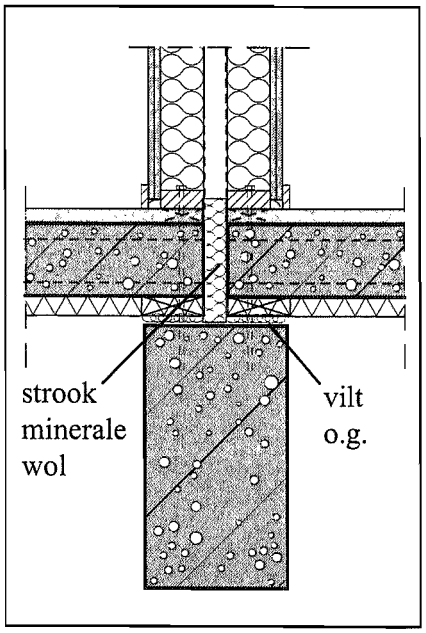
- vloervelden ter plaatse van wand volledig vrijhouden
- afwerkvloer en druklaag dilateren
- strook minerale wol tussen spouwbladen
- naden dichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen opbouw



# Kanaalplaatvloer

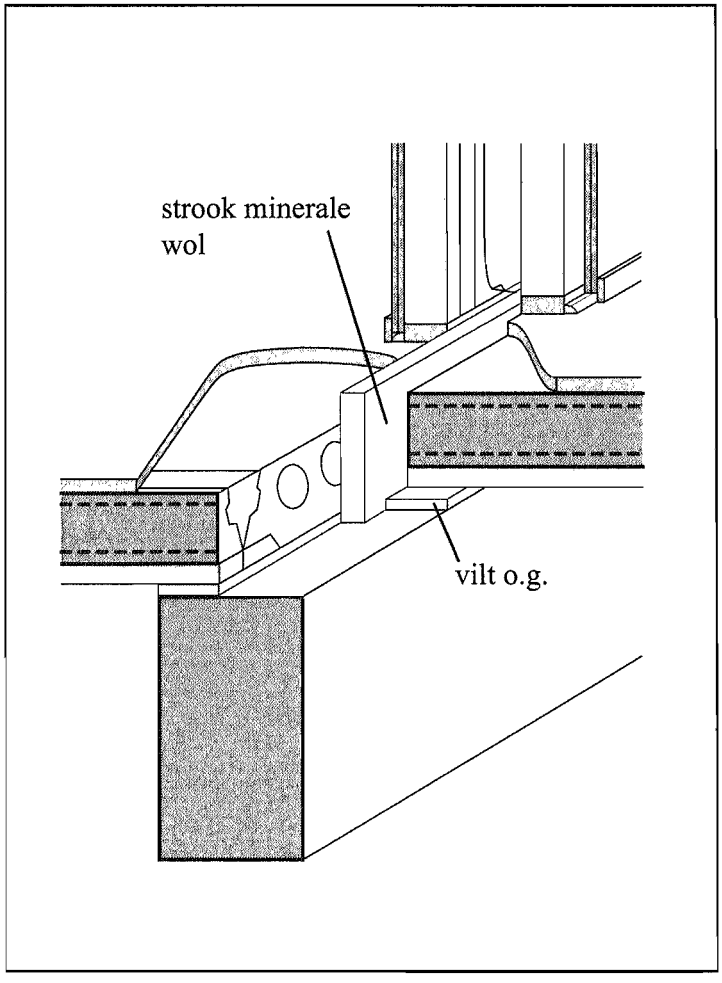



## Akoestische kwaliteit

Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB
- $I_{co}$ = + 15 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

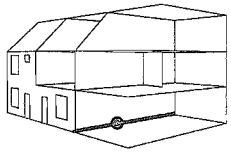



## Uitvoeringsvoorwaarden

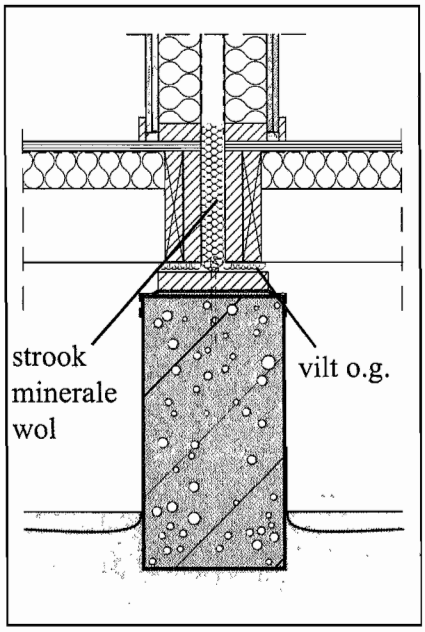
- kanalen dichtzetten met cementmortel
- vloer opleggen op 10 mm vilt of gelijkwaardig
- afwerkvloer en druklaag dilateren
- strook minerale wol tussen vloervelden
- naden dichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen opbouw



# Houten vloer

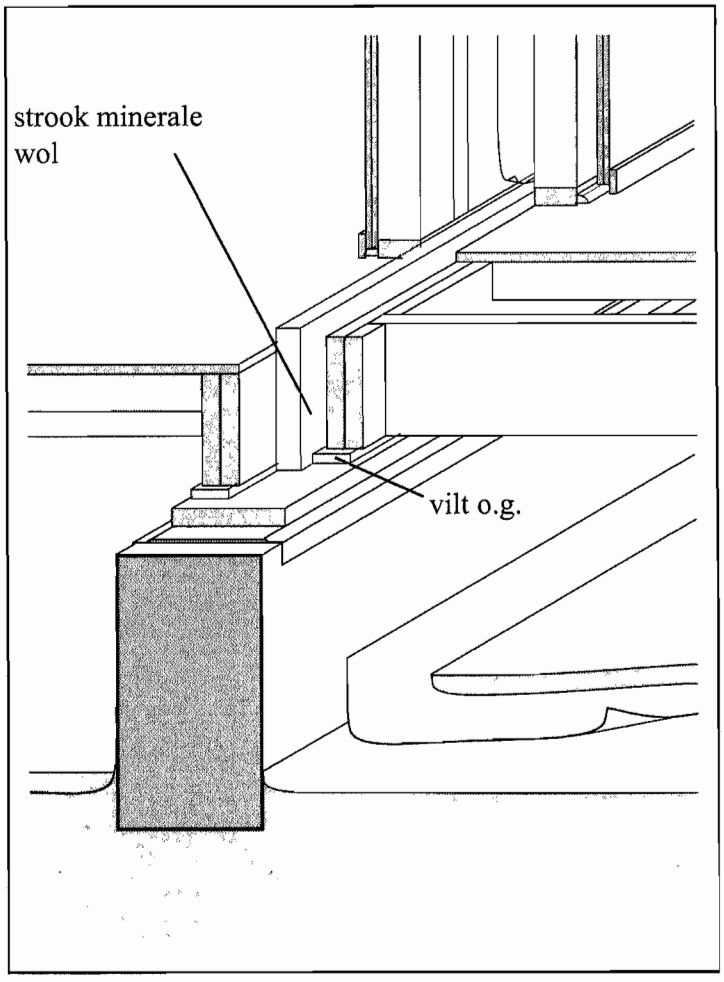



## Akoestische kwaliteit

Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB
- $I_{co}$ = + 10 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

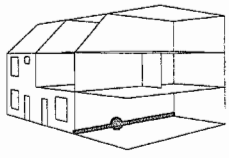



## Uitvoeringsvoorwaarden

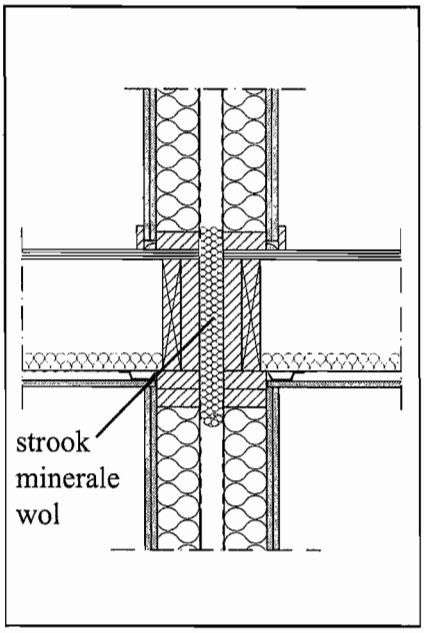
- randbalken opleggen op 10 mm vilt of gelijkwaardig
- afwerklaag dilateren
- strook minerale wol tussen vloervelden
- naden dichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen opbouw



# Houten vloer



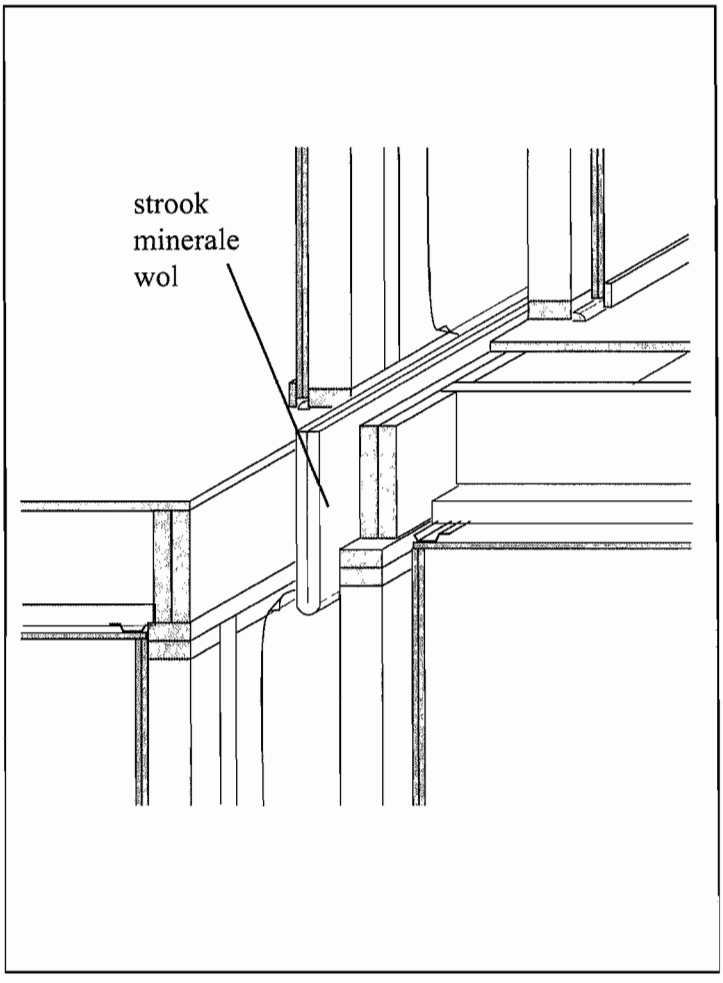

## Akoestische kwaliteit

Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad naast elkaar

- $I_{lu;k}$ = + 6 dB
- $I_{co}$ = + 15 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

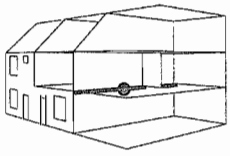



## Uitvoeringsvoorwaarden

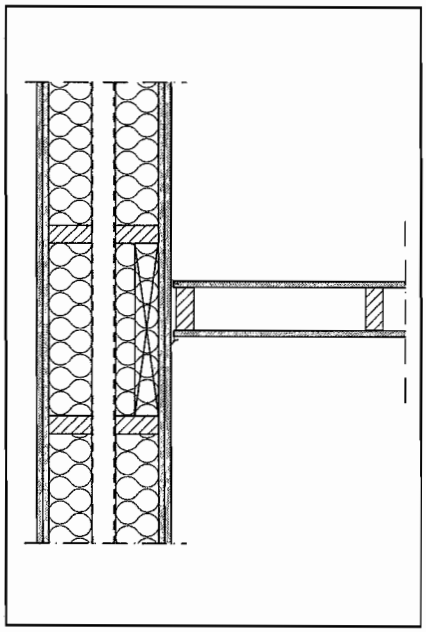
- vloer onderbreken ter plaatse van wand
- afwerklaag dilateren
- strook minerale wol tussen vloervelden
- naden dichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen opbouw



# Stijl en regelwerk

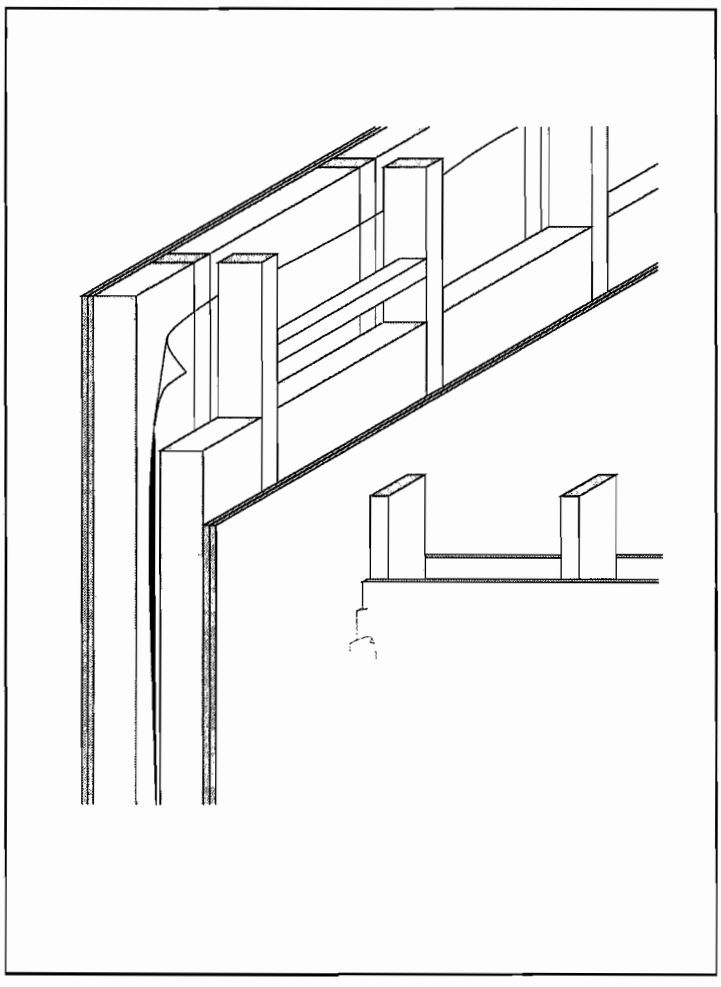


## Akoestische kwaliteit

Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

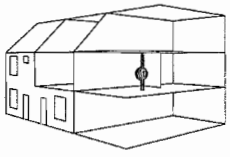


## Uitvoeringsvoorwaarden

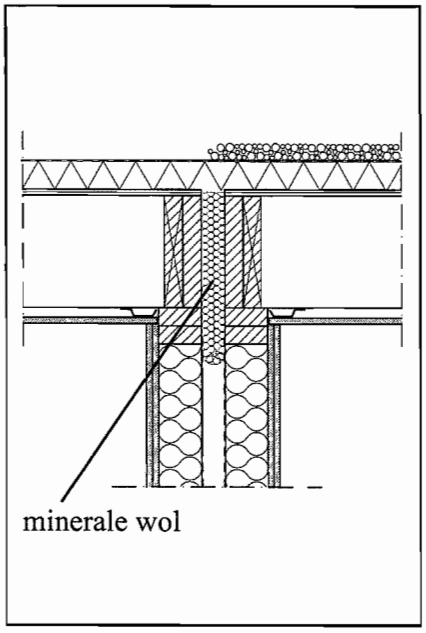
- naden dichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand
- electra-voorzieningen opbouw



# Houten dakbeschot




## Akoestische kwaliteit

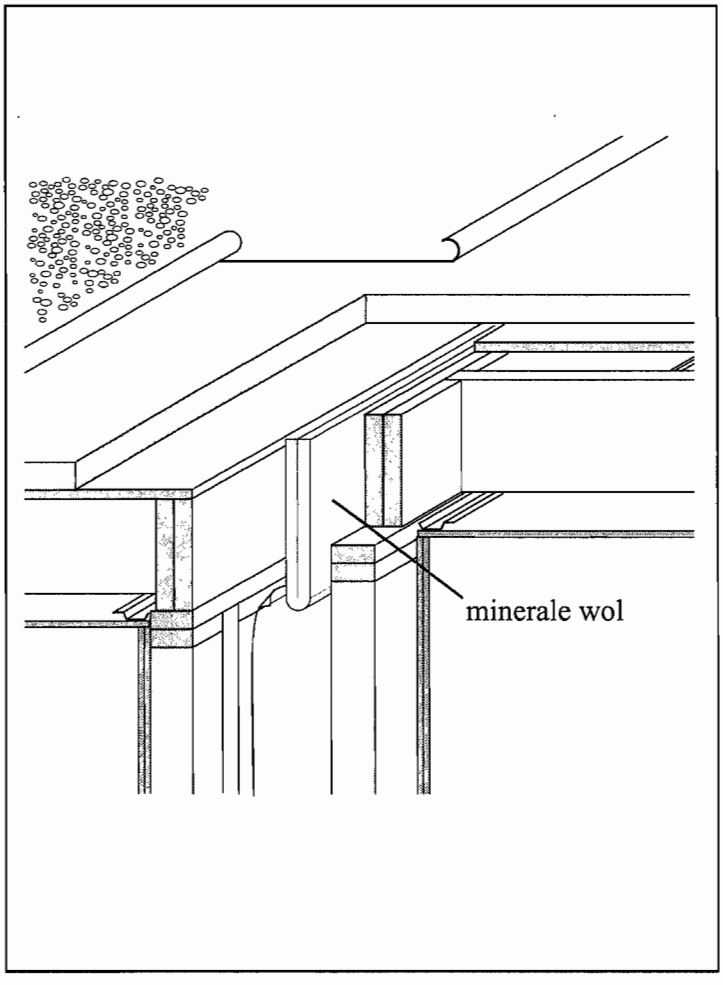
Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 5 dB | $I_{lu;k}$ = + 2 dB |

## Toepassingsgebied

Zonder plafond
- tussen besloten ruimten

Met plafond
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



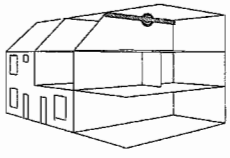

## Uitvoeringsvoorwaarden

- dakplaat onderbreken boven wand
- strook minerale wol tussen randbalken
- naden dichten

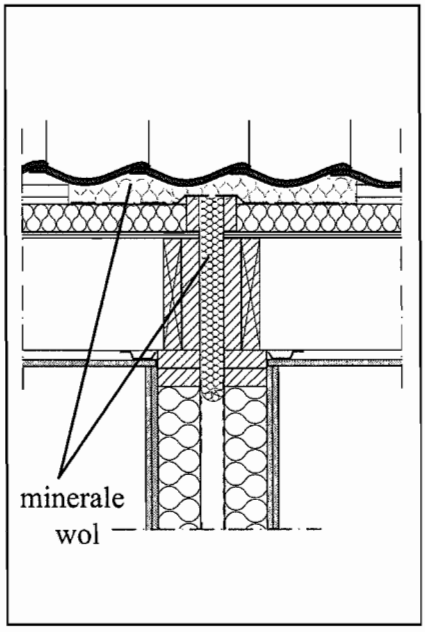
- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen balklaag

## Aandachtspunten

- gipskartonplaten bevestigen met veerregels
- geen doorvoeren in wand



# Enkel - minerale wol




## Akoestische kwaliteit

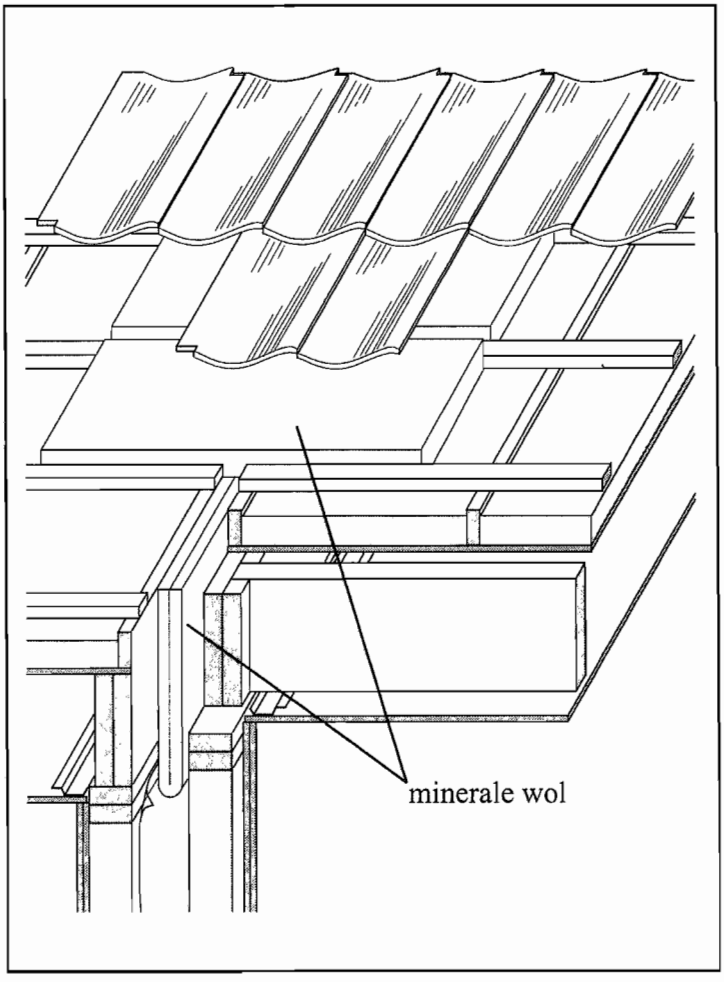
Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad

| zonder plafond | met plafond |
|---|---|
| • $I_{lu;k}$ = - 5 dB | $I_{lu;k}$ = + 2 dB |

## Toepassingsgebied

Zonder plafond
- tussen besloten ruimten

Met plafond
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



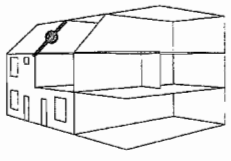

## Uitvoeringsvoorwaarden

- dakelement onderbreken boven wand
- strook minerale wol tussen dakelementen en randbalken
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- naden dichten

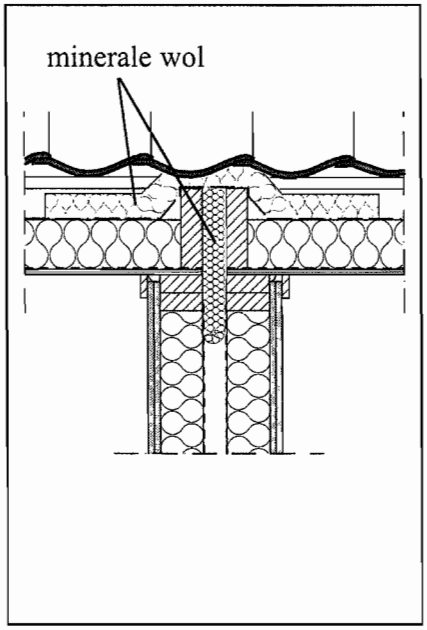
- 12,5 mm gipskartonplaat aan onderzijde tegen balklaag

## Aandachtspunten

- gipskartonplaten bevestigen met veerregels
- geen doorvoeren in wand



# Sporenkap - minerale wol

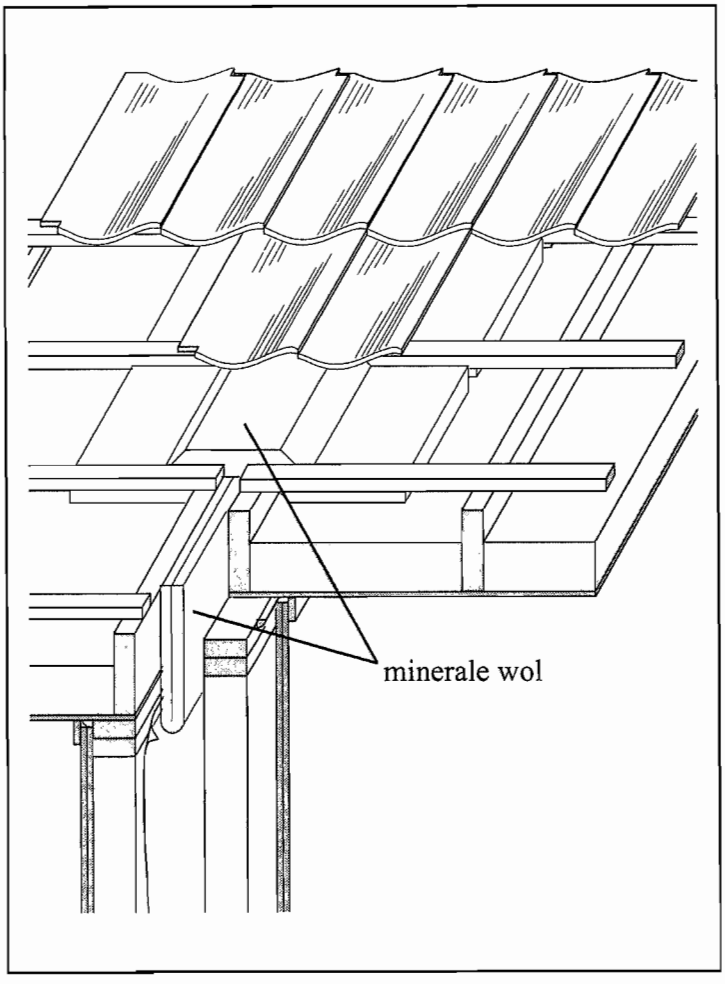



## Akoestische kwaliteit

Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad
- $I_{lu;k}$ = -2 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

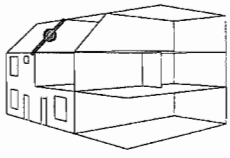



## Uitvoeringsvoorwaarden

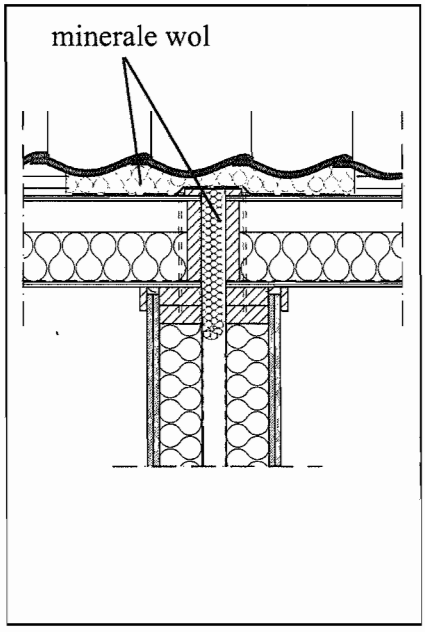
- dakelement onderbreken boven wand
- panlatten onderbreken
- strook minerale wol tussen randbalken
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- naden dichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Doosconstructie - min. wol

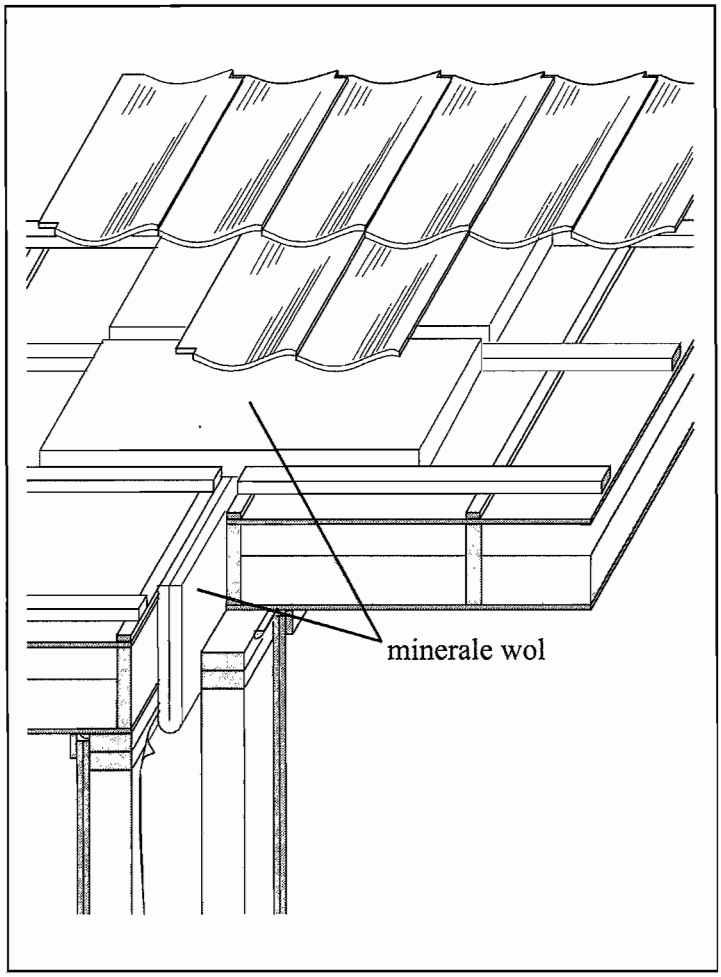



## Akoestische kwaliteit

Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad
- $I_{lu;k}$ = + 1 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten en verblijfsgebied

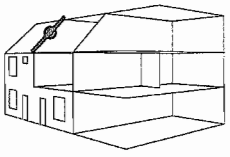



## Uitvoeringsvoorwaarden

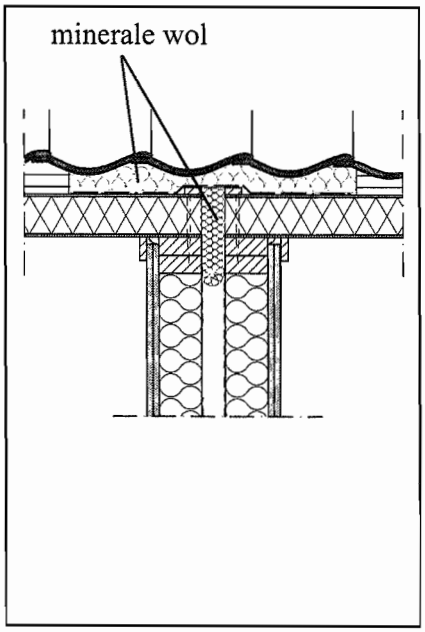
- dakplaat onderbreken boven wand
- panlatten onderbreken
- strook minerale wol tussen randbalken
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- naden dichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Sandwich - hardschuim

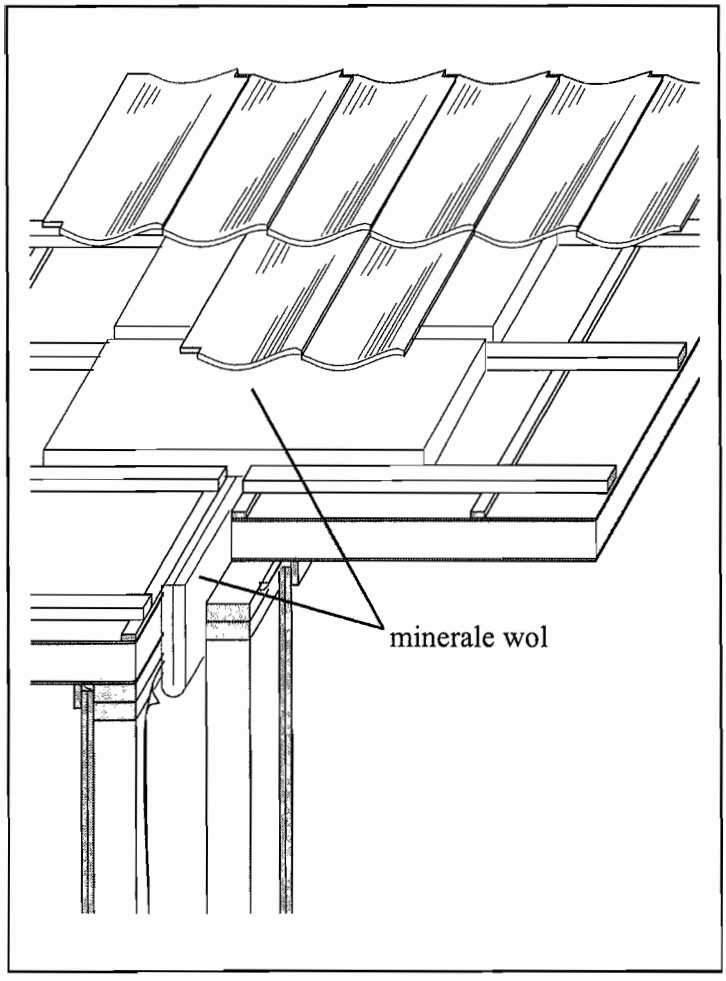



## Akoestische kwaliteit

Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad
- $I_{lu;k}$ = - 5 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimten

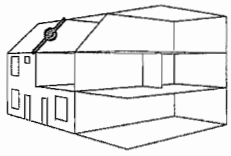



## Uitvoeringsvoorwaarden

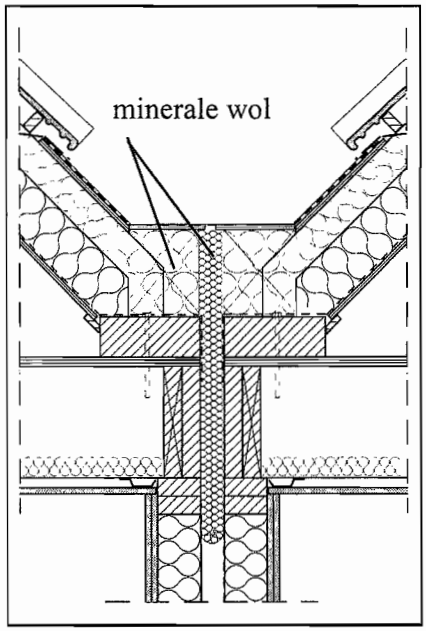
- dakplaat onderbreken boven wand
- panlatten onderbreken
- strook minerale wol tussen randbalken
- tussen panlatten strook minerale wol 1200 mm lang
- naden dichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Zakgoot - sporenkap

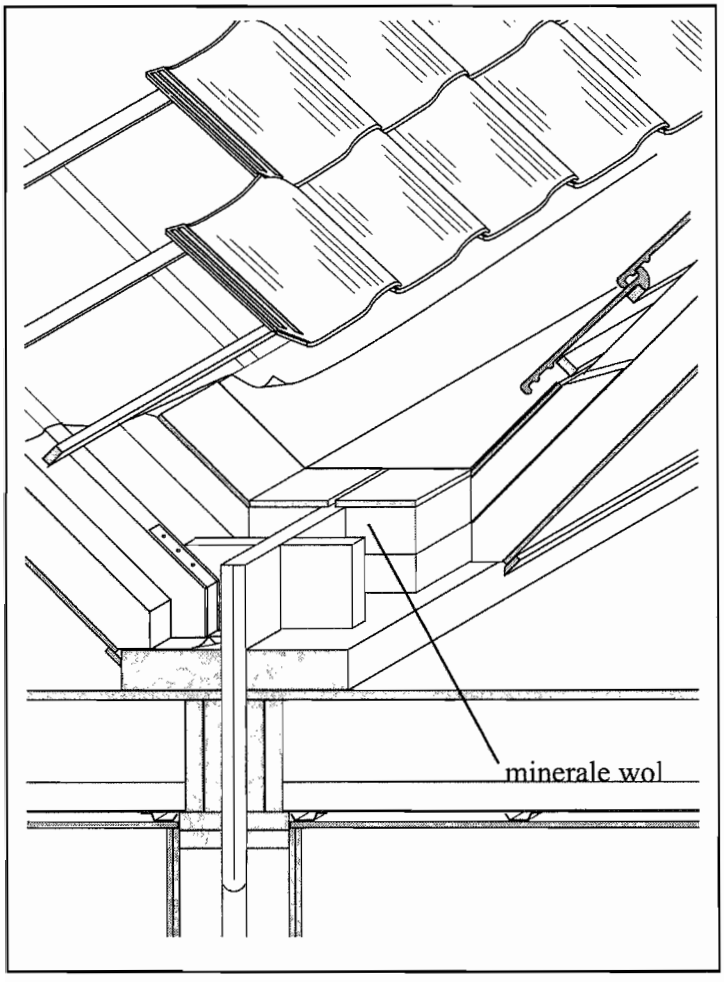



## Akoestische kwaliteit

Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad
- $I_{lu;k}$ = - 3 dB

## Toepassingsgebied

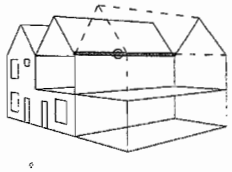
- tussen besloten ruimten



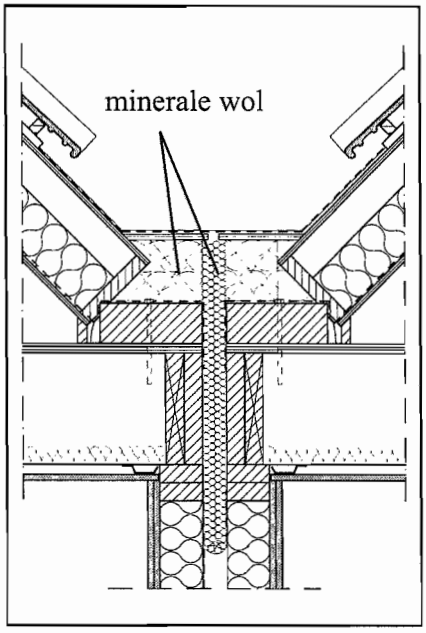

## Uitvoeringsvoorwaarden

- dakelementen onderbreken boven wand
- afdekplaat dilateren
- ruimte onder afdekplaat vullen met minerale wol
- strook minerale wol tussen randbalken en vloervelden
- naden dichten

## Aandachtspunten



# Zakgoot - doosconstructie

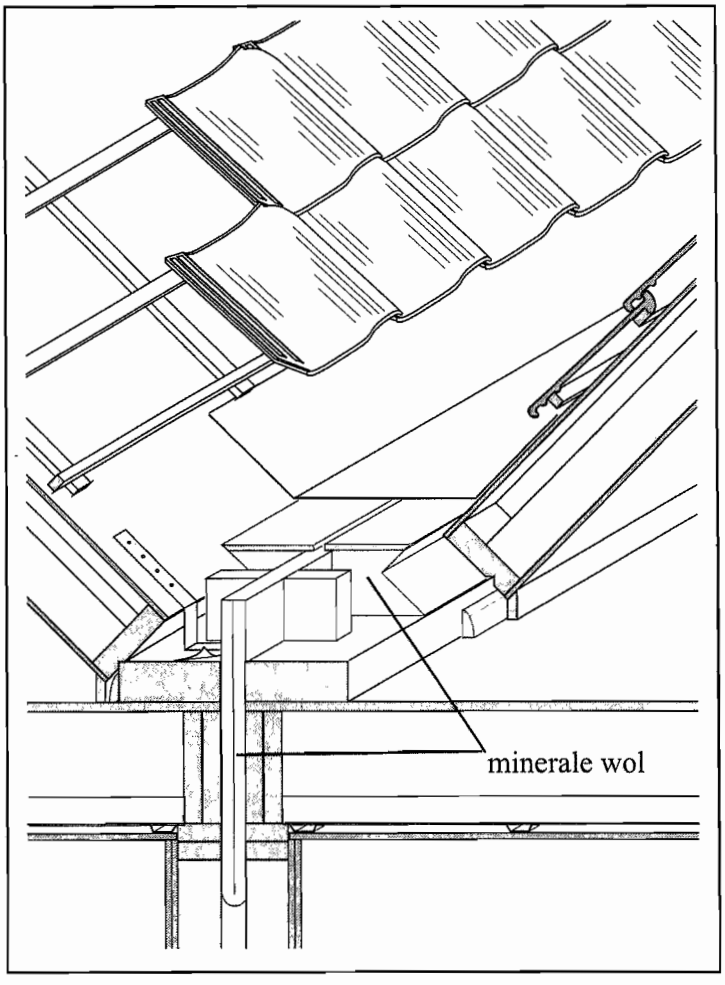



## Akoestische kwaliteit

Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad
- $I_{lu;k}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

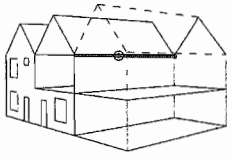



## Uitvoeringsvoorwaarden

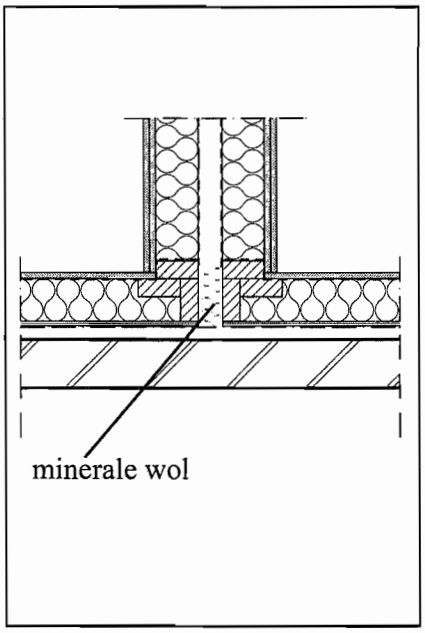
- dakelementen onderbreken boven wand
- afdekplaat dilateren
- ruimte onder afdekplaat vullen met minerale wol
- strook minerale wol tussen randbalken en vloervelden
- naden dichten

## Aandachtspunten





# Prefab hout - baksteen

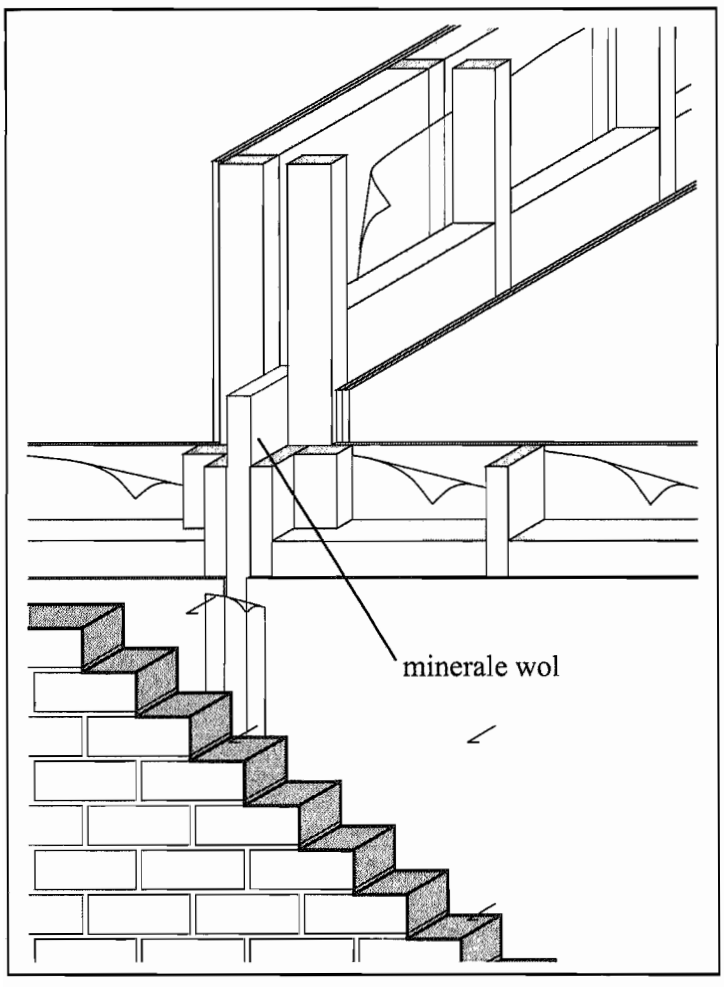



## Akoestische kwaliteit

Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

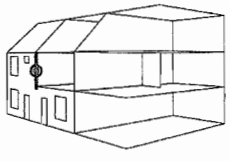



## Uitvoeringsvoorwaarden

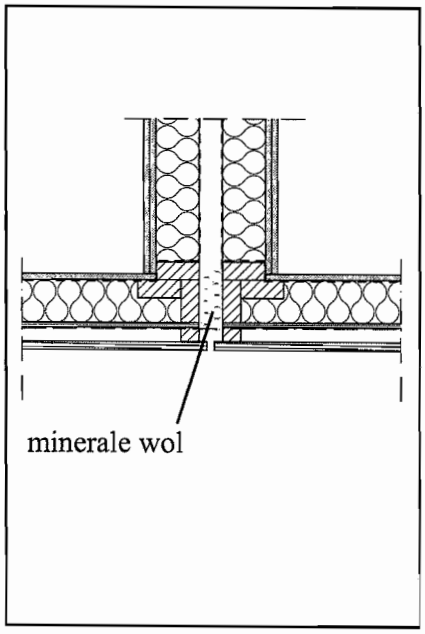
- binnenspouwbladen niet koppelen
- strook minerale wol tussen eindstijlen
- naden dichten

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in wand



# Prefab hout - hout

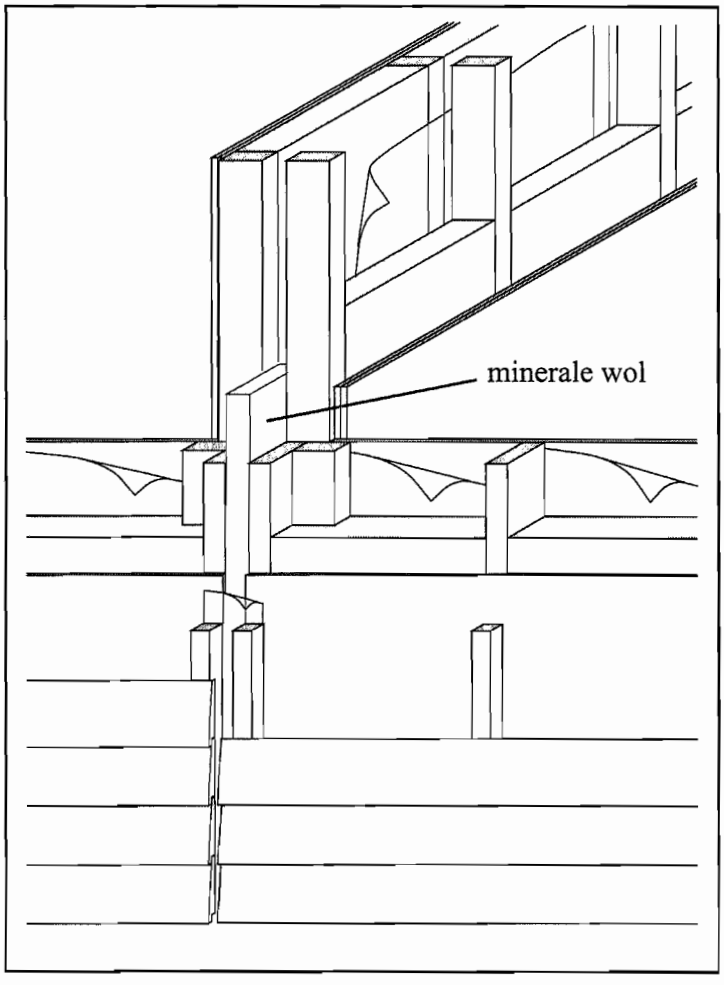



## Akoestische kwaliteit

Wand 2•12,5 - 200 - 2•12,5 mm, open spouwblad
- $I_{lu;k}$ = + 6 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

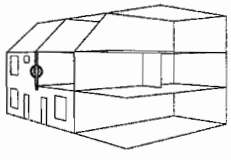



## Uitvoeringsvoorwaarden

- binnenspouwbladen niet koppelen
- strook minerale wol tussen eindstijlen
- naden dichten

## Aandachtspunten

- buitenblad dilateren
- geen doorvoeren in wand



# 12

# WONINGSCHEIDENDE VLOEREN

**Geluidoverdracht**
De geluidoverdracht van de ene ruimte naar de andere geschiedt zowel via de gemeenschappelijke scheidingsconstructie (wand en vloer) als via de daarmee verbonden vlakken.

De geluidwering tussen twee verblijfsruimten gescheiden door een vloer is daarom ook afhankelijk van:
- de mate van verbindingsdemping op de plaats van de aansluitende binnenwand aan de vloer;
- de mate van geluidafstraling en de oppervlakte van de aansluitende binnenwand.

De geluidwering kan nooit beter zijn dan de geluidisolatie van de vloer. De woningscheidende vloer bepaalt dus altijd de maximaal haalbare akoestische kwaliteit.

Niet elke detaillering is zonder meer toegestaan bij een woningscheidende constructie.

De geluidenergie kan bij een aansluiting of verbinding al dan niet gedempt worden doorgegeven. Deze vermindering van geluidenergie wordt de verbindingsdemping genoemd. Maatregelen dienen er zoveel mogelijk op gericht te zijn deze verbindingsdemping zo hoog mogelijk te maken.

De geluidwering wordt verder beïnvloed door:
- het omloopgeluid (bijvoorbeeld de geluidoverdracht via portalen, gangen en schachten);
- geluidlekken (bijvoorbeeld spleten, kieren, gaten en leidingdoorvoeren).

Bij de getekende oplossingen is in detail aangegeven:
- de invloed op de haalbare akoestische kwaliteit;
- de toepassingsvoorwaarden;
- de uitvoeringsvoorwaarden.

# 12 Woningscheidende vloeren

**Let op!**
De akoestische kwaliteit is steeds aangegeven voor die situaties waarin de bijdrage aan de geluidoverdracht via de andere aansluitende constructies te verwaarlozen is.

Met betrekking tot het toepassingsgebied worden twee situaties onderscheiden:
- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied, dit betreft:
  tussen een besloten ruimte van een woning en een niet tot die woning behorend verblijfsgebied en tussen een besloten ruimte van een woongebouw en een in een woning gelegen verblijfsgebied;
- tussen besloten ruimte, dit betreft:
  tussen een besloten ruimte van een woning en een tot een andere woning of woongebouw behorende, besloten niet van een verblijfsgebied deel uitmakende ruimte, geen gemeenschappelijke verkeersruimte zijnde.

Op het uitklapblad is een legenda voor de tekeningbladen opgenomen.
De tekeningen zijn op schaal getekend. Opmeten is mogelijk met het maatlatje op het uitklapblad.

Aan de onderzijde van de pagina is de SRW/SROW code opgenomen.

# 12 Plaatvloeren

In de Nederlandse woningbouw worden de volgende plaatvloeren toegepast (massa inclusief 30 mm afwerklaag).

| | massa kg/m² | $I_{lu;lab}$ dB | $I_{co;lab}$ dB |
|---|---|---|---|
| 200 mm gestort beton | 517 | + 6 | + 0 |
| 200 mm plaatvloer | 517 | + 6 | + 0 |
| 200 mm bekistingsvloer | 517 | + 6 | + 0 |

**SRW/SROW CODE:**

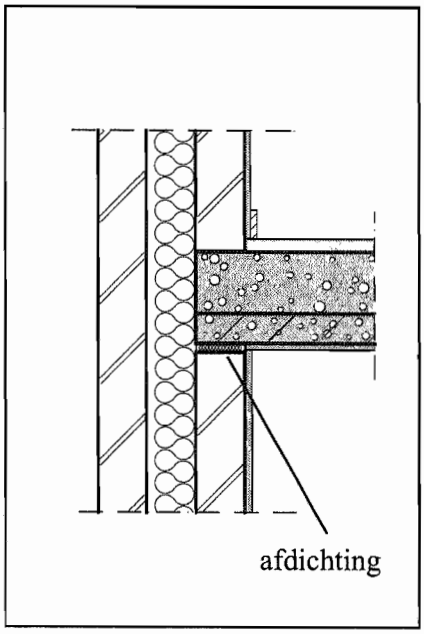
21.. .. .. ..: Beton
21 10 .. .. ..: In het werk vervaardigd
21.10.00 .. ..: Beton
21 10.00.11 ..: Plaatvloeren
21.10.00.11.7.: Knooppunt 7 (vloer - gevel)
21 10.00.11.71: Aansluitende constructie type 1

In deze paragraaf zijn de volgende knooppunten nader uitgewerkt

7 Woningscheidende vloer - gevel
- 1 binnenblad kalkzandsteen
  buitenblad a. baksteen
  b. hout
  c. pleister
- 2 binnenblad gipsblokken/gasbeton
  buitenblad a. baksteen
- 3 binnenblad prefab hout
  buitenblad a. baksteen
  b. hout
- 4 puiconstructie
  buitenblad a. galerij/balkon
  b. hout

8 Woningscheidende vloer - binnenwand
- 1 a. kalkzandsteen star
  b. kalkzandsteen, flexibel
- 2 gipsblokken/gasbeton flex
- 3 stijl- en regelwerk
- 4 kozijn

# Kalkzandsteen - baksteen

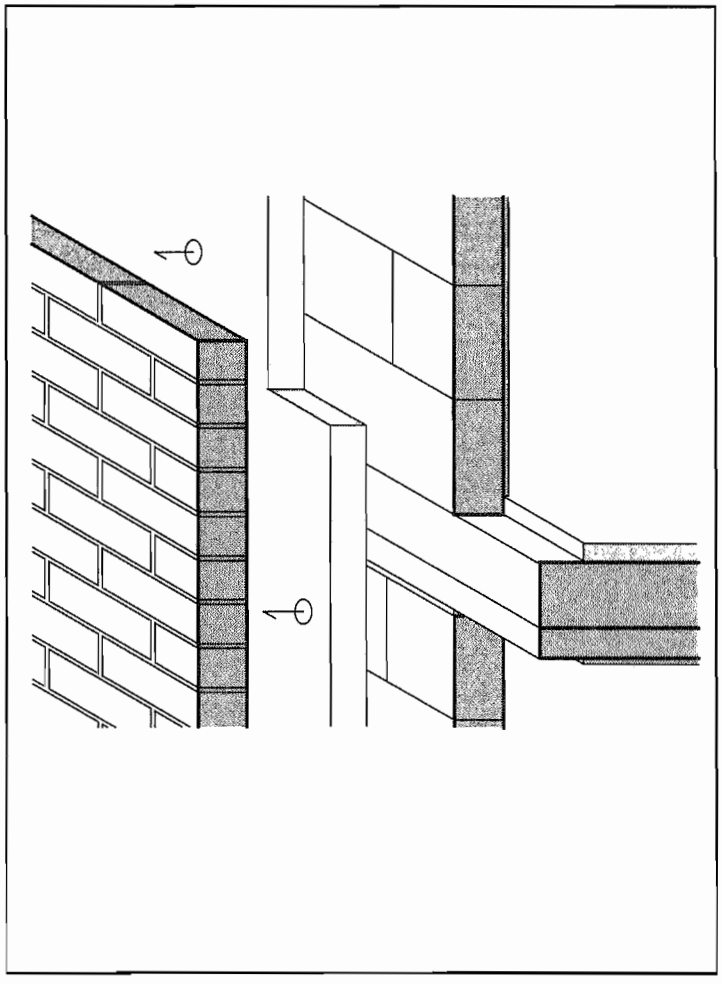



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k} = +3$ dB
- $I_{co} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



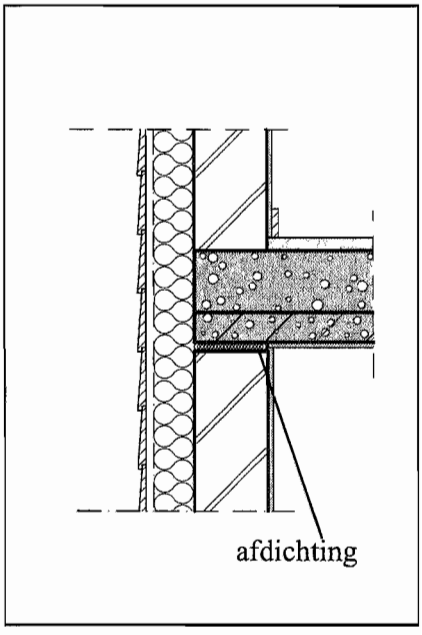
## Uitvoeringsvoorwaarden

- massa binnenspouwblad tenminste 200 kg/m²
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m²

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen

# Kalkzandsteen - hout

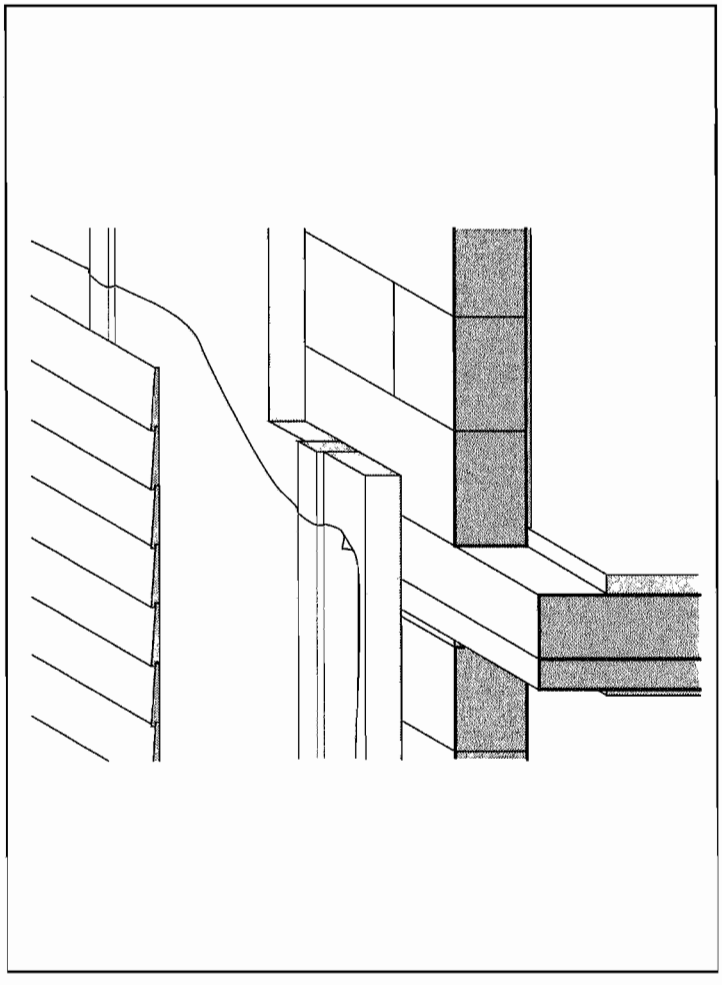



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k}$ = + 3 dB
- $I_{co}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

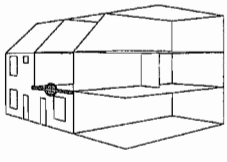


## Uitvoeringsvoorwaarden

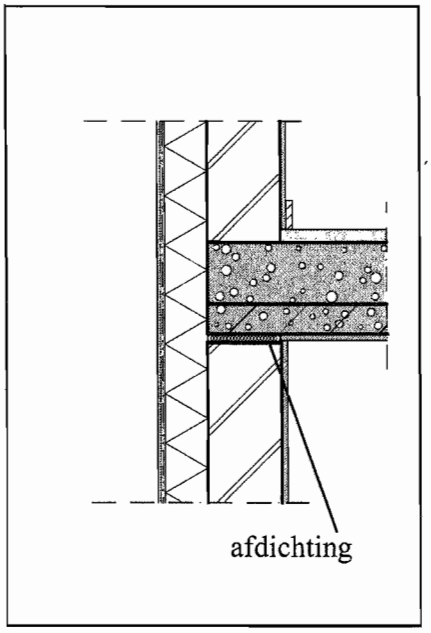
- massa binnenspouwblad tenminste 200 kg/m²
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m²

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen



# Kalkzandsteen - pleister

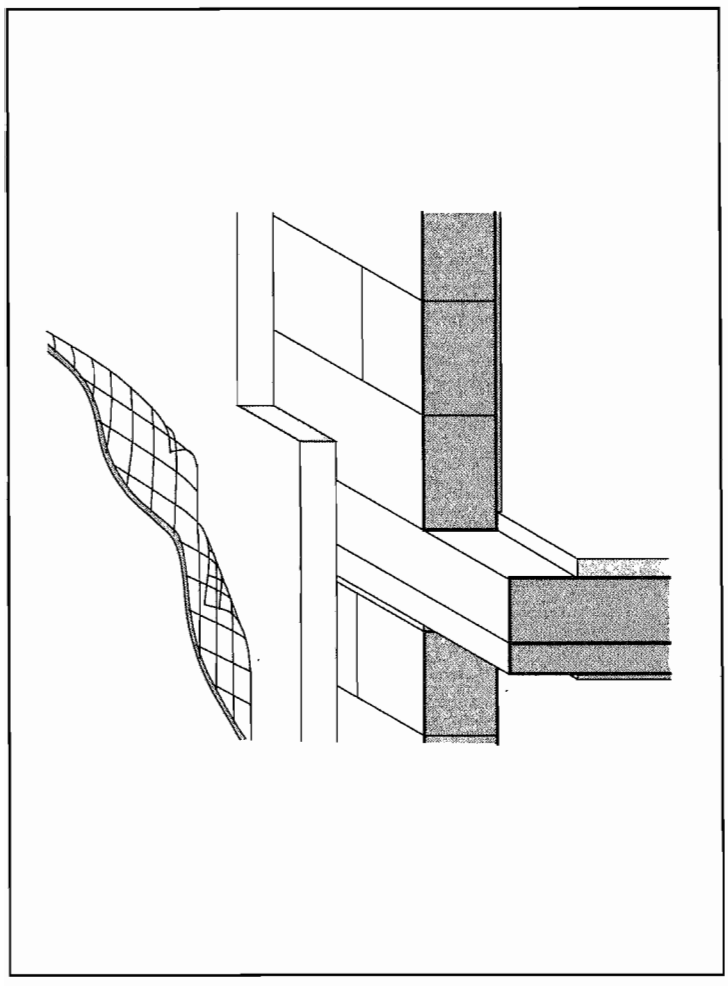



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k}$ = + 3 dB
- $I_{co}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



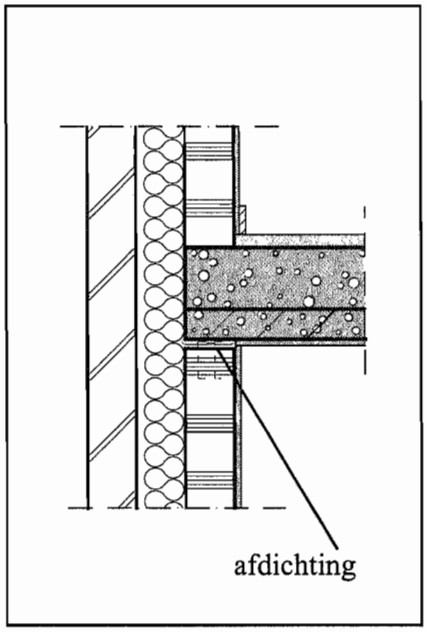
## Uitvoeringsvoorwaarden

- massa binnenspouwblad tenminste 200 kg/m²
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m²

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen

# Gips/gasbeton - baksteen

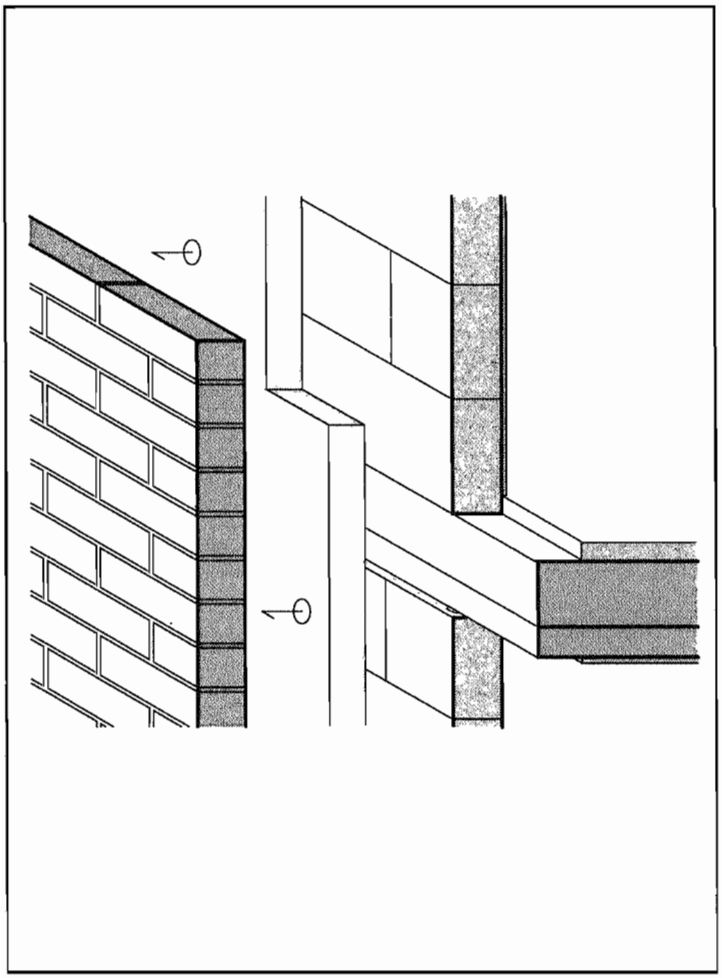



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k}$ = + 3 dB
- $I_{co}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

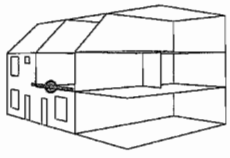


## Uitvoeringsvoorwaarden

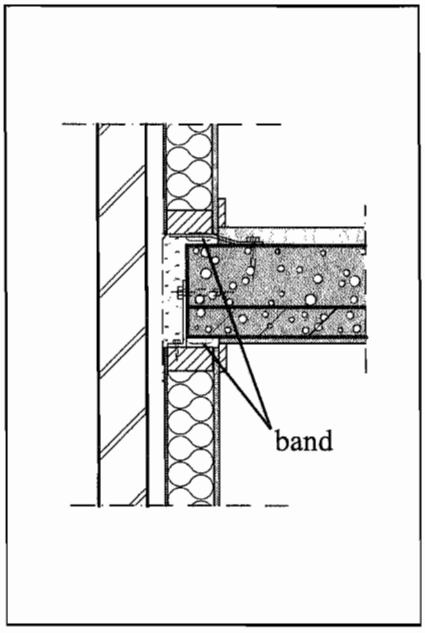
- binnenspouwblad volledig gesloten
- binnenspouwblad aan bovenzijde vrij houden van vloer
- naden afdichten
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m²

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen



# Prefab hout - baksteen

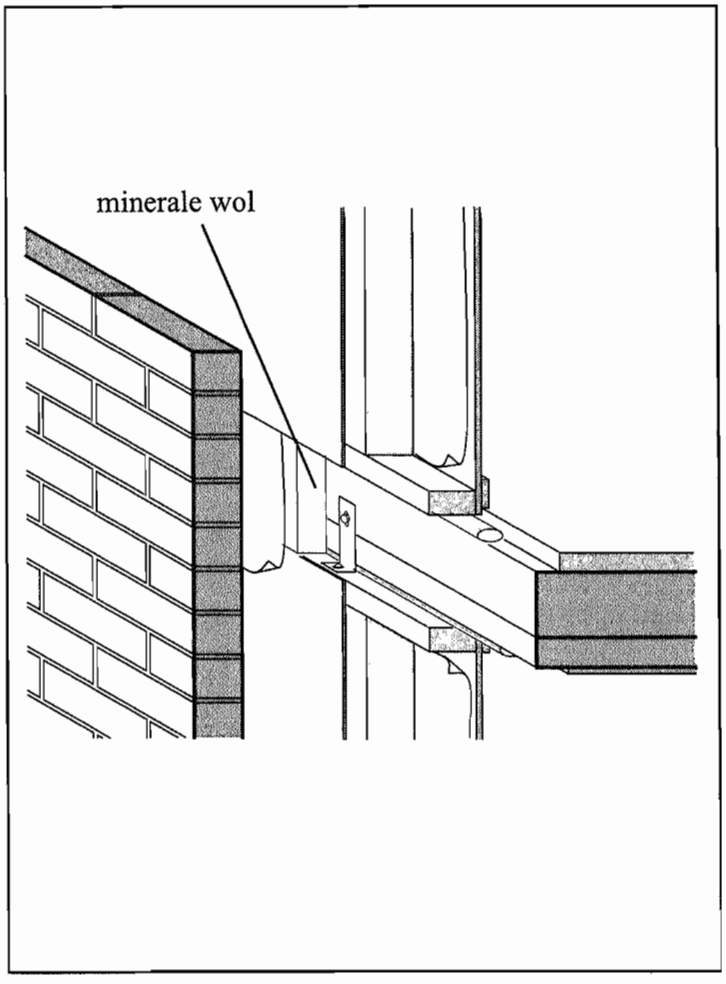



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k} = +3$ dB
- $I_{co} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



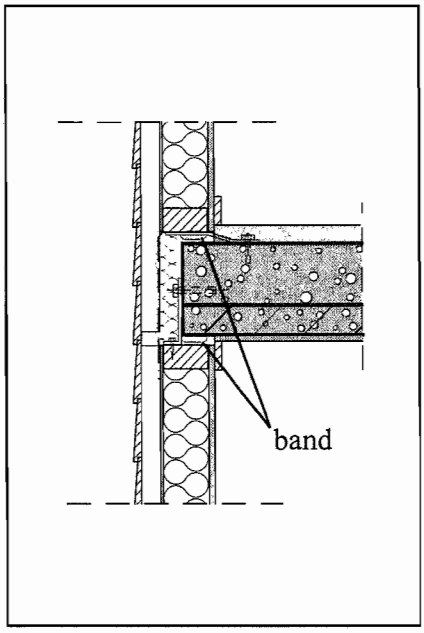

## Uitvoeringsvoorwaarden

- binnenspouwblad niet doorkoppelen
- naden afdichten
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m$^2$

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen

# Prefab hout - hout

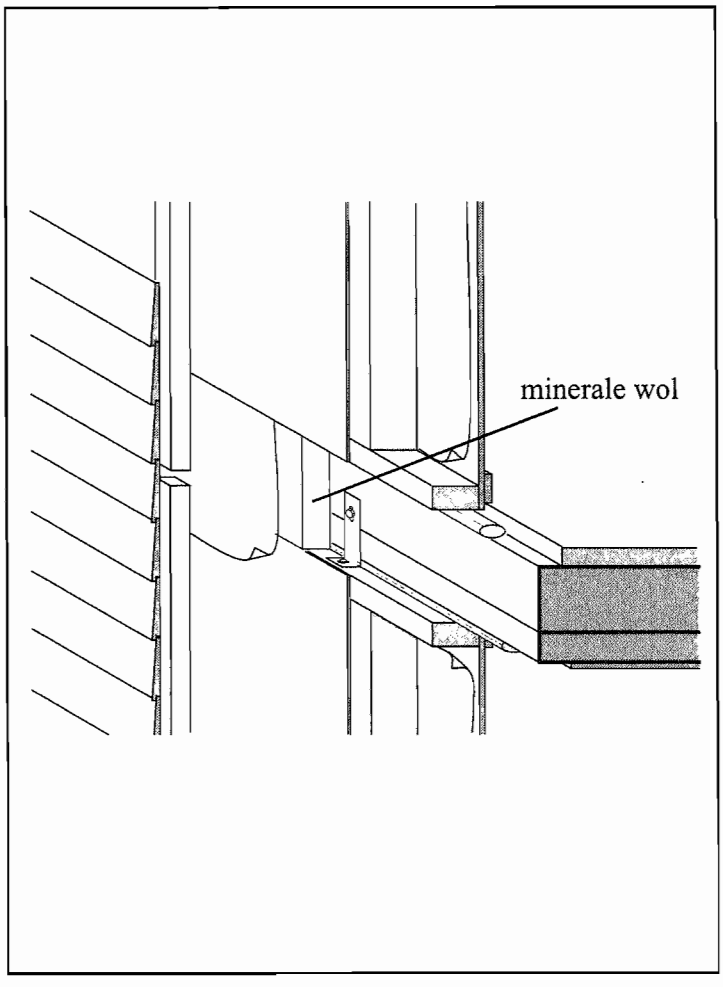



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k}$ = + 3 dB
- $I_{co}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

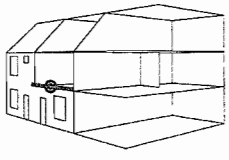



## Uitvoeringsvoorwaarden

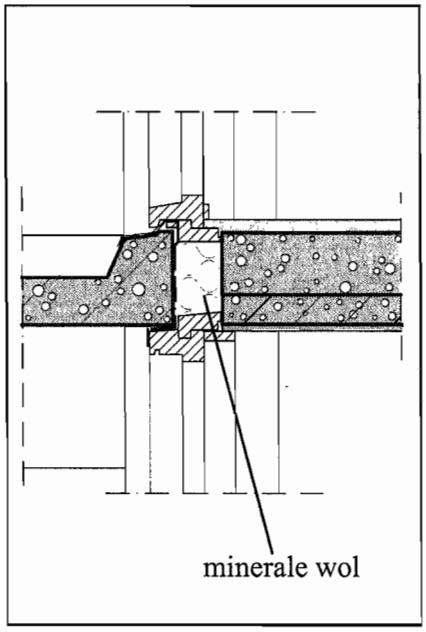
- binnenspouwblad niet doorkoppelen
- naden afdichten
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m$^2$

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen



# Pui - galerij/balkon

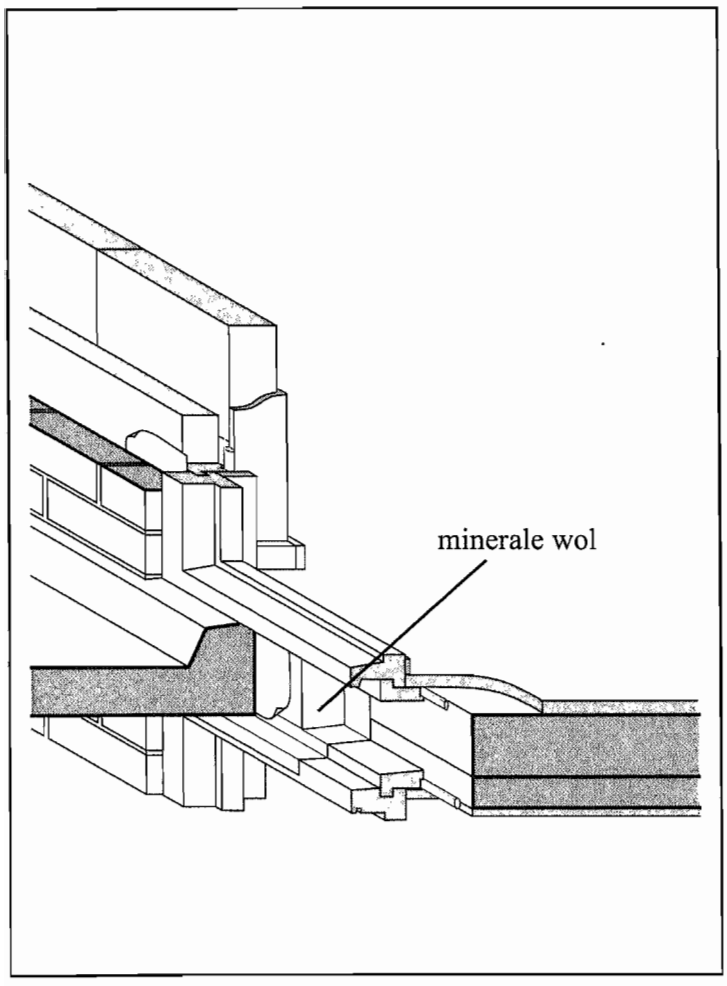



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k}$ = + 3 dB
- $I_{co}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

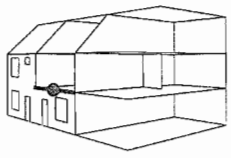



## Uitvoeringsvoorwaarden

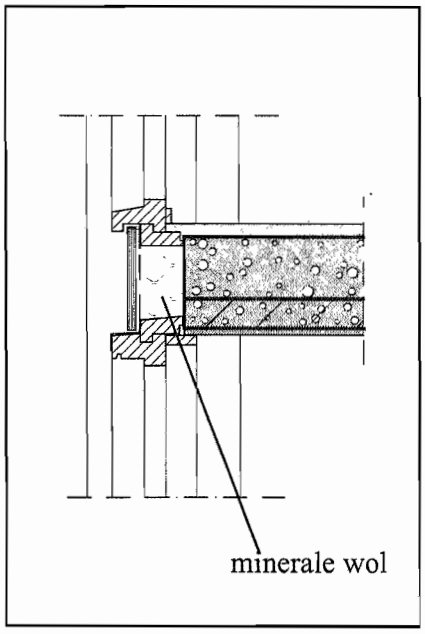
- naden afdichten
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m²

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen



# Pui - hout

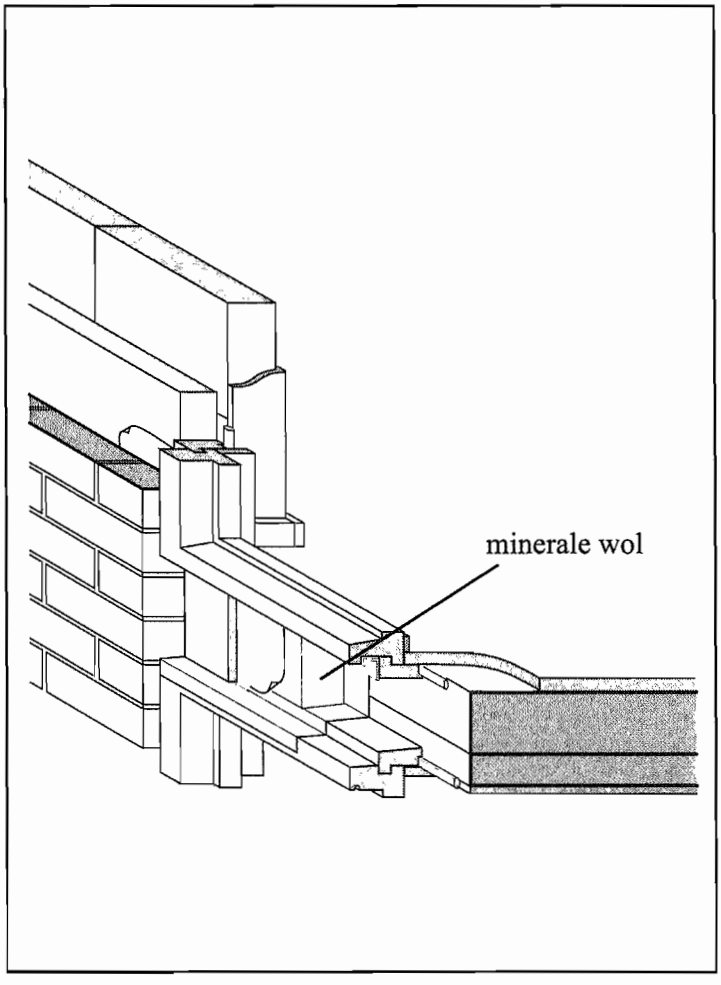



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k}$ = + 3 dB
- $I_{co}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

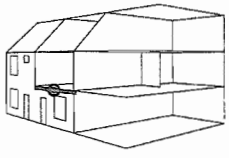



## Uitvoeringsvoorwaarden

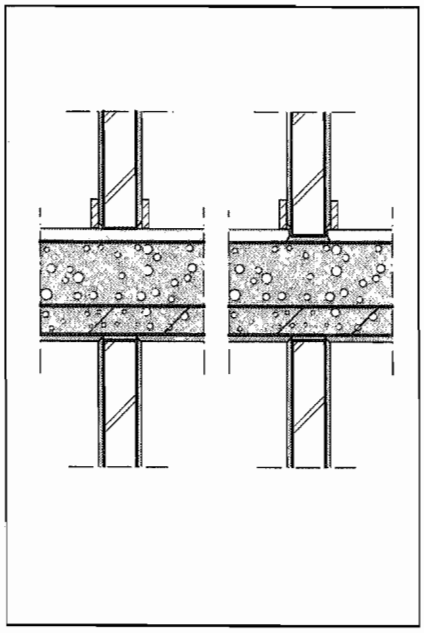
- naden afdichten
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m$^2$

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen



# Kalkzandsteen, star

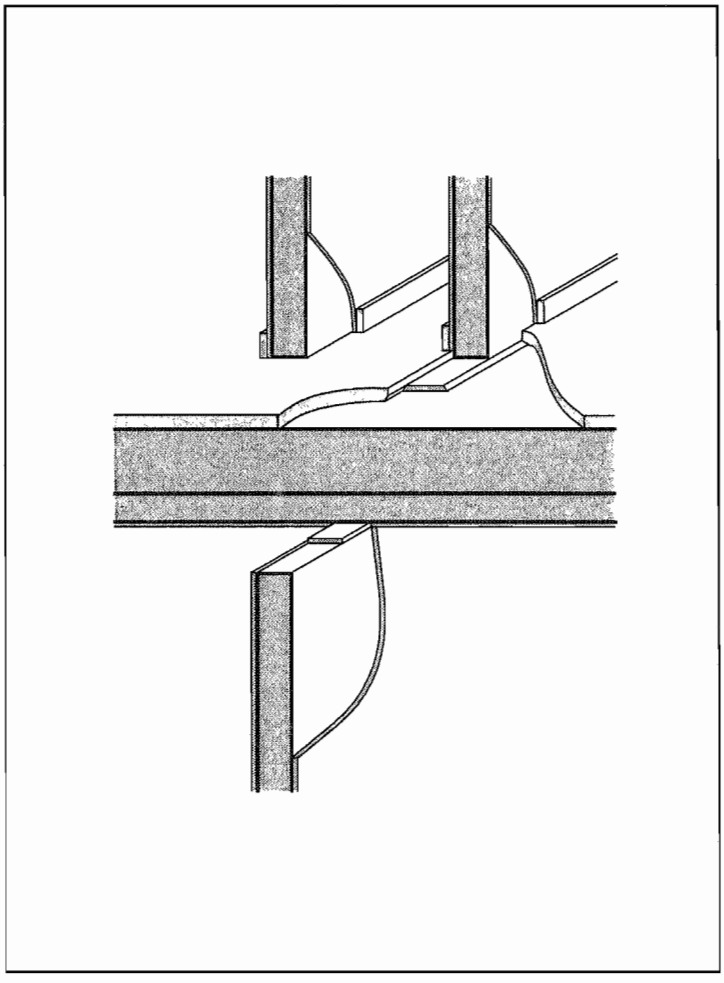


## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
$I_{lu;k} = + 3$ dB
$I_{co} = + 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

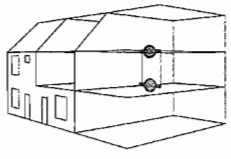


## Uitvoeringsvoorwaarden

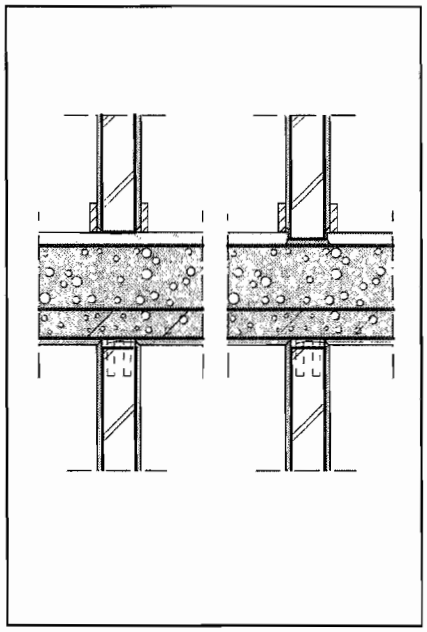
- massa binnenwand tenminste 350 kg/m$^2$

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer



# Kalkzandsteen, flex

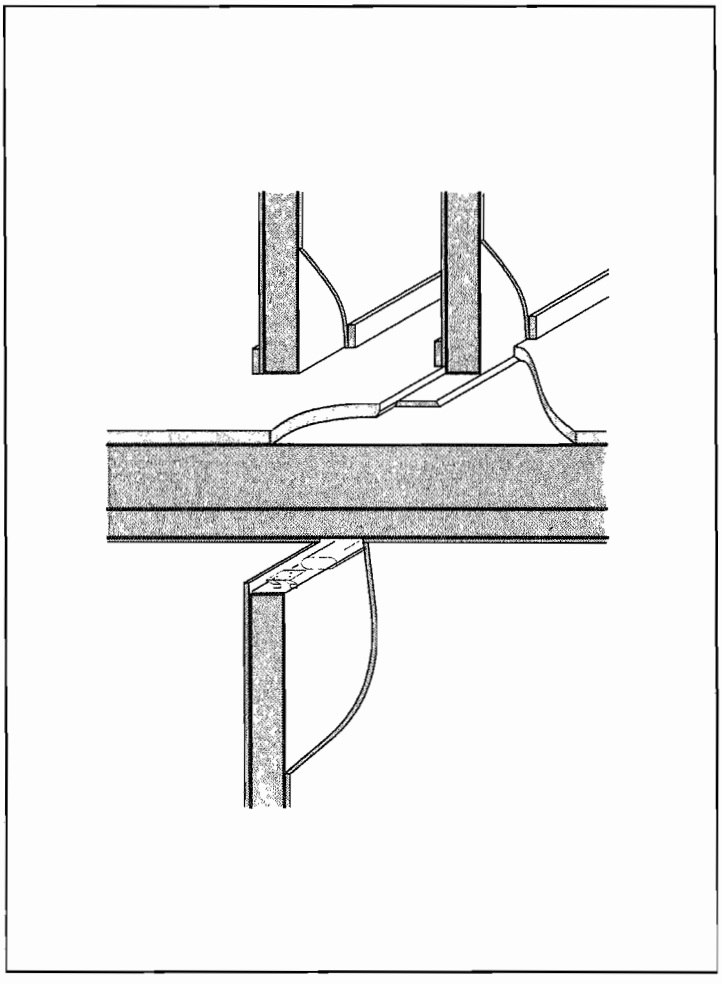


## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
$I_{lu;k}$ = + 3 dB
$I_{co}$ = + 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

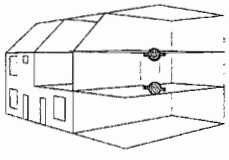


## Uitvoeringsvoorwaarden

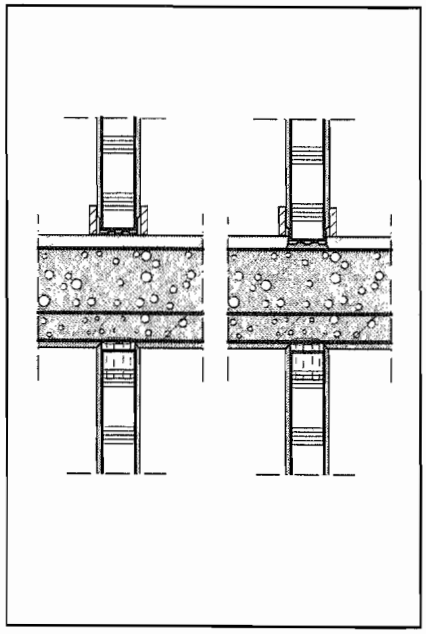
- massa binnenwand < 200 kg/m²
- binnenwand aan bovenzijde vrijhouden

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer



# Gipsblokken - gasbeton

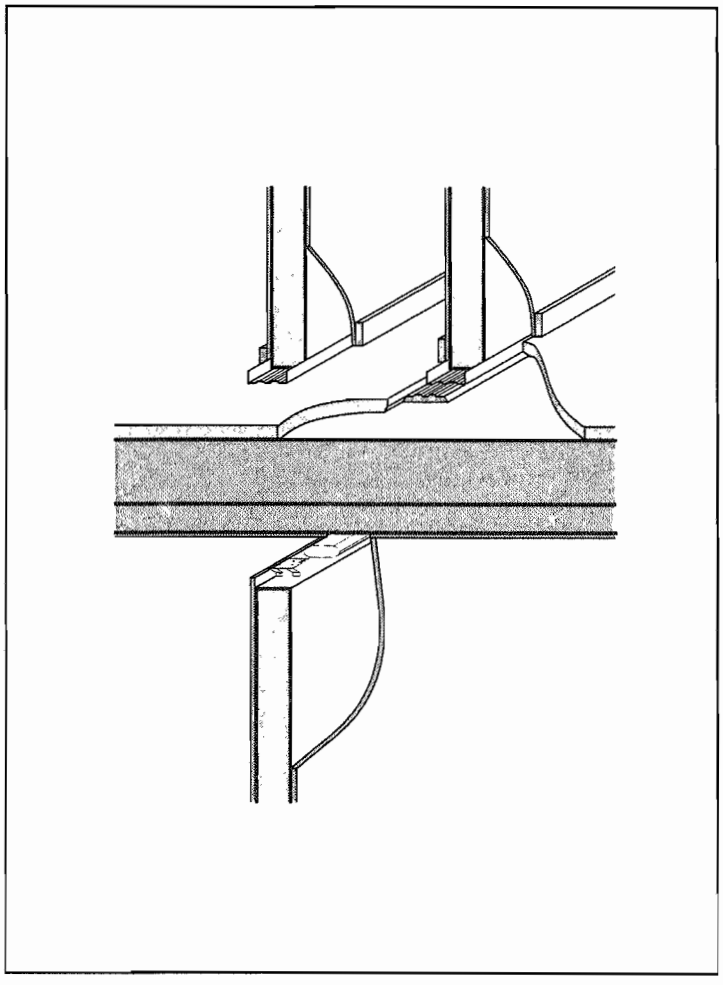


## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
$I_{lu;k}$ = + 3 dB
$I_{co}$ = + 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

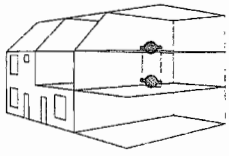


## Uitvoeringsvoorwaarden

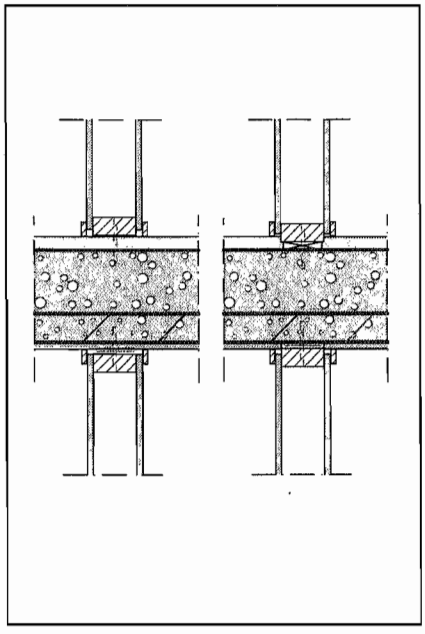
- binnenwand aan bovenzijde vrijhouden

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer



# Stijl- en regelwerk

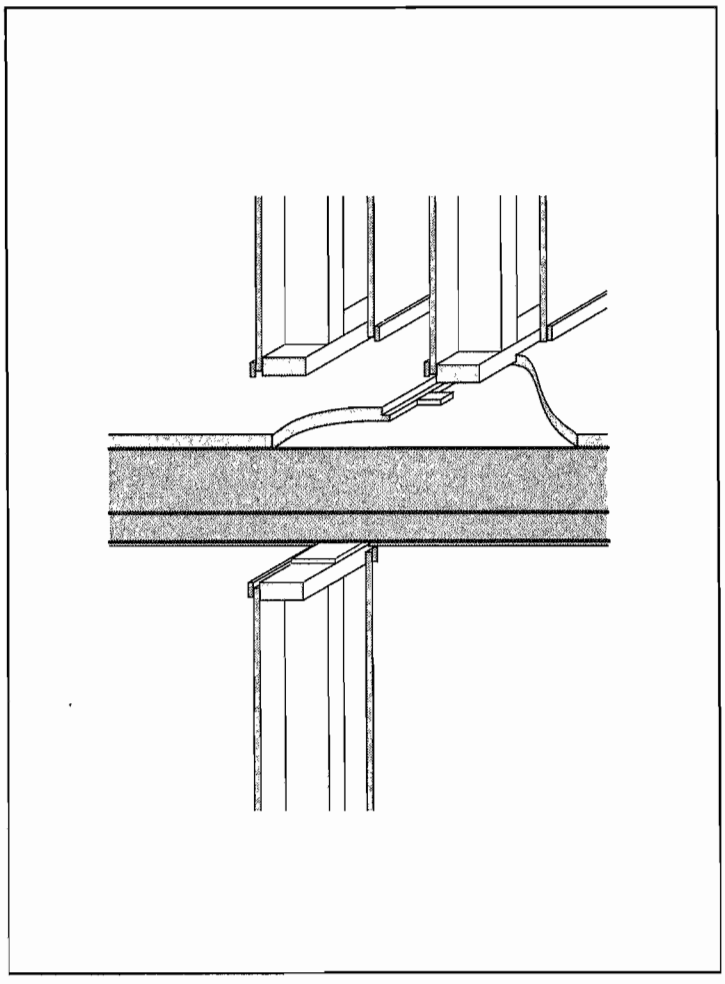


## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
$I_{lu;k}$ = + 3 dB
$I_{co}$ = + 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

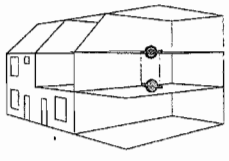


## Uitvoeringsvoorwaarden

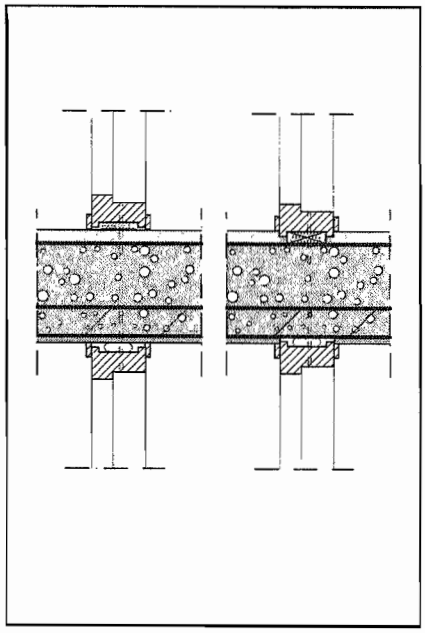
- binnenwand aan bovenzijde vrijhouden

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer



# Kozijn

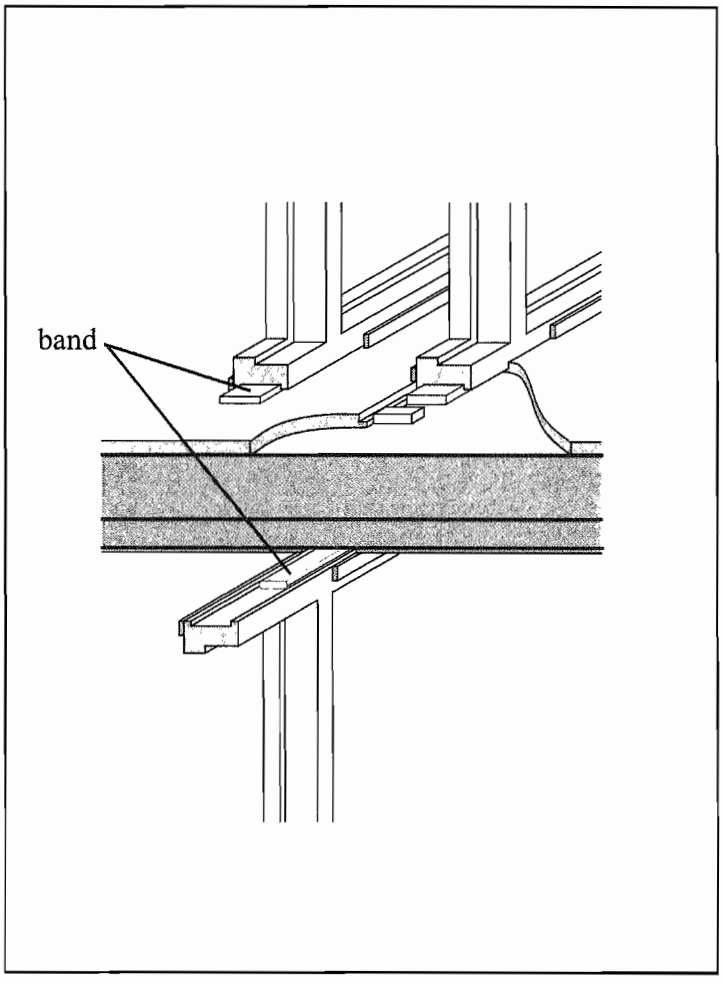


## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
$I_{lu;k}$ = + 3 dB
$I_{co}$ = + 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

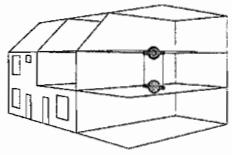



## Uitvoeringsvoorwaarden

- kozijn aan bovenzijde vrijhouden

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer



# 12 Kanaalplaatvloeren

In de Nederlandse woningbouw worden de volgende kanaalplaatvloeren als woningscheidende vloerconstructies toegepast (massa inclusief 30 mm afwerklaag).

| | massa kg/m² | $I_{lu;lab}$ dB | $I_{eo;lab}$ dB |
|---|---|---|---|
| 200 mm kanaalplaatvloer | 470 | + 5 | 0 |

**SRW/SROW CODE:**

21.. .. .. ..: Beton
21 10 .. .. ..: In het werk vervaardigd
21.10.00 .. ..: Beton
21 10.00.12 ..: Kanaalplaatvloeren
21.10.00.12.7.: Knooppunt 7 (vloer - gevel)
21 10.00.12.71: Aansluitende constructie type 1

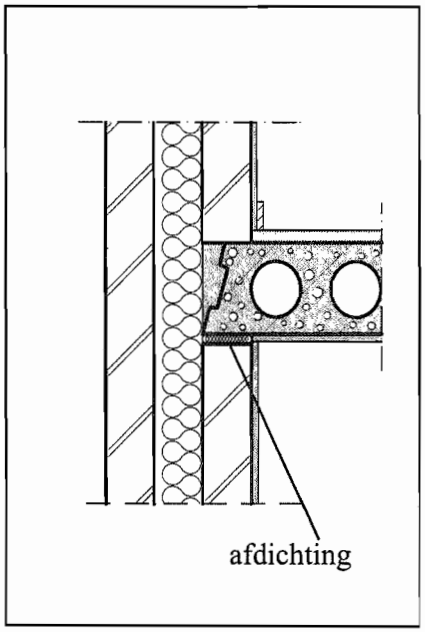
In deze paragraaf zijn de volgende knooppunten nader uitgewerkt:

7 Woningscheidende vloer - gevel
- 1 binnenblad kalkzandsteen
  - buitenblad a. baksteen
  - b. hout
  - c. pleister
- 2 binnenblad gipsblokken/gasbeton
  - buitenblad a. baksteen
- 3 binnenblad prefab hout
  - buitenblad a. baksteen
  - b. hout
- 4 puiconstructie
  - buitenblad a. galerij/balkon
  - b. hout

# 12 Kanaalplaatvloeren

8 Woningscheidende wand - binnenwand
- 1 a. kalkzandsteen star
  b. kalkzandsteen, flexibel
- 2 gipsblokken/gasbeton flex
- 3 stijl- en regelwerk
- 4 kozijn

# Kalkzandsteen - baksteen

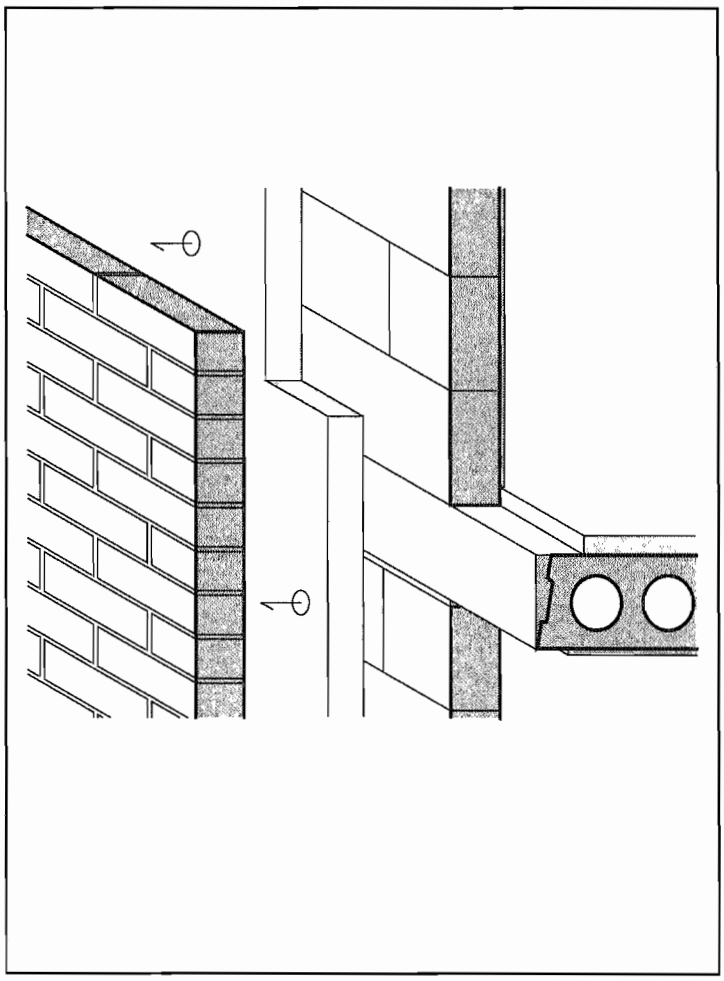



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k} = +2$ dB
- $I_{co} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

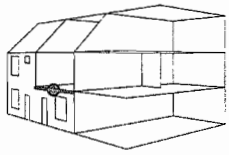


## Uitvoeringsvoorwaarden

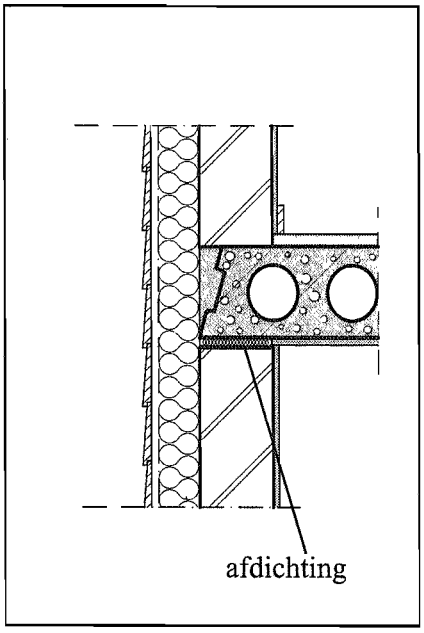
- massa binnenspouwblad tenminste 200 kg/m²
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m²

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen



# Kalkzandsteen - hout

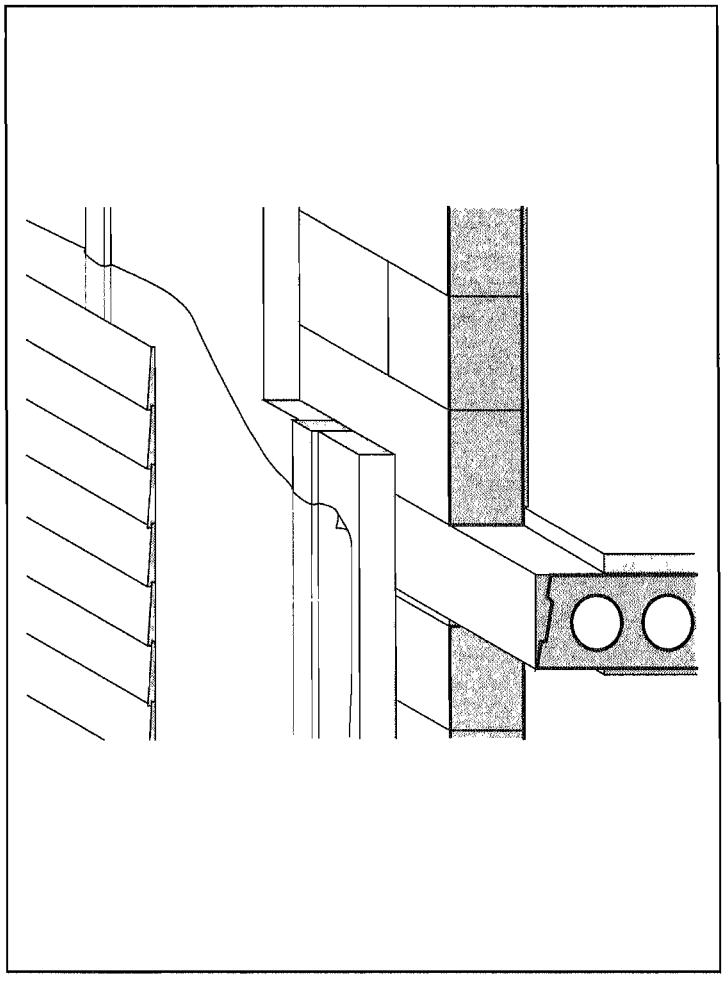



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k} = +2$ dB
- $I_{co} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



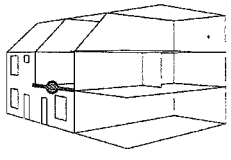
## Uitvoeringsvoorwaarden

- massa binnenspouwblad tenminste 200 kg/m$^2$
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m$^2$

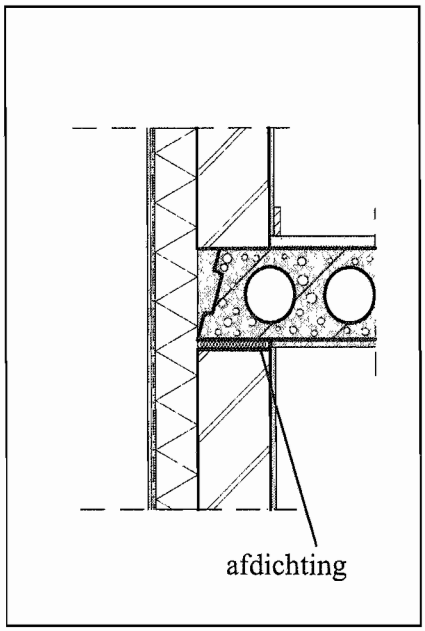
## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen





# Kalkzandsteen-pleister

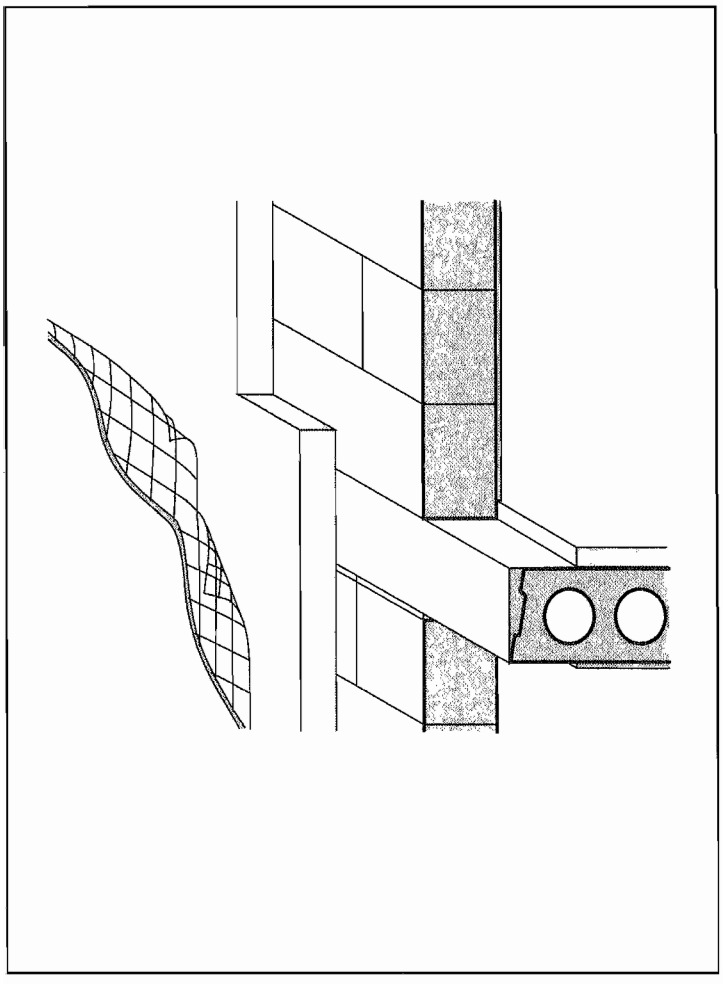



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k} = +2$ dB
- $I_{co} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

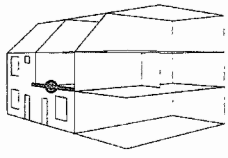


## Uitvoeringsvoorwaarden

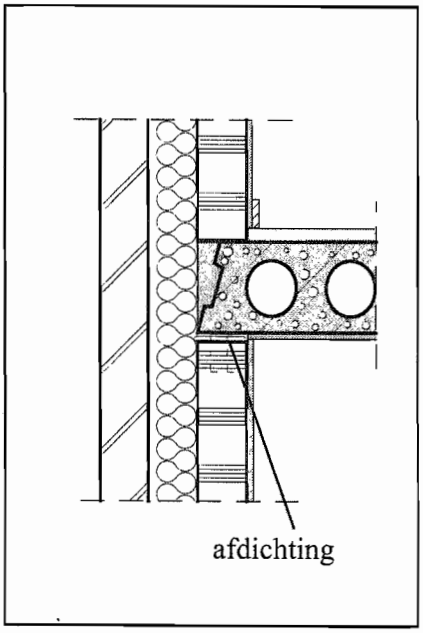
- massa binnenspouwblad tenminste 200 kg/m²
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m²

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen



# Gips/gasbeton - baksteen

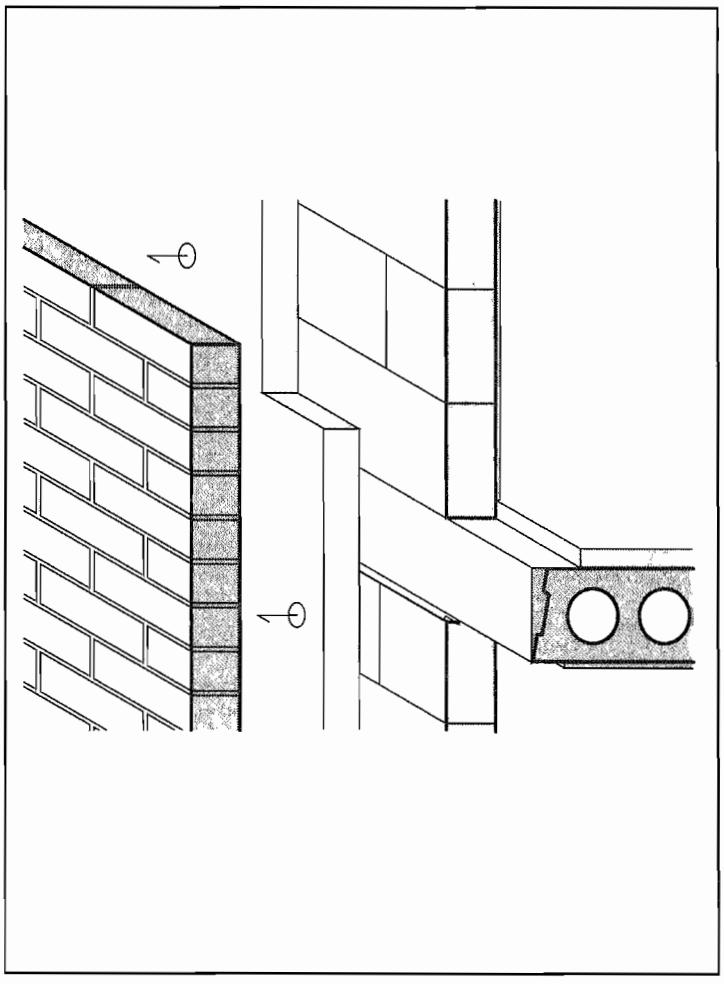



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k} = +2$ dB
- $I_{co} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

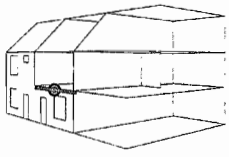


## Uitvoeringsvoorwaarden

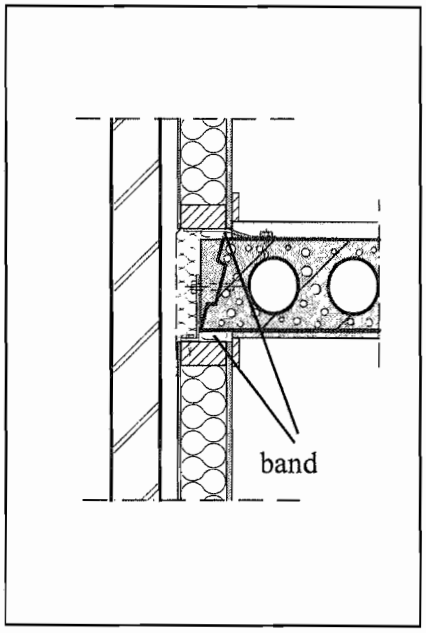
- binnenspouwblad volledig gesloten
- binnenspouwblad aan bovenzijde vrij houden van vloer
- naden afdichten
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m$^2$

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen



# Prefab hout - baksteen

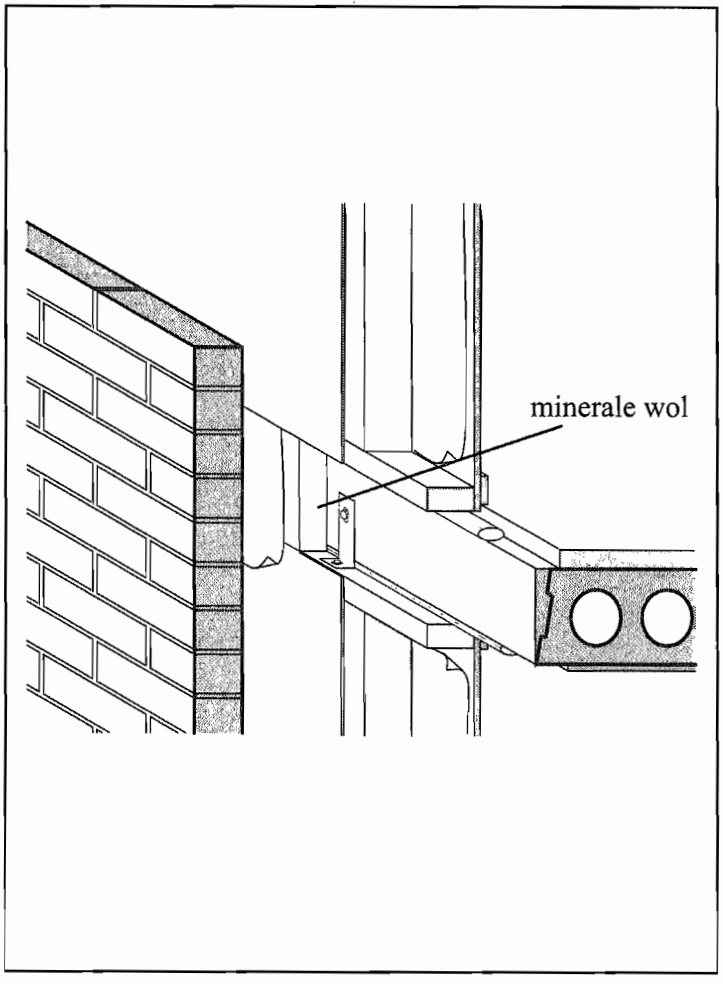



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k} = +2$ dB
- $I_{co} = 0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

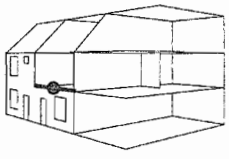



## Uitvoeringsvoorwaarden

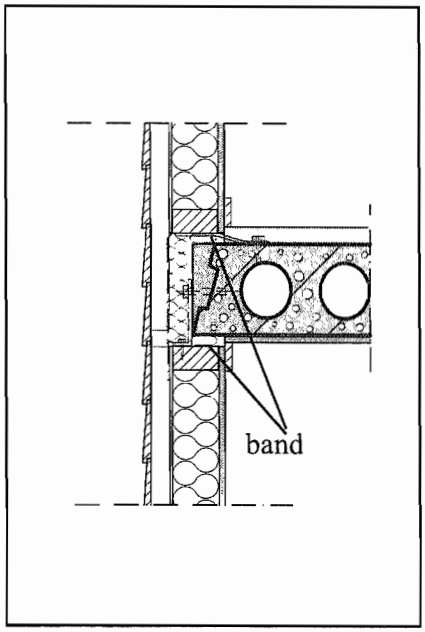
- binnenspouwblad niet doorkoppelen
- naden afdichten
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m²

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen



# Prefab hout - hout

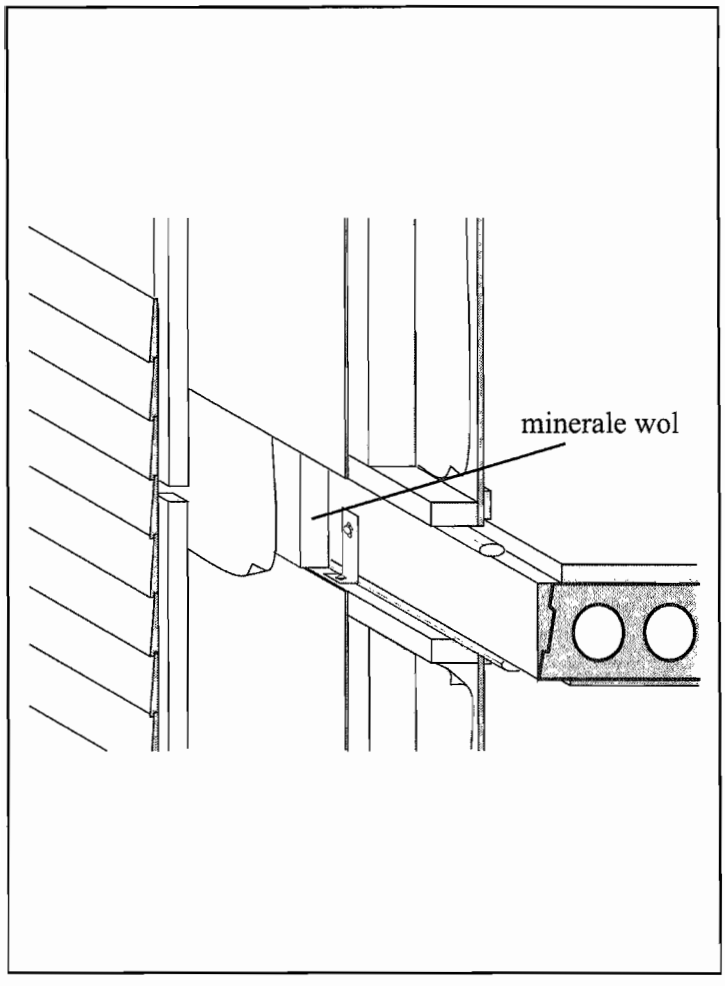



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k}$ = + 2 dB
- $I_{co}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

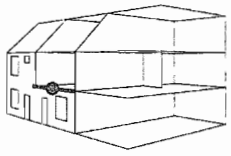



## Uitvoeringsvoorwaarden

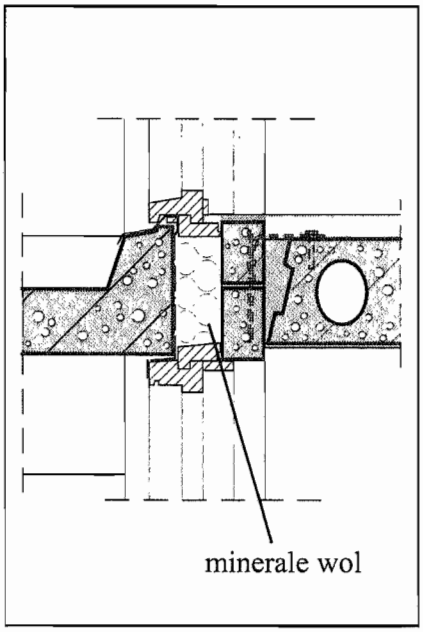
- binnenspouwblad niet doorkoppelen
- naden afdichten
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m$^2$

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen



# Pui - galerij/balkon

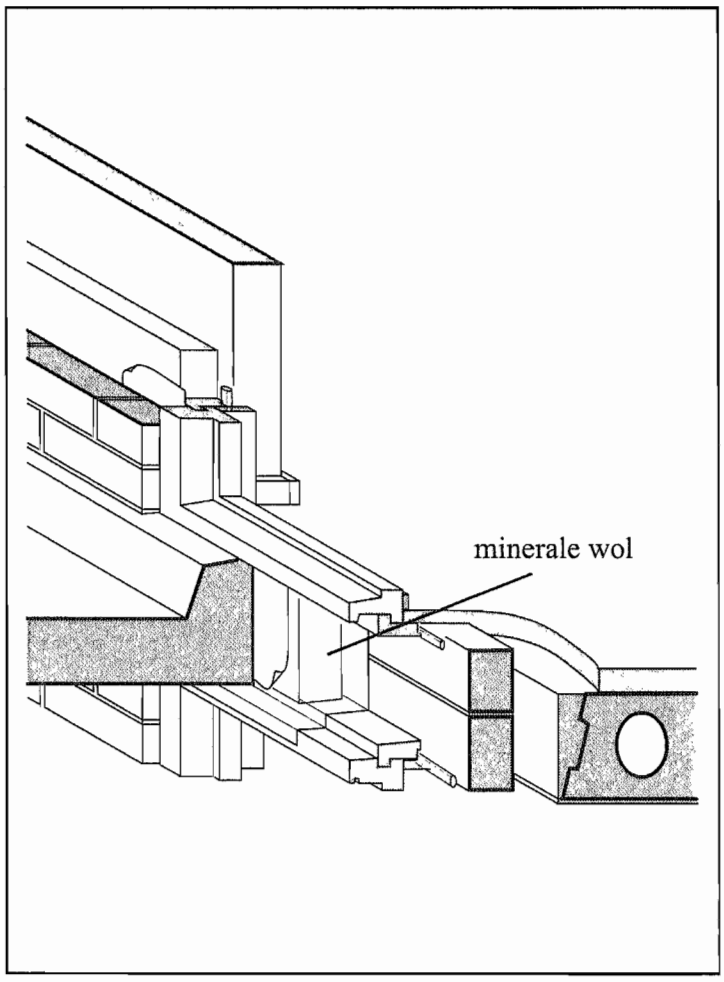



## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k}$ = + 2 dB
- $I_{co}$ = 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

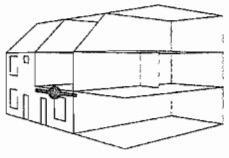



## Uitvoeringsvoorwaarden

- naden afdichten
- massa aansluitende woning-scheidende wand tenminste 500 kg/m²

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen

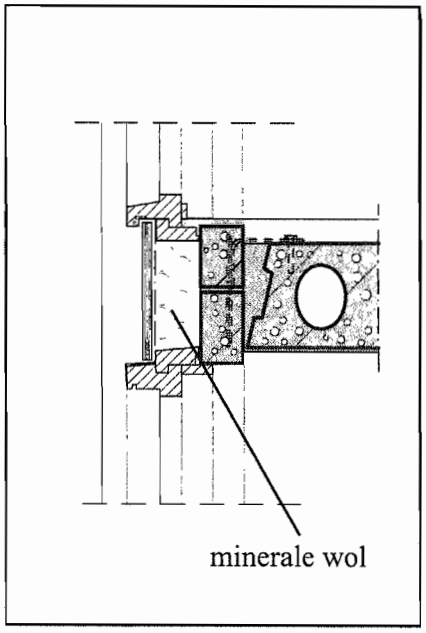


# 12 Kanaalplaatvloeren

## Pui - hout

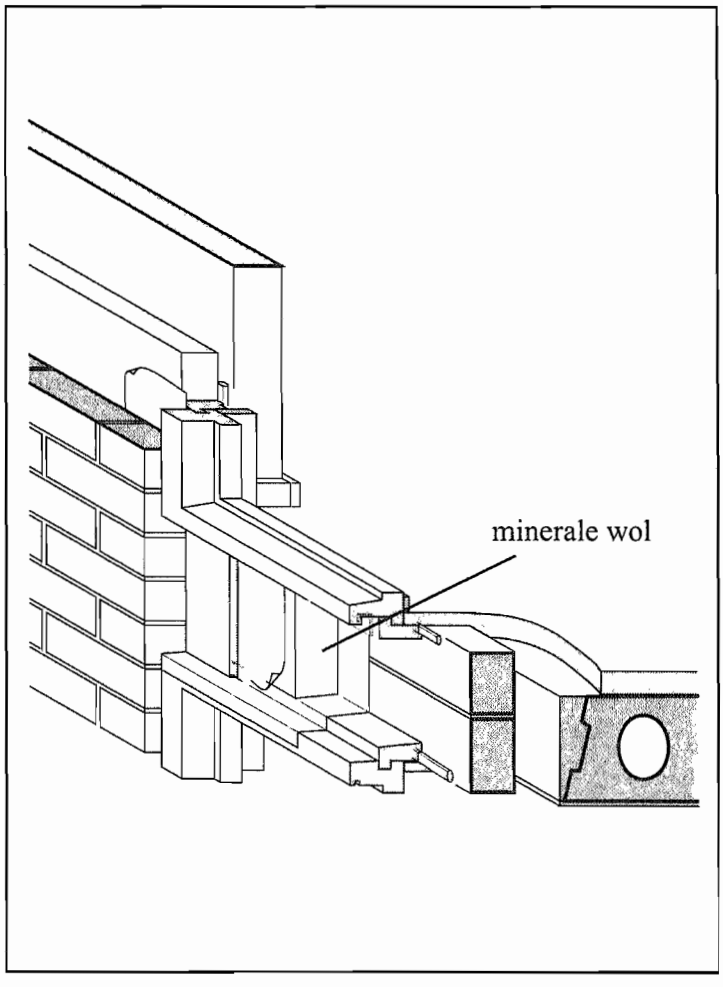
### Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k}$ = + 2 dB
- $I_{co}$ = 0 dB




### Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

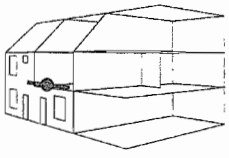



### Uitvoeringsvoorwaarden

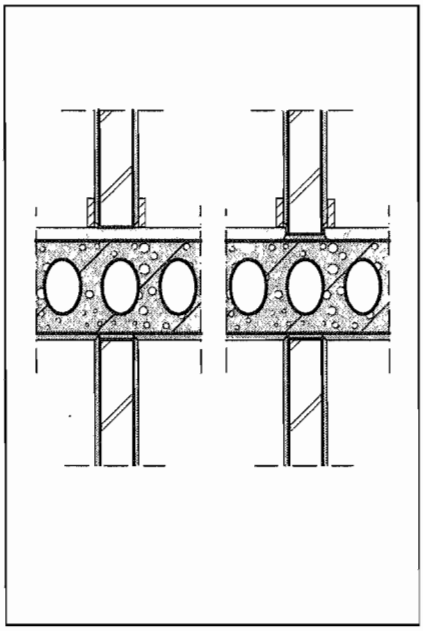
- naden afdichten
- massa aansluitende woningscheidende wand tenminste 500 kg/m²

### Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- bij meergezinswoningen geen ankerloze spouwmuren toepassen



# Kalkzandsteen, star

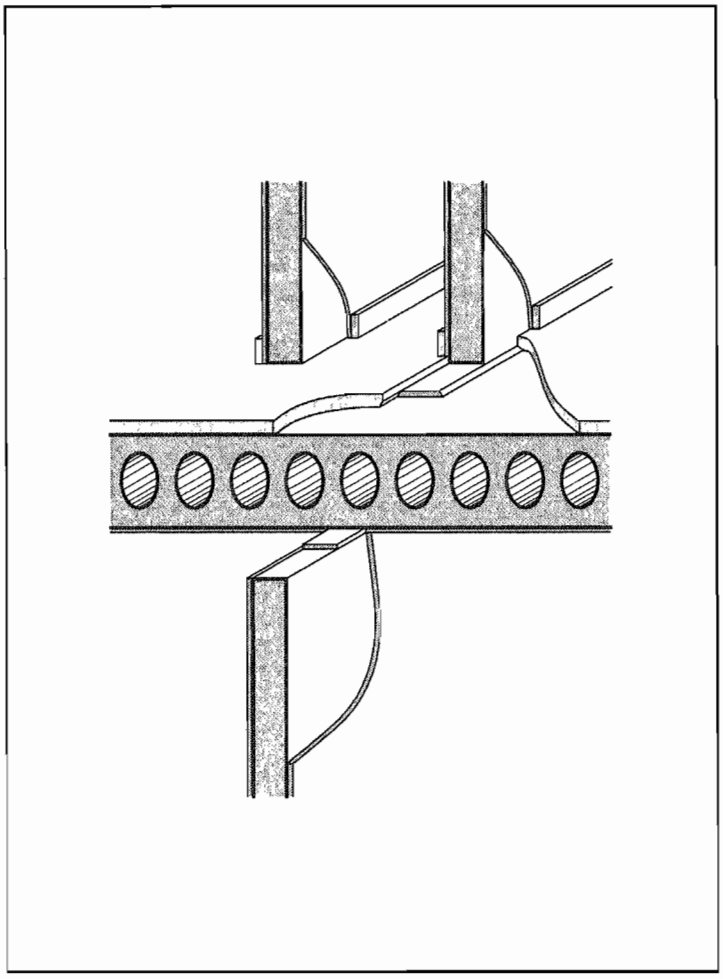


## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k} = +2$ dB
- $I_{co} = +0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

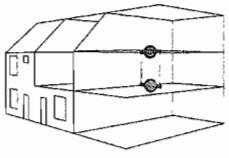


## Uitvoeringsvoorwaarden

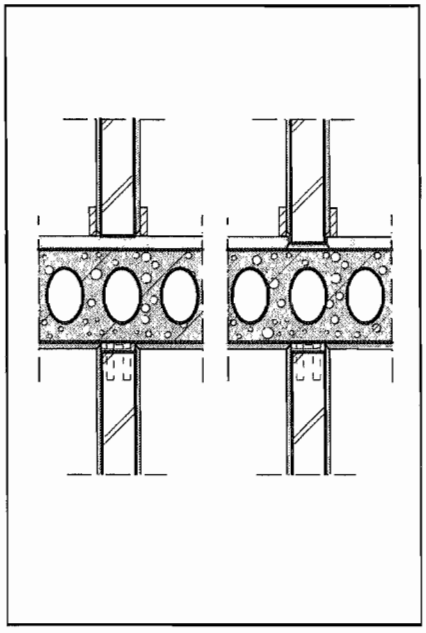
- massa binnenwanden > 350 kg/m²

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer



# Kalkzandsteen, flex

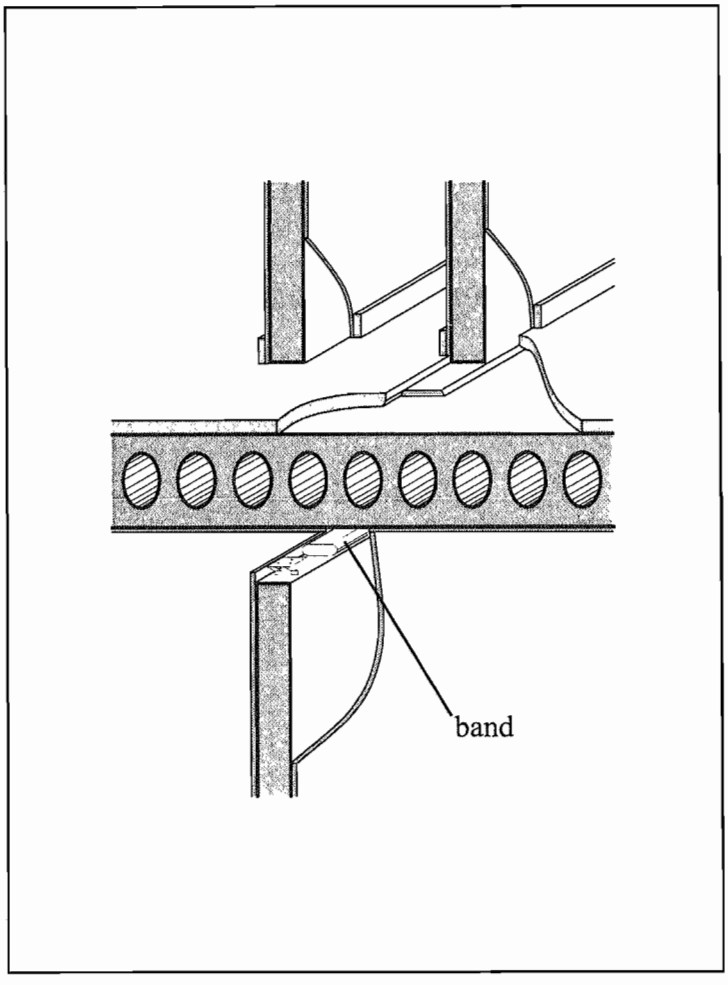


## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k}$ = + 2 dB
- $I_{co}$ = + 0 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



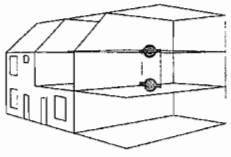

## Uitvoeringsvoorwaarden

- binnenwand aan bovenzijde vrijhouden
- massa binnenwanden < 200 kg/m²

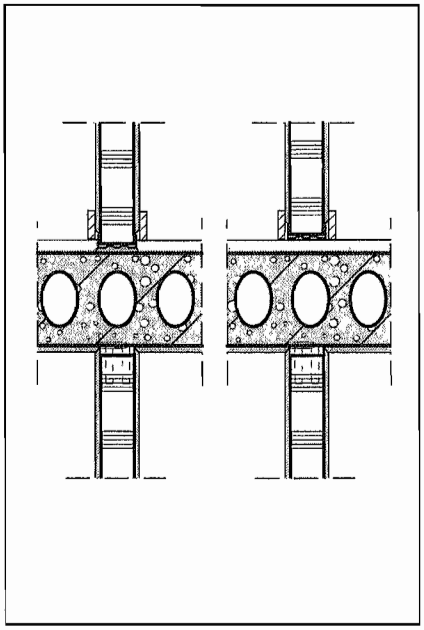
## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer





# Gipsblokken - gasbeton

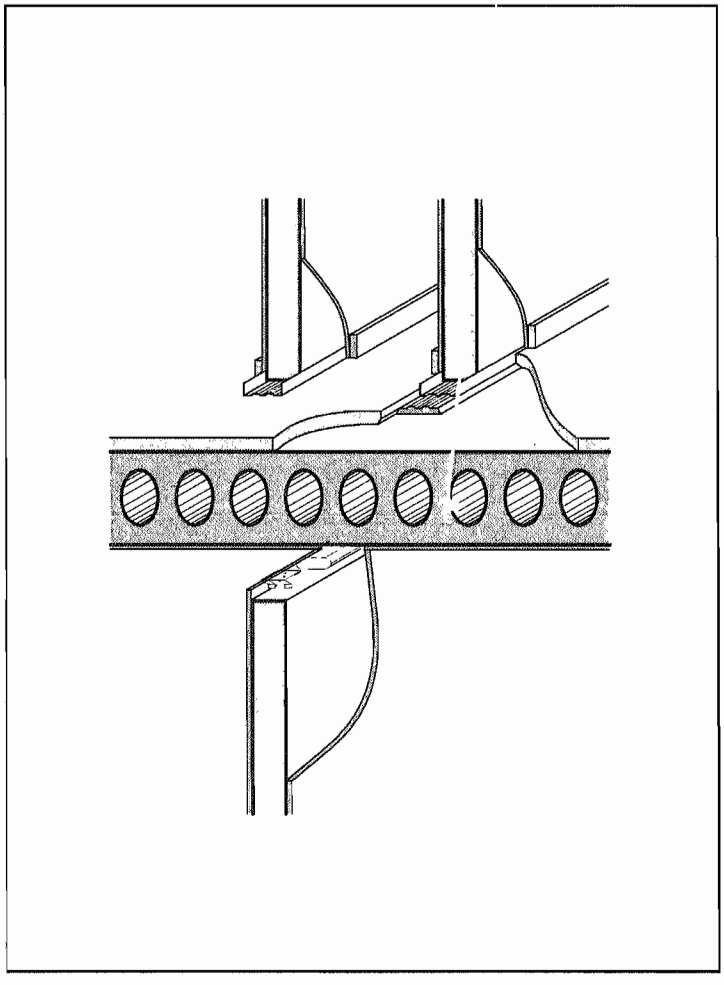


## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k} = +2$ dB
- $I_{co} = +0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

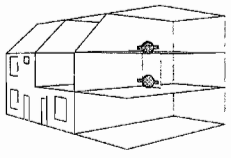


## Uitvoeringsvoorwaarden

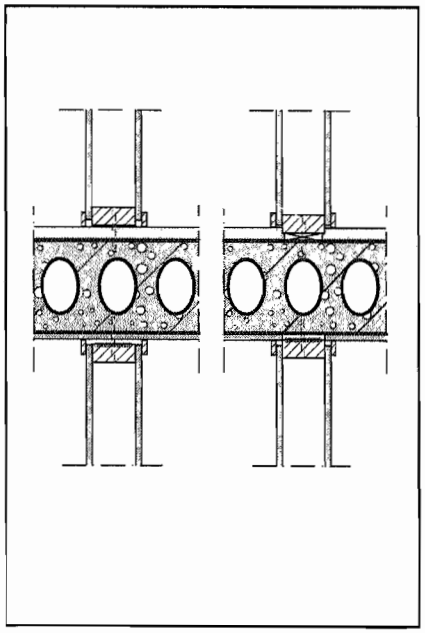
- binnenwand aan bovenzijde vrijhouden
- massa binnenwanden < 200 kg/m²

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer



# Stijl- en regelwerk

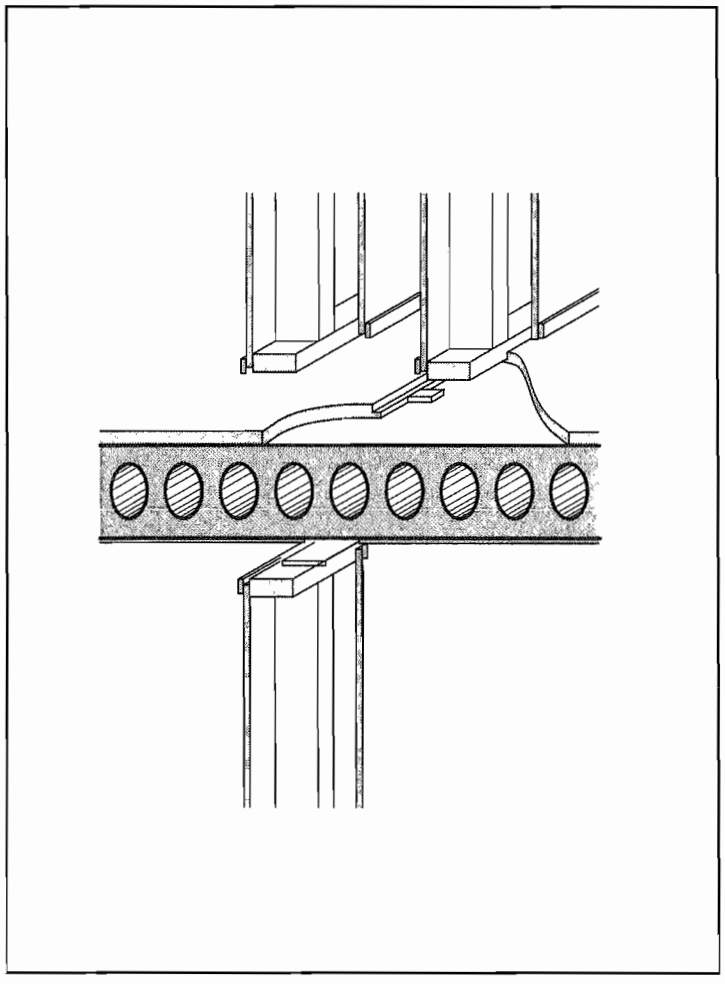


## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k} = +2$ dB
- $I_{co} = +0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

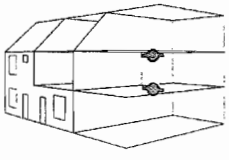


## Uitvoeringsvoorwaarden

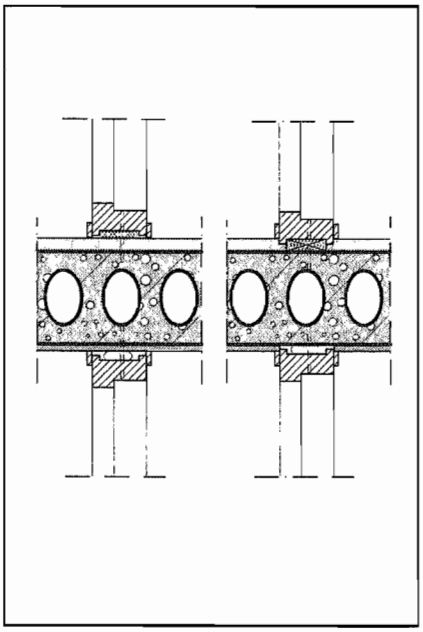
- binnenwand aan bovenzijde vrijhouden

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer



# Kozijn

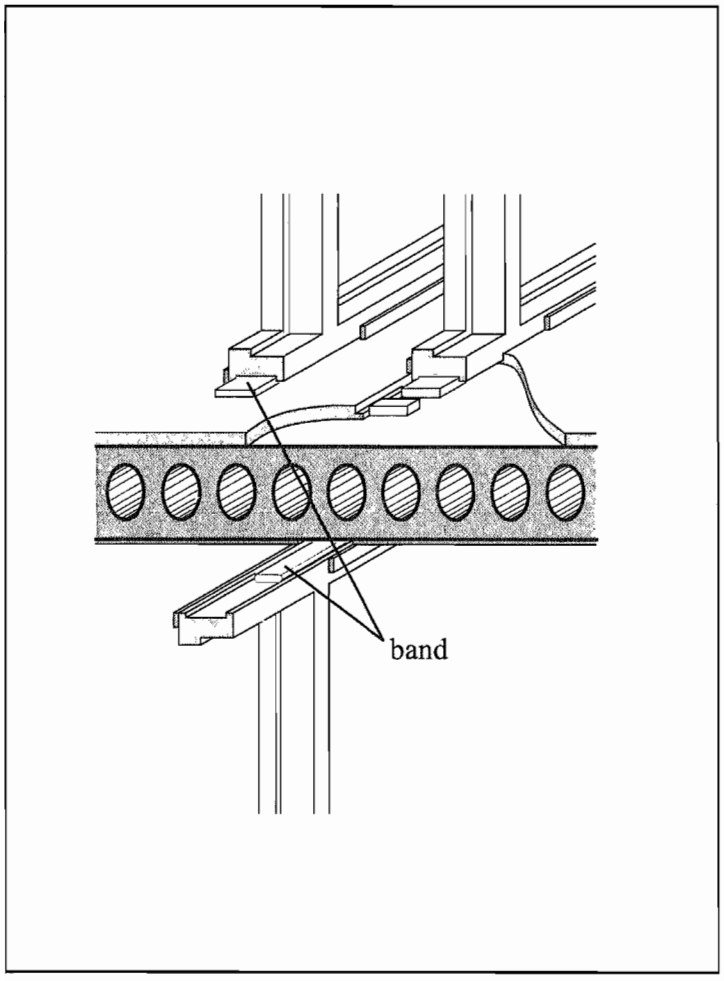


## Akoestische kwaliteit

Vloer 200 mm
- $I_{lu;k} = +2$ dB
- $I_{co} = +0$ dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

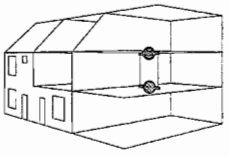



## Uitvoeringsvoorwaarden

- kozijn aan bovenzijde vrijhouden

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer



# 12 Houten vloeren

In de Nederlandse woningbouw wordt o.a de volgende houten vloer als woningscheidende vloerconstructie toegepast.

| | massa kg/m² | $I_{lu;lab}$ dB | $I_{co;lab}$ dB |
|---|---|---|---|
| 22 mm vloerdelen<br>houten balklaag<br>spouw 200 mm<br>60 mm minerale wol<br>2 x 12,5 mm gipskarton (vrijhangend of op veerregels)<br>- voorzien van droge zwevende vloer | 70 | +2 | +4 |

**SRW/SROW CODE:**

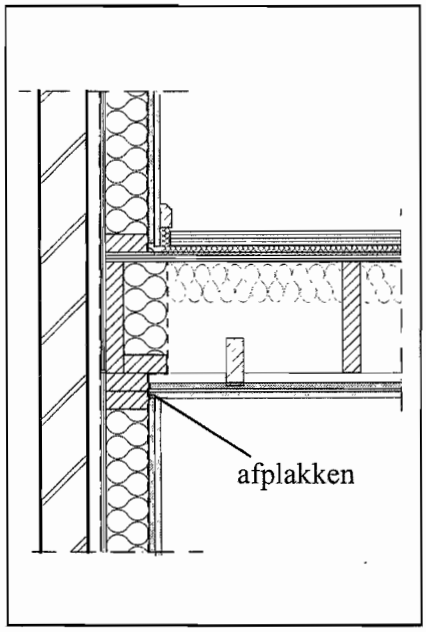
24.. .. .. ..: Timmerwerk
24 10 .. .. ..: In het werk vervaardigd
24.10.00 .. ..: Hout
24 10.00.19 ..: Houten vloeren
24.10.00.19.7.: Knoopunt 7 (vloer - gevel)
21 10.00.19.73: Aansluitende constructie type 3

In deze paragraaf zijn de volgende knooppunten nader uitgewerkt:

7 Woningscheidende vloer - gevel
3 binnenblad prefab hout
buitenblad a. baksteen
b. hout

8 Woningscheidende wand - binnenwand
3 stijl- en regelwerk

# Prefab hout - baksteen

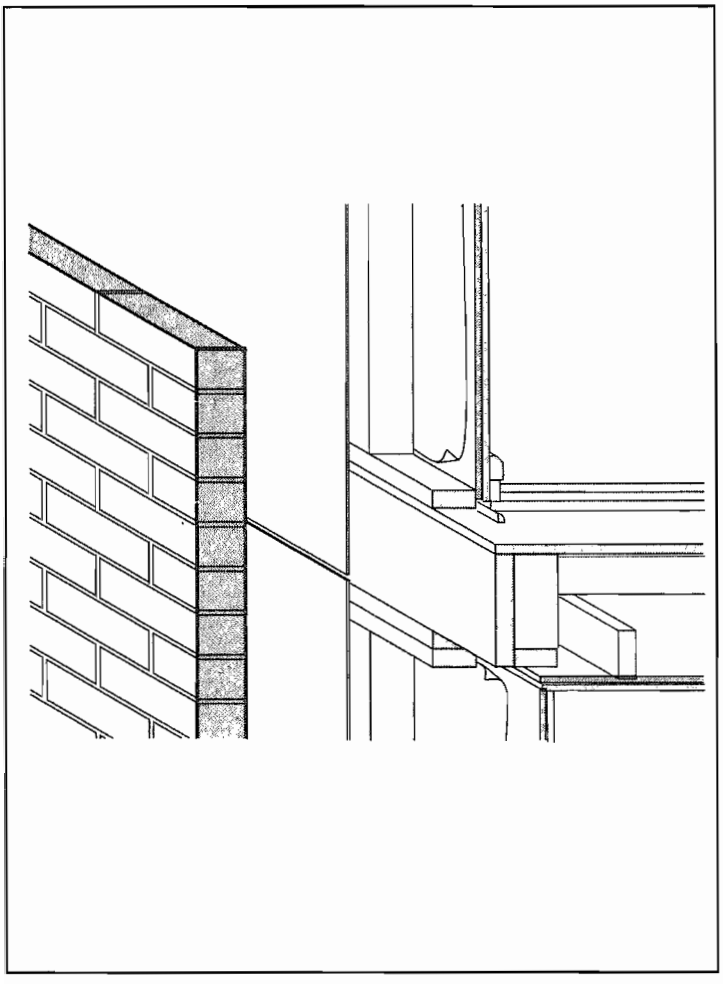



## Akoestische kwaliteit

- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co}$ = + 4 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

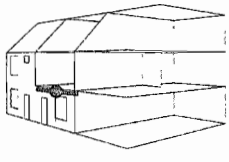


## Uitvoeringsvoorwaarden

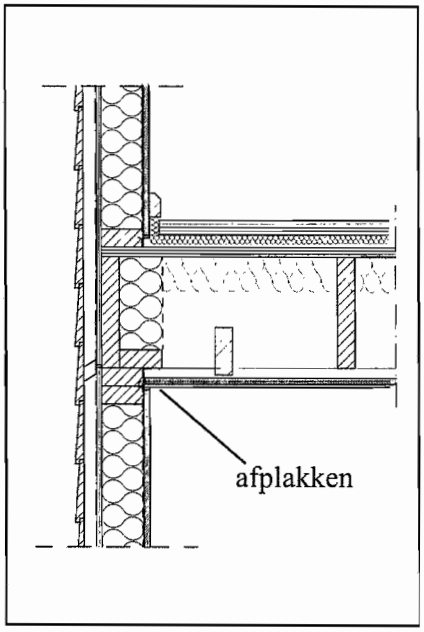
- zwevende dekvloer vrijhouden van omringende wanden, leidingen etc.
- plint vrijhouden van dekvloer
- onverpakte minerale wol in spouw
- naden afdichten
- binnenspouwbladen niet doorkoppelen
- dubbele gipskartonplaten bevestigen op veerregels

## Aandachtspunten

- binnenspouwblad dubbele gipskartonplaten
- geen doorvoeren in vloer



# Prefab hout - hout

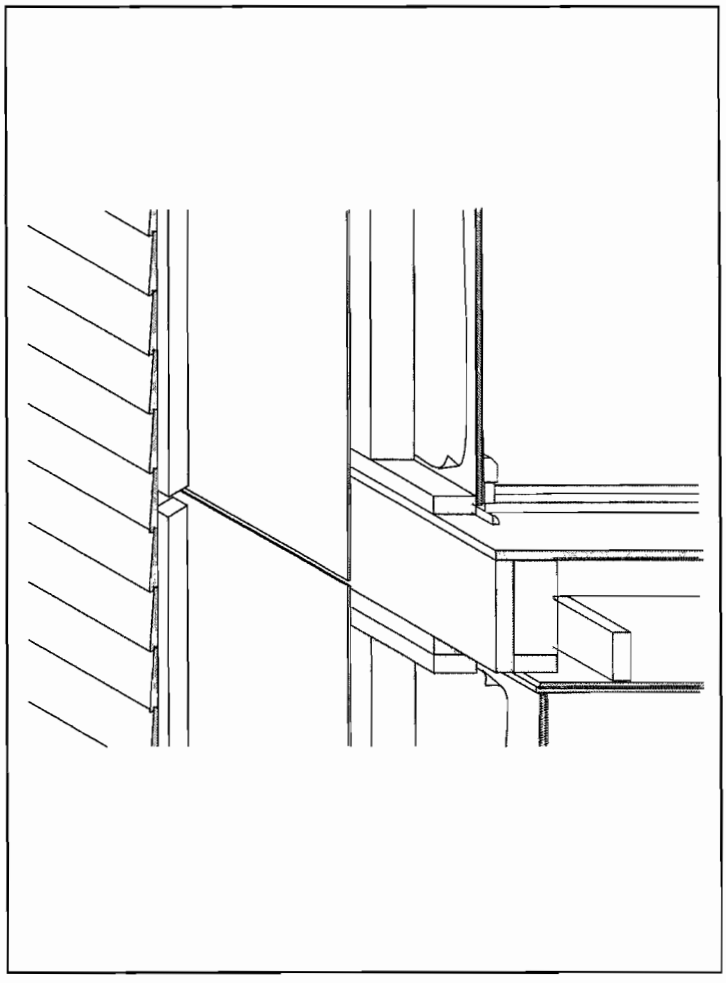



## Akoestische kwaliteit

- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co}$ = + 4 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied



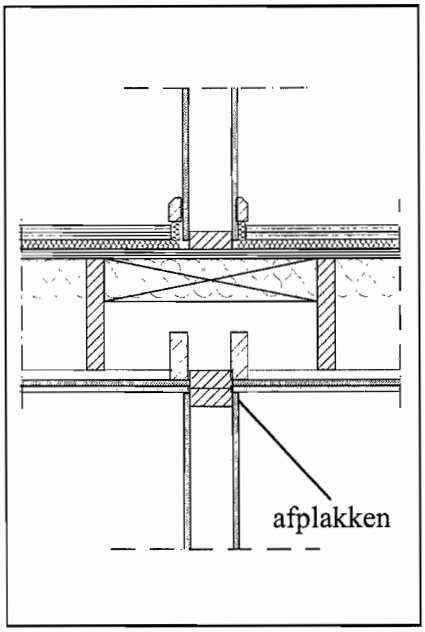
## Uitvoeringsvoorwaarden

- zwevende dekvloer vrijhouden van omringende wanden, leidingen etc.
- plint vrijhouden van dekvloer
- onverpakte minerale wol in spouw
- naden afdichten
- binnenspouwbladen niet doorkoppelen
- dubbele gipskartonplaten bevestigen op veerregels

## Aandachtspunten

- binnenspouwblad dubbele gipskartonplaten
- geen doorvoeren in vloer

# Stijl- en regelwerk

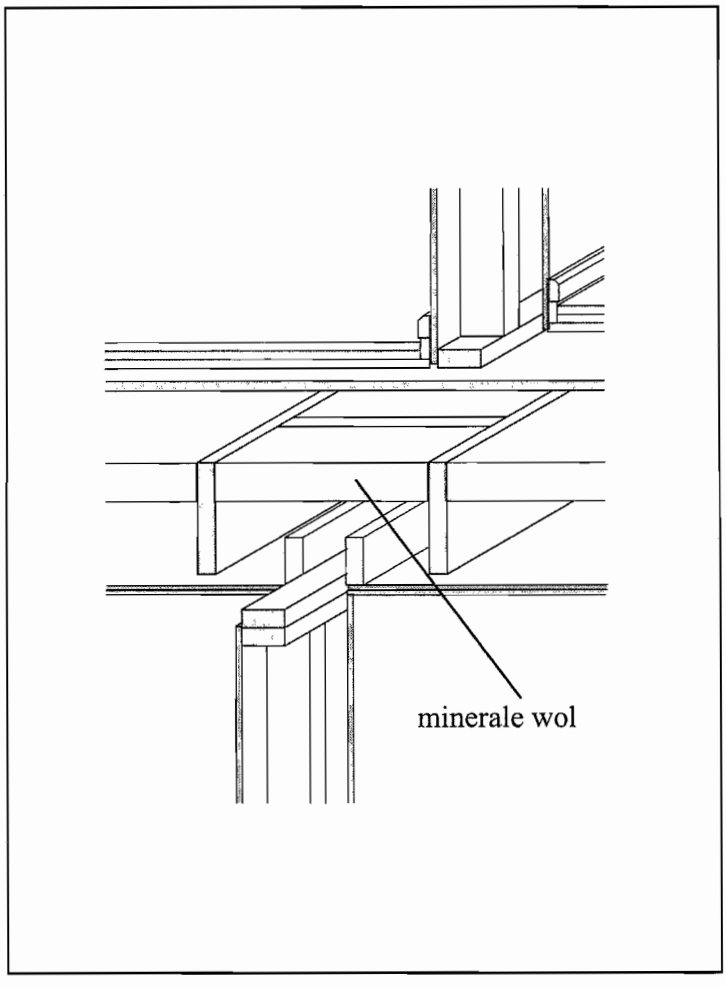



## Akoestische kwaliteit

- $I_{lu;k}$ = 0 dB
- $I_{co}$ = + 4 dB

## Toepassingsgebied

- tussen besloten ruimte en verblijfsgebied

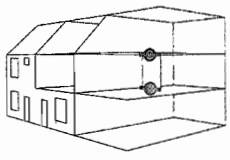



## Uitvoeringsvoorwaarden

- zwevende dekvloer vrijhouden van omringende wanden, leidingen etc
- plint vrijhouden van dekvloer
- onverpakte minerale wol in spouw
- naden afdichten
- dubbele gipskartonplaten bevestigen op veerregels of vrijhangende plafondhangers

## Aandachtspunten

- geen doorvoeren in vloer
- binnenwand mag ook op de zwevende dekvloer worden geplaatst



# 13

## 13.1 ALGEMEEN


Braat-Eggen P.E. 85 Vergelijking van metingen en berekeningen van de geluidisolatie van enkele dubbele scheidingsconstucties. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.

Bremen H. van 71 Een gehorig huis - wat doe je eraan? Algemene Uitgaven Bouwcentrum. Bouwcentrum, Rotterdam.

Gerretsen E. 84 Berekening van luchtgeluid- en contactgeluidisolatie. SBR publikatie B3 - 7, Stichting Bouwresearch, Rotterdam.

Hartman R.A.A. Jansen B.J.G. 79 Geluidwering bij renovatie: lucht- en contactgeluidmetingen aan verbeterde houten vloerconstructies in een proefpand. Bouwcentrum, Rotterdam.

Hartman R.A.A. 83 Geluidisolerende eigenschappen van lichte woningscheidende wanden. MVROM, Den Haag.

Hartman R.A.A. 90 Kan het wat zachter? Actieplan voor de bestrijding van burenlawaai. SBR publikatie 231, Stichting Bouwresearch, Rotterdam.

Hartman R.A.A. Heringa P.H. Vercammen M. 91 Het Bouwbesluit en de geluidwering van woningen. SBR publikatie 251, Stichting Bouwresearch, Rotterdam.

# 13 Literatuur

## Literatuur


| | | |
|---|---|---|
| Heringa P.H. | 81 | Sanitairlawaai in woningen.<br>SBR publikatie B 3 - 4,<br>Stichting Bouwresearch, Rotterdam. |
| Lichtveld W.J.<br>Niggebrugge J.W. | 82 | Pannendakconstructies: het weren van lawaai van buren en van buiten.<br>SBR publikatie B 3 - 5,<br>Stichting Bouwresearch, Rotterdam. |
| Luxemburg L.C.J. van | 84 | Akoestische kwaliteit van nieuwbouwwoningen.<br>MVROM, Den haag. |
| Luxemburg L.C.J. van<br>Martin H.J. | 84<br>85 | Bouwkunde 7a, Jellema.<br>Bouwkunde 7c, Jellema.<br>Waltman Delft. |
| Mahler J.W. | 83 | Geluidwering bij woningverbetering.<br>SBR publikatie B 3 -6,<br>Stichting Bouwresearch, Rotterdam. |
| Niggebrugge J.W. | 83 | Geluidisolatie tussen woningen en pannendakconstructies.<br>MVROM, Den Haag. |
| Nijs L. | 81 | De invloed van de oriëntering van bouwstroken op verkeers-geluidniveaus: het stedebouwkundig ontwerpen binnen het kader van de wet geluidhinder.<br>Technische Hogeschool Delft, Delft. |
| Raab P.C. | 77 | Bouwcentrum en de bouwpraktijk.<br>Geluidisolatie.<br>Bouwcentrum, Rotterdam. |
| Willigers L.H.J. | 88 | Geluidisolatie: ankerloze spouwmuur of enkelvoudige muur.<br>SBR publikatie 181,<br>Stichting Bouwresearch, Rotterdam. |

# 13 Literatuur


74 Flankerende geluidoverdracht: berekening van de isolatie-index tussen vertrekken.
SBR publikatie 45,
Stichting Bouwresearch, Rotterdam.

81 Geluidwering in de woningbouw: voordrachten gehouden op de bijeenkomst van 21 mei 1981 te Rotterdam.
Nederlands Akoestisch Genootschap, Delft.

83 Bladlood voor geluidisolatie: de toepassing en de verwerking van bladlood in geluidisolerende konstrukties.
Stichting Informatiecentrum Bewerkt Lood, Zoetermeer.

80 Geluidisolatie bij aansluitingen van vloeren, wanden, gevels en daken.
SBR publikatie B 3 - 2,
Stichting Bouwresearch, Rotterdam.

70 Het voorkomen van 'geluidlekken' in vloeren bij doorvoering van CV-leidingen.
SBR publikatie 28,
Stichting Bouwresearch, Rotterdam.

80 Geluidisolatie van houten wanden.
Houtvoorlichtingsinstituut,
Amsterdam.

# 13 Literatuur


78 Zware vloeren en de isolatie tegen loopgeluiden.
SBR publikatie 24,
Stichting Bouwresearch, Rotterdam.

Brochure Stedebouw en Geluid (incl. rekenschuif).
Staatsuitgeverij, Den Haag.

Brochure Berekening van Wegverkeersgeluid.
Staatsuitgeverij, Den Haag.

80 Gemeente en Geluidhinder.
Blauwe reeks nr. 64.
Vereniging van Nederlandse Gemeenten, Den Haag.

83 Woningontwerp en Geluid.
MVROM, Den Haag.

Bobran H.W. 82 Handbuch der Bauphysik: Berechnungs- und Konstruktionsunterlagen für Schallschutz, Raumakustik, Wärmeschutz und Feuchtigkeits-schutz.
Bertelsmann Fachverlag, Gutersloh.

Fasold W.
Sonntag E.
Winkler H. 87 Bauphysikalische Entwurfslehre Bau- und Raumakustik.
Müller, Köln-Braunsfeld.

Heckl M.
Müller H. 75 Taschenbuch der Technischen Akustik.
Springer Verlag.
Berlin/Heidelberg/New York.

# 13 Literatuur


Sälzer E.
Moll W.
Wilhelm H. 79 Schallschutz elementierter Bauteile.
Bauverlag GmbH,
Wiesbaden und Berlin.

Luxemburg L.C.J. van
Martin H.J. 86 Repeatability and reproducibility of laboratory airborne sound insulation measurements; a Dutch precision experiment: summary.
TPD TNO-TH, Delft.


## 13.2 GEVELS


Beentjes W.G.M. 84 Inventarisatie van geprefabriceerde suskasten.
Bouwcentrum, Rotterdam.

Beentjes W.G.M. 85 De kwaliteit van de geluidwering van de gevel in nieuwbouwwoningen.
Bouwcentrum, Rotterdam.

Bezemer A.W. 84 De invloed van spouwventilatie op de geluidwering van dubbele ramen.
Bouwcentrum, Rotterdam.

Doorn-IJzerman P. van 80 Literatuuronderzoek naar de lucht-geluidisolatie van verschillende gevelmaterialen ten behoeve van de berekening van gevel-isolaties.
Deel II: Muren en borstweringen.
Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO, Delft.

Gerretsen E.
Toorn J.D. van der 83 Schaalmodelonderzoek naar het effect van galerijen en balkons op de geluidreductie van gevels.
Technisch Physische Dienst TNO-TH, Delft.

# 13 Literatuur


| | | |
|---|---|---|
| Gerretsen E. | 85 | Uitbreiding en aanpassingen computerprogramma geluidwering gevels volgens WG-HR-05-02. Technisch Physische Dienst TNO-TH, Delft. |
| Gerretsen E. | 86 | Evaluatie van diverse aspecten van de rekenmethode geluidwering gevels in het kader van het Bouwbesluit. Technisch Physische Dienst TNO-TH, Delft. |
| Gerretsen E. | 87 | Nader onderzoek naar enkele aspecten van de geluidwering van gevels t.b.v. de rekenmethode. Technisch Physische Dienst TNO-TH, Delft. |
| Luxemburg L.C.J. van | 88 | Kierdichting akoestisch gezien. SBR publikatie F14, Stichting Bouwresearch, Rotterdam. |
| Mahler J.W. | 83 | Geluidisolatie van dakramen. MVROM, Den Haag. |
| Mahler J.W. | 85 | Geluidwering lichte borstweringspanelen. MVROM, Den Haag. |
| Mahler J.W.<br>Braat-Eggen P.E. | 87 | Geluidwering buitendeuren: Literatuuronderzoek en Meetonderzoek. Technisch Physische Dienst TNO-TH, Delft. |
| Muchall R.C. | 86 | De geluidwering van kierdichtingsprofielen. Dienst Openbare Werken en Volkshuisvesting, Amsterdam. |

# 13 Literatuur


Niggebrugge J.W. Gerretsen E. 86 Geluidwering van glasconstructies - onderzoek in opdracht van de vijf grote gemeenten en Rijkswaterstaat. Lichtveld Buis & Partners, Utrecht.

Rovers R. 84 Verkeerslawaai en woningen: handreiking voor plattegrond en gevelconstructie, 2e geheel herziene druk. Bouwcentrum, Rotterdam.

Willigenburg J.J. van 82 Voorstel realiteitsbeoordelingssysteem van gevelelementen met betrekking tot de geluidwerendheid. M + P Akoestisch Adviseurs BV, Aalsmeer.

83 Geluidisolatie en gevelelementen. MVROM, Den Haag.

83 Berekeningsmethoden geluidwering van gevels. MVROM, Den Haag.

86 Geluidisolatie in houtskeletbouwwoningen. MVROM, Den Haag.

87 Geluidwering in woningen. Samenvatting van 20 onderzoeksrapporten binnen het thema 'geluid'. MVROM, Den Haag.

89 Herziening rekenmethode geluidwering gevels. Actualisering hoofdstukken 4 + 5 van de brochure 'Verkeerslawaai en Woningen'. MVROM, Den Haag.

# 13 Literatuur

## 13.3 NORMEN


| | | |
|---|---|---|
| NEN 1070 | 76 | Geluidwering in woongebouwen. |
| Aanv. NEN 1070 | 85 | Aanvulling op NEN 1070. Geluidwering in woongebouwen. |
| NEN 1087 | 75 | Ventilatie in woongebouwen, eisen. |
| NEN 1088 | 75 | Ventilatie in woongebouwen: aanwijzingen voor en voorbeelden van de constructieve uitvoering van ventilatievoorzieningen. |
| NEN 3564 | 76 | Beglazing van gebouwen. Beglazen met behulp van kit en houten, metalen en betonnen ramen, deuren en kozijnen. |
| NEN 3661 | 75 | Ramen-Luchtdoorlatendheid, waterdichtheid, stijfheid en sterkte eisen. |
| NEN 5077 | 91 | Geluidwering in woongebouwen. Bepalingsmethoden voor de grootheden voor luchtgeluidisolatie, contactgeluidisolatie, geluidwering van uitwendige scheidings-constructies en geluidniveaus veroorzaakt door installaties. |
| NEN 5078 | 90 | Geluidwering in woongebouwen. Rekenmethode voor de bepaling van de geluidabsorptie in ruimten. |
| NEN 5079 | 90 | Geluidwering in woongebouwen. Het weergeven in één getal van de geluidisolatie van bouwelementen, gemeten in het laboratorium. |
| NPR 3670 | 83 | Gevelvullingen met houten kozijnen, ramen, deuren, borstweringen en overige vullingen. Richtlijnen voor de vervaardiging (KVT/EG'80). Deel B: Constructiedetails en verbindingen. Deel D: Gevelvullende elementen. |

# 13 Literatuur


| | | |
|---|---|---|
| NPR 5070 voorlopige versie | 92 | Geluidwering in woongebouwen. Voorbeelden van wand- en vloer-constructies. |
| NPR 5071 | 81 | Geluidwering in woongebouwen. Beperking van galm, lawaai door slaande deuren en dergelijke in gemeenschappelijke ruimten. |
| Aanv.NPR 5071 | 81 | Aanvulling op NPR 5071. Geluidwering in woongebouwen. Voorbeelden van maatregelen tegen galm, lawaai door slaande deuren en dergelijke in gemeenschappelijke ruimten, afgestemd op NEN 1070. |
| NPR 5072 | 91 | Geluidwering in woongebouwen. Luchtafvoersystemen. |
| NPR 5073 | 91 | Geluidwering in woongebouwen. Liftinstallaties. |
| NPR 5074 | 91 | Geluidwering in woningen en woongebouwen. Centrale-verwarmingsinstallaties met radiatoren of convectoren. |
| NPR 5075 | 91 | Geluidwering in woongebouwen. Sanitaire toestellen en installaties voor de aan- en afvoer van water. |
| NPR 5076 | 90 | Geluidwering in woongebouwen. Geluidwering in houtskeletbouw. |
| Ontwerp NPR 5086 | 90 | Geluidwering in woongebouwen. Geluidwering van lichte, woningscheidende wanden. |
| NEN 20 140-1 | 88 | Het meten van geluidisolatie in gebouwen en van bouwelementen. Eisen voor laboratoriummeetruimten (met mededeling februari 1989) (ISO 140-1-1978). |
| NEN-ISO 140-2 | 86 | Het meten van geluidisolatie in gebouwen en van bouwelementen. Opgave van meetnauwkeurigheids-eisen (ISO 140-2-1978) (met mededeling februari 1989). |

# 13 Literatuur


| | | |
|---|---|---|
| NEN 20 140-3 | 88 | Het meten van geluidisolatie in gebouwen en van bouwelementen. Laboratoriummeting van de luchtgeluidisolatie van bouwelementen (ISO 140-3-1978) (met mededeling februari 1989). |
| NEN-ISO 140-4 | 86 | Het meten van geluidisolatie in gebouwen en van bouwelementen. Praktijkmeting van de luchtgeluidisolatie tussen ruimten (ISO 140-4-1978) (met mededeling februari 1989). |
| NEN 20 140-5 | 88 | Het meten van geluidisolatie in gebouwen en van bouwelementen. Praktijkmeting van de luchtgeluidisolatie van gevelelementen en gevels (ISO 140-5-1978) (met mededeling februari 1989). |
| NEN 20 140-6 | 88 | Het meten van geluidisolatie in gebouwen en van bouwelementen. Laboratoriummeting van de contactgeluidisolatie van vloeren (ISO 140-6-1978) (met mededeling februari 1989). |
| NEN-ISO 140-7 | 86 | Het meten van geluidisolatie in gebouwen en van bouwelementen. Praktijkrichtlijn van de contactgeluidisolatie van vloeren (ISO 140-7-1978) (met mededeling februari 1989). |

## 13.4 ISO INTERNATIONAL STANDARDS


| | | |
|---|---|---|
| ISO 140 | 78 | Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. |
| ISO 140/1 | 90 | Part 1: Requirements for laboratories. |
| AD 140/1 | 89 | Addendum 1 to ISO 140/1 concerning measurements of airborne sound insulation of windows and glazing. |
| ISO 140/2 | 91 | Part 2: Determination, verification and application of precision data. |
| ISO 140/3 | 78 | Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements (amendment in preparation). |
| ISO 140/3 | 89 | Addenda to ISO 140-3 concerning measurements of airborne sound insulation of windows and glazing. |
| ISO 140/4 | 78 | Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms. |
| ISO 140/5 | 78 | Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of facade elements and facades. |
| ISO 140/6 | 78 | Part 6: Laboratory measurements of impact sound insulation of floors. |
| ISO 140/7 | 78 | Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors. |
| ISO 140/8 | 78 | Part 8: Laboratory measurements of the reduction of transmitted impact noise by floor coverings on a standard floor. |
| ISO 140/9 | 85 | Part 9: Laboratory measurement of insulation of room-to-room airborne sound of a suspended ceiling with a planum above it. |
| DP 140/10 | | Acoustics - Measurements of sound insulation of small building elements. |
| ISO 354 | 85 | Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room. |
| ISO 717 | | Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements. |
| ISO 717/1 | 82 | Part 1: Airborne sound insulation in buildings and of building elements. |

# 13 Literatuur


| | | |
|---|---|---|
| ISO 717/2 | 82 | Part 2: Impact sound insulation. |
| ISO 717/3 | 82 | Part 3: Airborne sound insulation of facade elements and facades. |
| ISO 1996 | | Acoustics - Description and measurement of environment noise. |
| | 82 | Part 1: Basic quantities and procedures. |
| | 87 | Part 2: Acquisition of data pertinent to land use. |
| | 87 | Part 3: Application to noise limits. |
| ISO 2509 | 73 | Cork - Sound absorbing expanded pure agglomerated cork in tiles - Characteristics. |
| ISO 2510 | 73 | Cork - Sound absorbing composition cork in tiles - Characteristics. |
| ISO 3882 | | Acoustics - Laboratory tests on noise emission by appliances and equipment used in water supply installations. |
| ISO 3882/1 | 83 | Part 1: Method of measurement. |
| ISO 3882/2 | 84 | Part 2: Mounting and operating conditions of draw-off taps. |
| ISO 3882/3 | 84 | Part 3: Mounting and operating conditions of in-line valves and appliances. |
| ISO 6241 | | Performance standards in buildings - Principles for their preparation and factors to be considered (under revision). |
| DIS 6242/3 | | Building construction - Expression of users requirements. Part 3: Acoustical requirements. |
| DIS 9052/1 | | Acoustics - Determination of dynamic stiffness. Part 1: Materials used under floating floors in dwellings. |
| DIS 9053 | | Acoustics - Materials for acoustical application - Determination of airflow resistance. |
| DP 10052 | | Acoustics - Short test method for measurements of airborne sound insulation in buildings. |

## 13.5 ONDERZOEKSRAPPORTEN VAN DE INTERDEPARTEMENTALE COMMISSIE GELUIDHINDER (ICG)

BG = Bijzondere geluidonderwerpen
LL = Luchtvaartlawaai
VL = Verkeerslawaai
WG = Woongeluid


| | | |
|---|---|---|
| BG-HR-050-01 | 79 | Samenvatting Wet geluidhinder. |
| BG-HK-18-01 | 81 | Inventarisatie van geluidhinder in Nederland. |
| LL-HR-11-01 | 79 | Het proefproject voor geluidwerende voorzieningen aan woningen tegen vliegtuiglawaai in relatie tot sanering. |
| LL-DR-11-03 | 79 | Omschrijving proefproject - technische uitvoering. |
| LL-DR-11-04 | 79 | Omschrijving proefproject - kosten. |
| LL-WR-11-05 | 79 | Voorbeelden technische uitvoering. |
| LL-DR-11-06 | 79 | Beleidsaspecten. |
| LL-DR-11-07 | 79 | Verantwoording proefproject:<br>A. Rapport Bouwtechnische Commissie vliegvelden;<br>B. Akoestische en technische rapportage van de deelprojecten. |
| LL-WR-11-08 | 79 | Verantwoording proefproject - deelprojecten met dubbelglas, isolatie 35 dB(A). |
| LL-WR-11-09 | 79 | Verantwoording proefproject - deelproject Marssum, met dubbelglas en extreem hoge geluidsbelasting, isolatie 40 dB(A). |
| LL-WR-11-10 | 79 | Verantwoording proefproject - deelprojecten met enkel glas, isolatie 25 en 30 dB(A). |
| LL-WR-11-11 | 79 | Verantwoording proefproject - akoestische gegevens en geluidisolatiemetingen. |

# 13 Literatuur


| | | |
|---|---|---|
| LL-WR-11-12 | 79 | Onderzoek naar bouwkundige consequenties en de bouwkosten voor het aanbrengen van thermisch isolerende dubbele beglazing bij de woningen van het ICG-project OLL-11 op plaatsen waar om akoestische redenen kon worden volstaan met enkel glas. |
| VL-DR-08-2 | 79 | Akoestische optimale oriëntering van bouwmassa's nabij verkeerswegen. |
| VL-DR-12-1 | 79 | Deelrapport handleiding voor het berekenen van gevelisolatie tegen verkeerslawaai. |
| VL-HR-12-02 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. Algemeen. |
| VL-WR-12-03 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. D1 deelproject 1 - Dordrecht, Admiraal de Ruyterweg. |
| VL-WR-12-04 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. D2 deelproject 2 - Dordrecht, Douwe Aukesstraat. |
| VL-WR-12-05 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. A1 deelproject 1 - Amsterdam, Leeuw van Vlaanderenstraat. |
| VL-WR-12-06 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. A2 deelgroep 3 - Amsterdam, Jephtastraat. |
| VL-WR-12-07 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. A3 deelproject 4 (laagbouw) - Amsterdam, Ch. Leickerstraat 6 t/m 44 en Waldorpstraat 50 t/m 69. |
| VL-WR-12-08 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. A4 deelproject 4 - Amsterdam, Anton Waldorpstraat/Marius Bauerstraat. |

# 13 Literatuur


| | | |
|---|---|---|
| VL-WR-12-09 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. A5 deelproject 5 - Amsterdam, Willy Sluiterstraat/Willem Nuyenstraat. |
| VL-WR-12-10 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. A6 deelproject 7 - Amsterdam, Jan Voermanstraat. |
| VL-WR-12-11 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. A7 deelproject 8 - Amsterdam, James Rosskade 17-26; Erasmusgracht 63. |
| VL-WR-12-12 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. A8 deelproject 9 - Amsterdam, James Rosskade 1-16. |
| VL-WR-12-13 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. A9 deelproject 13 - Amsterdam, Admiraal de Ruyterweg. |
| VL-WR-12-14 | 82 | Basisrapportage saneringprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. A10 deelproject 24 - Amsterdam, Naaldwijkstraat/Voorburgstraat. |
| VL-WR-12-15 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. R1 deelrapport 1 - Rotterdam, Oost-Sidelinge. |
| VL-WR-12-16 | 82 | Basisrapportage saneringprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. R2 deelproject 2 - Rotterdam, West-Sidelinge. |
| VL-WR-12-17 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. R3 deelproject 2 - Rotterdam, West-Sidelinge. |
| VL-WR-12-18 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. R4 deelproject 2 - Rotterdam, Graswinckelstraat. |

# 13 Literatuur


| | | |
|---|---|---|
| VL-WR-12-19 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. R5 deelproject 2 - Rotterdam, Graswinckelstraat. |
| VL-WR-12-20 | 82 | Basisrapportage saneringsprojecten wegverkeerslawaai van snelwegen. Akoestiek Deel III. |
| VL-HR-13-01 | 81 | Rangschikking ruimten. |
| VL-HR-13-02 | 81 | Rangschikking ruimten. Bijlagen. |
| VL-HR-14-03 | 83 | Beleving van geluidwerende voorzieningen tegen snelverkeerslawaai in de woonsituatie - Een vergelijkende studie. |
| VL-HR-16-01 | 77 | Onderzoek naar de lawaaigevoeligheid voor wegverkeerslawaai van verschillende bestemmingen. |
| VL-HR-20-03 | 81 | Wet geluidhinder en stadvernieuwing. |
| VL-HR-23-03 | 79 | Stedebouwkundig ontwerpen met geluid. |
| VL-DR-24-02 | 81 | Slaapverstoring door lawaai. |
| VL-DR-24-07 | 81 | Geluidhinder in schoollokalen, met name veroorzaakt door het wegverkeer. |
| WG-HR-01-01 | 75 | Geluidhinder in en om de woning. |
| WG-HR-05-01 | 81 | Geluidreductie door gevels voor wegverkeersgeluid - meetmethodes. |
| WG-HR-05-02 | 81 | Geluidreductie door gevels, rekenmethode. |
| WG-HR-05-03 | 82 | Luchtgeluidisolatie; Ontwikkeling van een vereenvoudigde meetmethodiek en ten behoeve van controledoeleinden. Deel A: Samenvattend rapport. Deel B: Evaluatierapport. |
| WG-HR-07-01 | 81 | Ordening van ruimten in woningen in verband met geluidhinder. |
| WG-DR-08-01 | 81 | Onderzoek naar de akoestische kwaliteit van nieuwbouwwoningen. Een proefexercitie. |
| WG-DR-08-02 | 82 | Onderzoek naar de akoestische kwaliteit van nieuwbouwwoningen. 2e Interimrapport over de periode tot 31 december 1980. |

# 13 Literatuur


| | | |
|---|---|---|
| WG-DR-09-01 | 81 | Geluidwering bij renovatie. Bouwkundige oplossingen voor de verbetering van de geluidisolatie van houten vloerconstructies. |
| WG-DR-09-02 | 82 | Geluidwering bij renovatie, kosten ten gevolge van verschillende eisen. |
| WG-DR-10-01 | 81 | Onderzoek geluidwering bij nieuwbouwwoningen. Proefproject Tanthof Delft. De fase van het ontwerp. |
| WG-DR-10-02 | 82 | Geluidwerende ventilatie-openingen in de gevel. Onderzoek naar de geluidisolerende eigenschappen van geluidwerende ventilatie-openingen onder praktijk- en laboratoriumomstandigheden. |
| WG-DR-11-01 | 82 | Geluidwering bij renovatie: de gevolgde procedure en de aandacht voor het aspect geluidisolatie in drie projecten. |
| WG-DR-11-02 | 82 | Geluidwering bij renovatie: geluidisolatie voor en na renovatie in drie projecten. |
| WG-DR-11-03 | 82 | Geluidwering bij renovatie: kostenconsequenties voor de verbetering van de geluidisolatie van houten vloerconstructies in drie projecten. |
| WG-DR-14-01 | 82 | Geluidisolatie en beleving van buurgeluiden uit gerenoveerde woningen. |
| GB-HR-11-01 | 83 | Geluid en Verkeerscirculatieplannen. Onderzoek naar het effect van een verkeerscirculatieplan op de geluidhinder. |
| GE-HR-06-01 | 84 | Bouwkundige suskasten. Het ontwerpen van een in het werk te vervaardigen geluiddempende ventilatievoorziening. |
| GE-HR-10-01 | 84 | Eenvoudige leidraad gevelreductie aanpak. |
| GE-DR-10-02 | 84 | Eenvoudige leidraad gevelreductie aanpak, met catalogus. |

| | | |
|---|---|---|
| GE-HR-13-01 | 84 | Schaalmodelonderzoek naar het effect van galerijen en balkons op de geluidreductie van gevels. |
| GE-HR-21-91 | 84 | Rangschikking van ruimten in de praktijk. |
| GF-HR-51-01 | 89 | Geluidhinder in Nederland; tien jaar later. |


## 13.6 OVERHEIDSBESLUITEN, BESCHIKKINGEN EN REGELINGEN


| | | |
|---|---|---|
| VNG | 90 | Standaardregelingen in de bouw<br>Deel 1<br>Ontwerp-Bouwbesluit.<br>VNG-Uitgeverij, Den Haag. |
| VNG | 89 | Model-Bouwverordening<br>supplement 24.<br>VNG-Uitgeverij, Den Haag<br>ISBN 90 322 2003 9. |
| Staatsblad 99 | 79 | Wet geluidhinder. |
| Staatsblad 504 | 81 | Regeling geluidwerende voorzieningen. |
| Staatsblad 688 | 81 | Besluit grenswaardes binnen zones langs wegen. |
| Staatsblad 755 | 82 | Besluit geluidwering gebouwen. |
| Staatsblad 680 | 91 | Bouwbesluit. |

# INDEX


| | Pag. |
|---|---|
| A-gewogen geluidisolatie geveldelen | 93 |
| A-gewogen installatiegeluidniveau | 48 |
| A-gewogen luchtgeluidisolatie | 45 |
| A-weging | 27 |
| aansluitdetails | 161 |
| aansluitende constructies | 102, 132 |
| absorberende materialen | 30 |
| absorptie | 28 |
| acrylaathars | 186 |
| afdichtingsprofiel | 197 |
| afmetingen raamvlak | 196 |
| ankerloze spouwmuur | 158 |
| basisdocumenten | 71 |
| begane grond vloeren | 132 |
| beglazing | 185 |
| beglazingssysteem | 195 |
| beperking van galm | 65, 102 |
| beplating | 160 |
| berekening geluidwering uitwendige scheidingsconstructie | 92 |
| bescherming tegen geluid van buiten | 54 |
| bescherming tegen geluid van installaties | 60 |
| besloten ruimte | 64 |
| besturingsapparatuur | 150 |
| binnendeuren | 145 |
| binnengrenswaarde | 57 |
| binnenriolering | 153 |
| binnenspouwbladen | 139, 142 |
| binnen woningen | 64 |
| borstweringspanelen | 182 |
| bouwakoestische begrippen | 5 |
| bouwakoestisch onderzoek | 1 |
| Bouwbesluit | 52 |
| bouwkundige suskasten | 205 |
| bouwkundige uitvoering | 105, 108 |
| bouwproces | 5 |
| bouwverordening | 52 |

## Index


| | Pag. |
|---|---|
| bouwwijze | 127 |
| buigstijfheid | 76 |
| buisprofielen | 199 |
| buitendeuren | 201 |
| | |
| categorieën | 103, 104, 105, 107 |
| centrale verwarming | 152 |
| chaotisch | 21 |
| codering | 9 |
| code | 13 |
| constructiedelen | 101 |
| contactgeluid | 33 |
| contactgeluiddrukniveau | 39 |
| contactgeluidisolatie | 39 |
| | |
| daken | 146, 177 |
| dakplaten | 136 |
| decibel | 17 |
| demper | 148 |
| diffuus geluidveld | 27 |
| doorzon | 125 |
| draagconstructie | 160 |
| dubbel glas | 188 |
| | |
| één-getalsaanduidingen | 40, 49, 70 |
| eengezinswoningen | 115 |
| éénpersoonswoning, midden | 119 |
| éénpersoonswoning, rand | 120 |
| effectieve geluiddruk | 15 |
| eigen installatiegeluidniveau | 68 |
| eisen | 53 |
| enkelvoudige constructies | 183 |
| enkel glas | 185 |
| enkelvoudige wand | 130, 155 |
| equivalent geluiddrukniveau | 26 |
| Europese één-getalsaanduidingen | 71 |
| Europese normen | 70 |

## Index


| | Pag. |
|---|---|
| flankerende constructie | 78 |
| flankerende geluidoverdracht | 34, 75 |
| formule van Sabine | 29 |
| frequentie | 22 |
| frequentie-analyse | 23 |
| fundering | 132 |
| | |
| gasvulling | 188 |
| gebruikers | 2 |
| gehoordrempel | 16 |
| gelaagde constructies | 183 |
| gelaagd glas | 186 |
| gelijkwaardigheidsbepaling | 53 |
| geluidabsorptiecoëfficiënt | 30 |
| geluidabsorptie | 65 |
| geluidbelasting | 56 |
| geluidbron | 14 |
| geluidcontouren | 114 |
| geluiddruk | 15 |
| geluiddrukniveau | 17 |
| geluiddrukniveauvermindering | 31 |
| geluiddrukniveauverschil | 37 |
| geluidisolatie | 37 |
| geluidisolatie deurblad | 201 |
| geluidisolatie scheidingswand | 74 |
| geluidisolatie van materialen, constructies | 7 |
| geluidlek | 35 |
| geluidoverdracht | 76 |
| geluidoverdrachtwegen | 80 |
| geluidtransmissie-meetkamers | 36 |
| geluidveld | 20 |
| geluidvermogen | 20 |
| geluidvermogenniveau | 20 |
| geluidweringsaspecten | 7 |
| geluidwering | 31 |
| geluidwering scheidingsconstructie | 38 |
| geluidwering tussen ruimten | 62 |

| | Pag. |
|---|---|
| geluidwering uitwendige scheidingsconstructie | 47 |
| geluidzone | 58, 112 |
| geluidzone industrieterrein | 113 |
| geluidzone railverkeer | 113 |
| geluidzone vliegvelden | 113 |
| geluidzone wegverkeer | 112 |
| gemeenschappelijke verkeersruimte | 65 |
| gemiddelde luchtgeluidisolatie | 46 |
| genormeerd luchtgeluiddrukniveauverschil | 37 |
| geruisarme kranen | 152 |
| gespiegeld | 126 |
| gevelstructuren | 96 |
| gevels | 138, 147, 182 |
| gewogen geluiddrukniveau | 25 |
| gewogen luchtgeluidisolatie | 46 |
| gietbouw | 127 |
| golflengte | 22 |
| grenswaarden | 51 |
| | |
| hellend dak, dwarskap | 138 |
| hellend dak, langskap | 138 |
| hellende daken | 179 |
| herziening rekenmethode geluidwering gevels | 92 |
| hinder fluctuerend geluid | 26 |
| hoge geluidwering | 127, 129 |
| homogene constructies | 76 |
| hoofdtypen woningscheidende wandconstructies | 110 |
| hoorbare frequentiegebied | 22 |
| houten vloeren | 175 |
| houtskeletbouw | 108, 129 |
| | |
| index | 13 |
| informatiebehoefte per fase | 5 |
| installatie | 62, 148 |
| installatie-onderdelen | 104 |
| installatiegeluiddrukniveau | 39 |
| installatietechnische uitvoering | 105, 108 |

## Index


| | Pag. |
|---|---|
| internationale normen | 72 |
| inwendige scheidingsconstructie | 59 |
| ISO-normen | 72 |
| isolatie-index voor contactgeluid | 44 |
| isolatie-index voor luchtgeluid | 41 |
| | |
| kamerscheidende vloeren | 174 |
| kamerscheidende wanden | 170 |
| kanalensysteem | 148 |
| karakteristieke A-gewogen installatiegeluidniveau | 48 |
| karakteristieke geluidniveau | 62 |
| karakteristieke geluidwering uitwendige scheidingsconstructie | 48 |
| karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid | 43, 63 |
| kierdichting | 147, 199 |
| kierterm | 94 |
| klasseverschil in sterkte | 17 |
| knooppunten | 11 |
| Kosten-éénheden | 57, 113 |
| kozijnconstructie | 196 |
| kraan | 61, 62 |
| kracht van wet | 52 |
| kwaliteitsverklaring | 53 |
| | |
| leidingen | 152 |
| lichte gevelelementen | 182 |
| lichte samengestelde wanden | 160 |
| lichte steenachtige wanden | 170 |
| lichte woningscheidende wanden | 109 |
| lift | 62 |
| liftdeuren | 150 |
| liften | 150 |
| liftinstallaties | 104 |
| liftkooi | 150 |
| liftmachine | 104, 150 |
| liftschacht | 150 |
| lipprofielen | 200 |

## Index


| | Pag. |
|---|---|
| literatuurlijst | 13 |
| lokatie | 111 |
| luchtafvoerkanaal | 148 |
| luchtafvoersystemen | 102, 148 |
| luchtgeluid | 32 |
| luchtgeluidisolatie | 35 |
| luchtvaartlawaai | 57 |
| luidheid | 25 |
| | |
| machinekamer | 151 |
| massa | 155 |
| meander | 126 |
| meerdere geluidbronnen | 59 |
| meergezinswoning | 119 |
| meerpersoonswoning, midden | 121 |
| meerpersoonswoning, rand | 122 |
| meetapparatuur | 70 |
| minimale isolatie-index voor contactgeluid | 67 |
| minimale isolatie-index voor luchtgeluid | 66 |
| | |
| naadafdichting | 147 |
| naden | 197 |
| nagalmtijd | 28 |
| NEN 1070 | 68 |
| NEN 5077 | 69 |
| NEN 5079 | 70 |
| niet-dragende binnenwanden | 142, 143 |
| niet-transparante geveldelen | 182 |
| normwaarde | 41, 44 |
| | |
| octaafbanden | 22 |
| omgevingsgeluidniveau | 111 |
| omloopgeluid | 34, 82 |
| oorgevoeligheid | 25 |
| opbouw handboek | 4 |
| open trap | 65 |
| open verbinding | 64 |

## Index


| | Pag. |
|---|---|
| opstellen sanitair | 152 |
| optellen van geluiddrukniveaus | 18 |
| parallel | 126 |
| periodiek | 21 |
| piekniveau | 27 |
| pijngrens | 16 |
| plattegrond | 123 |
| plat dak | 138 |
| platte daken | 178 |
| polyvinylbutyl | 186 |
| praktijkrichtlijnen | 100 |
| prestatie-eis | 52 |
| prestaties | 53 |
| puivullingen | 182 |
| ramen | 185 |
| regelgeving | 6, 51 |
| reken- en beoordelingsmethoden | 6 |
| rekenen met geluid | 18 |
| rekenmodellen | 74 |
| rijwoning hoek en twee onder één kap | 117 |
| rijwoning, midden | 115 |
| samengestelde constructies | 77 |
| sanitair | 152 |
| sanitaire installaties | 106 |
| spectrum | 24 |
| spleethoogte | 206 |
| spouwconstructies | 185 |
| spouwvulling | 161 |
| spouwwand | 131 |
| staalbouw | 130 |
| standaardspectra | 93 |
| standleiding | 153 |
| stapelbouw | 127 |
| steenachtige binnenwanden | 135, 142 |

## Index


| | Pag. |
|---|---|
| steenachtige geveldelen | 182 |
| steenachtige spouwwanden | 157 |
| steenachtige vloeren | 164, 174 |
| steenachtige woningscheidende wanden | 155 |
| sterktewaarneming | 16 |
| sterkte van geluid | 15 |
| streefwaarden | 111 |
| suskasten | 204 |
| systeembouw | 128 |
| systeemvloeren | 176 |
| | |
| tertsbanden | 22 |
| toestellen | 152 |
| toilet | 61, 62 |
| toonhoogte | 21 |
| tuinkamer | 126 |
| | |
| uitwendige scheidingsconstructie | 55, 177 |
| | |
| ventilatieroosters | 203 |
| ventilatiesysteem | 61, 62 |
| ventilatievoorzieningen | 96, 202 |
| verbindingsdemping | 78 |
| verblijfsgebied | 56, 63 |
| verblijfsruimte | 60 |
| verdiepingsvloeren | 134 |
| vereenvoudigde berekeningsmethode | 92 |
| verlaagd plafond | 141, 169 |
| verwarmingsinstallaties | 105 |
| voorbeeldberekening geluidwering gevel | 97 |
| voorbeeldberekening geluidwering tussen ruimten | 83 |
| voorbeeldoplossingen | 7 |
| voortplantingssnelheid | 22 |
| voorzetwanden | 162 |
| vrijstaande woning | 118 |
| vuistregels | 19 |

## Index


| | Pag. |
|---|---|
| wand- en vloerconstructies | 100 |
| warmwatertoestel | 62 |
| waterdruk | 62 |
| watergeluiddempers | 153 |
| waterslagdempers | 153 |
| Wet geluidhinder | 52 |
| woningscheidende spouwwanden | 109 |
| woningscheidende vloerconstructies | 101, 109 |
| woningscheidende vloeren | 140 |
| woningscheidende wandconstructies | 101 |
| woningscheidende wanden | 130, 142 |
| woningtypen | 115 |
| woongebouwen | 66 |
| woongeluiden | 1 |
| | |
| zuivere tonen | 23 |
| zwevende dekvloer | 140 |
| zwevende dekvloeren | 166 |

# Index