

VADEMECUM VOOR GELUIDSOVERLAST IN DE SCHOLEN

Geluidsoverlast in de scholen bestrijden, waarom en hoe?



Januari 2014

Meer info
www.leefmilieubrussel.be

02 775 75 75



VADEMECUM VOOR GELUIDSOVERLAST IN DE SCHOLEN

Geluidsoverlast in de scholen bestrijden, waarom en hoe?

INHOUDSOPGAVE

HOOFDSTUK 1. GELUIDSOVERLAST IN DE SCHOLEN BESTRIJDEN, WAAROM?	4
1.1. DE SCHOOL, een plaats om te leren.....	4
1.2. Geluidsbronnen	4
1.3. TE HOGE GELUIDSNIVEAUS.....	5
1.4. EEN DOEL VAN VOLKSGEZONDHEID.....	6
1.4.1. Effecten op kinderen.....	6
1.4.2. Effecten op leerkrachten.....	7
1.4.3. Een internationaal probleem.....	7
1.5. EEN GOEDE VERSTAANBAARHEID VAN DE BOODSCHAP.....	8
1.5.1. Geluidsomgeving	8
1.5.2. Nagalmtijd.....	9
HOOFDSTUK 2. TOESTAND IN HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST	10
2.1. INZET	10
2.1.1. De uitdaging van de bevolkingsgroei	10
2.1.2. Een prioriteit voor het gewest.....	10
2.2. STAND VAN ZAKEN.....	11
2.2.1. Te veel lawaai.....	11
2.2.2. Vastgestelde problemen en diagnose	13
2.2.3. Praktijkgevallen	15
2.3. Vooruitzichten.....	15
2.3.1. De toekomstige scholen in het Brussels Gewest	15
2.3.2. Voorbeeldgebouwen.....	16
HOOFDSTUK 3. AANBEVELINGEN VOOR SCHOOLGEBOUWEN	18
3.1. Algemene principes	18
3.1.1. Het geluid aan de bron beperken	18
3.1.2. Voorkomen dat het geluid zich voortplant	18
3.1.3. De materialen kiezen	21
3.1.4. Samengevat.....	22
3.2. De nieuwe gebouwen.....	22
3.2.1. De vestigingsplaats kiezen	22
3.2.2. Het overzichtsplan aanpassen aan de geluidsbronnen	23
3.2.3. Het grondplan en het volume van de lokalen organiseren	23
3.2.4. Naar de norm verwijzen.....	24
3.2.5. Vooruitdenken om de kosten te verlagen.....	24
3.3. Bestaande gebouwen.....	24
3.3.1. De aard van het te neutraliseren geluid bepalen.....	24
3.3.2. Geluids- en thermische isolatie combineren	25
3.4. Laatste tips	25
3.4.1. Alle comfortcriteria integreren.....	25
3.4.2. Materialen met goede prestaties kiezen.....	25



3.4.3. Een beroep doen op specialisten	26
HOOFDSTUK 4. TYPEVOORBEELDEN	27
4.1. Adviesfiche 1: Een oplossing voor ieder lokaal	27
4.2. Adviesfiche 2: Eetzaal, sportzaal of polyvalente zaal, binnenspeelplaats	29
4.3. Adviesfiche 3: Klaslokaal	32
4.4. Adviesfiche 4: gevelelementen	35
4.5. Adviesfiche 5: Boven elkaar gelegen lokalen	37
4.6. Adviesfiche 6: doorgangen en technische lokalen	41
REFERENTIES	43
1. Leefmilieu Brussel	43
2. Andere	44



HOOFDSTUK 1. GELUIDSOVERLAST IN DE SCHOLEN BESTRIJDEN, WAAROM?

1.1. DE SCHOOL, EEN PLAATS OM TE LEREN

De school is een opleidingsplaats waar mondelinge communicatie deel uitmaakt van het leerproces. Dat geldt voor alle leeftijden. In de kleuterschool zetten de kleintjes hun eerste stappen naar een sociaal leven. Op de lagere school ontdekken kinderen dictees, groepswork en maaltijden in de eetzaal. De school wordt een plaats waar vriendschappen ontstaan en waar leerlingen hun leergierigheid ontwikkelen. De secundaire school met haar debatten, taallessen, literaire, wetenschappelijke, technische of sportvakken vormt de kritische zin en laat de leerlingen kennismaken met velerlei vakgebieden. Zij helpt de volwassenen in wording hun eerste beroepskeuzes te maken.

Vanaf de prilste kinderjaren zijn luisteren, communicatie en begripsvermogen essentieel voor de ontwikkeling van de kinderen. De school is op dat vlak een bevoorrechte plaats. Hoewel aangepaste en vakgerichte (sport, muziek, atelier, ...) lokalen essentieel zijn voor alle onderwijsactiviteiten, zijn ze in de praktijk dikwijls verkeerd bemeten en werd bij de keuze van materialen dikwijls geen rekening gehouden met het akoestische aspect. De nagalm van het geluid in de klassen, het geroep in de gangen, het lawaai van de stoelen op de hogere verdieping, het geluid van het verkeer, van de bestekken in de eetzaal of de ventilatie van het lokaal veroorzaken een zinloze belasting van de oren.

In de meeste gevallen ligt het geluidsniveau in de scholen te hoog. Dit kan op termijn tot een achterstand in het aanleren van de taal en in de mondelinge en schriftelijke taalbeheersing leiden en negatieve effecten hebben op het sociaal gedrag.

1.2. GELUIDSRONNEN



Figuur 1 : De diverse externe en interne geluidsbronnen in de (omgeving van de) gebouwen

Er zijn vele bronnen van geluidsoverlast in de scholen. Ze kunnen zich buiten de school bevinden (weg-, trein-, luchtverkeer, industriële activiteiten) of eigen zijn aan haar activiteit (betreden en verlaten van de klassen, schoolbel). Ze vinden soms ook hun oorsprong in het ontwerp en de architectuur van het gebouw (ondoelmatige inrichting van de lokalen, materialen en volumes die nagalm bevorderen, ondoordachte keuze van



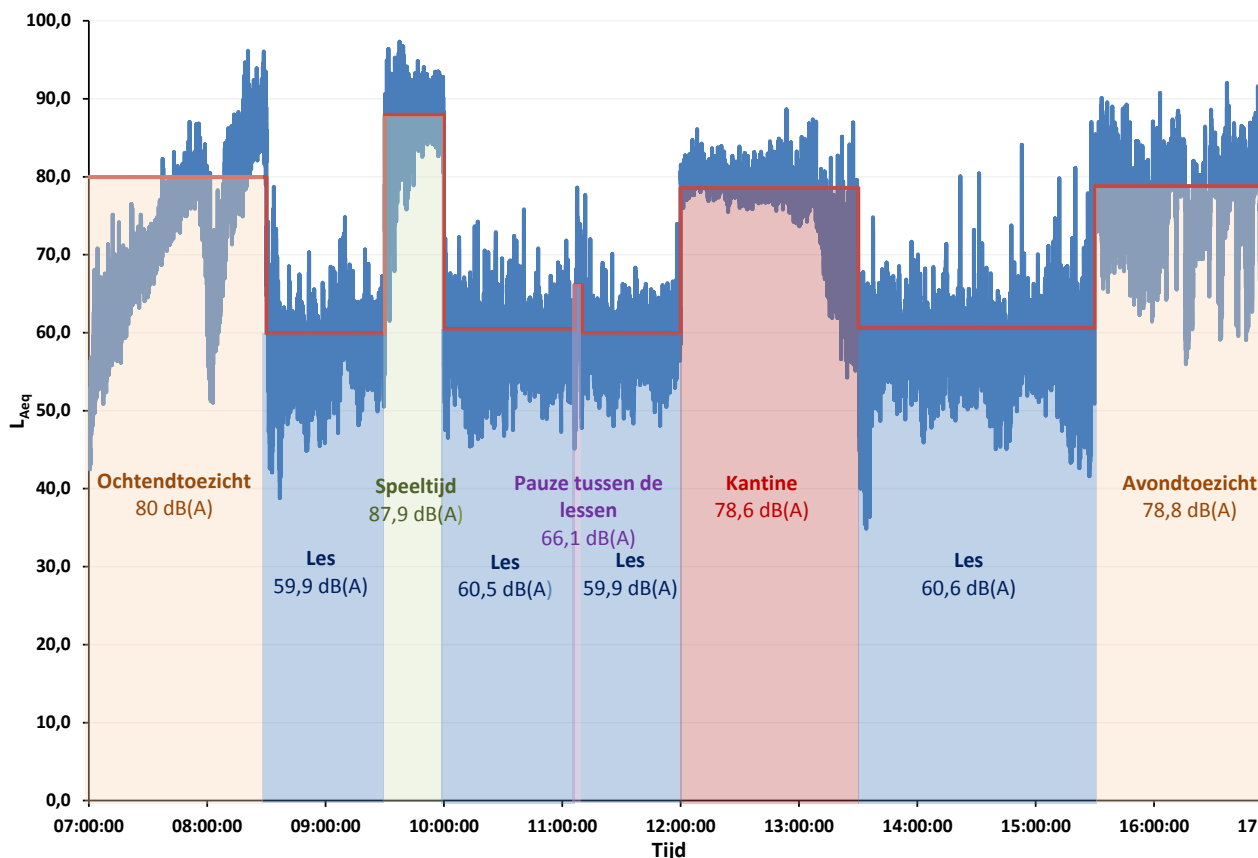
gevelementen, ...) of in de gedragingen van de gebruikers (onnodig babbelen, vallen van schoolmaterieel, lawaai van de stoelen) (zie fig.).

Er moet een onderscheid worden gemaakt tussen lucht- en contactgeluiden. het luchtgeluid is geluid dat ontstaat en zich voortplant in de lucht (stem, muziek, verkeer, vliegtuigen), contactgeluiden zijn afkomstig van een materiaal dat gaat trillen ten gevolge van een rechtstreeks contact (stappen, val of verplaatsing van voorwerpen, trillingen veroorzaakt door machines, ...).

1.3. TE HOGE GELUIDSNIVEAUS

Geluidsoverlast op school is een reëel probleem waaraan de hele schoolgemeenschap wordt blootgesteld. Een meetcampagne die in 2009 in Frankrijk plaatsvond, toonde aan dat één op twee leerlingen en één op drie personeelsleden tijdens een dag op de middelbare school geconfronteerd worden met een individuele blootstelling (ook geluidsdosis genoemd) van meer dan 80 dB(A)¹! In die omstandigheden kan men zich afvragen hoe de leerkrachten les kunnen geven zonder te roepen of hoe de leerlingen hun lunch kunnen verteren..

De grafiek hieronder geeft de geluidsblootstelling van de leerlingen tijdens een schooldag weer. De leerlingen worden aan een wisselende geluidsterkte blootgesteld naargelang de activiteit (les, speeltijd, eetzaal, ...).



Figuur 2 : Metingen van de geluidsniveaus waaraan de leerlingen tijdens een dag op de lagere school worden blootgesteld (gemiddelde voor diverse lagere scholen in Brussel). Opmerking: de kinderen speelden op een binnenspeelplaats, waar de geluidsniveaus per definitie hoger zijn (Bron: Leefmilieu Brussel, departement Geluid).

Bepaalde kinderen en tieners luisteren dan nog intensief naar een draagbare muzikspeler en/of spelen of beluisteren muziek op concerten, feesten, muzieklessen, ... vaak met veel te hoge volumes, met een te hoge geluidsblootstelling als gevolg.

¹ BRUITPARIF, Campagne de sensibilisation et de mesure de bruit au sein de 20 lycées de la Région Ile-de-France, 2009, Powerpointpresentatie - 25 slides.



Hoe gevaarlijk de geluidsblootstelling is, wordt bepaald door het geluidsniveau en de blootstellingsduur. Scholieren en leerkrachten die regelmatig de toelaatbare geluidsdosis overschrijden, verslijten geleidelijk hun oren. Bij elk geluidsniveau hoort een maximaal toelaatbare wekelijkse blootstellingsduur ².

Wist u dit?

Een geluidsniveau van 80 dB(A) (gemeten in bepaalde scholen) is vergelijkbaar met het niveau in een schrijnwerkerij of dicht bij een drukke verkeersweg. Na een blootstelling aan een dergelijk niveau, al is het maar voor een uur, hebben we meer dan een half uur nodig om te recupereren!

1.4. EEN DOEL VAN VOLKSGEZONDHEID

Iedereen heeft wel eens te maken gehad met acuut tijdelijk gehoorverlies ten gevolge van intens lawaai of met oorsuizingen na langdurige blootstelling aan hoge geluidsniveaus. Als die verschijnselen geregeld terugkeren, kunnen ze vanaf de prille kinderjaren al onherstelbare gehoorschade aanrichten. Maar dat is niet alles!

1.4.1. Effecten op kinderen

Het geluid is nutteloze ruis die de hersenen moeten verwerken en filteren om hem om te zetten in nuttige informatie. Naast de gevolgen voor het gehoor (vernietiging van de ontvangstorganen in het inwendig oor), heeft geluidsoverlast nefaste effecten op vermoeidheid en stress, wat op zijn beurt nadelig is voor het vermogen om cognitieve taken (leren, complexe taken, probleemoplossing) uit te voeren. Te hoge geluidsblootstelling leidt voorts tot een verminderde concentratie (toename van het aantal fouten, daling van de werksnelheid), gedragsstoornissen (agressiviteit, hyperactiviteit) en verstrooidheid (zie grafiek).



Figuur 3 : Vermoeidheid en stress hebben nefaste effecten op de leerlingen (concentratie, gedrag, ...) die leer- en slaapstoornissen of gezondheidsproblemen tot gevolg kunnen hebben.

Wist u dit?

Het organisme interpreteert het geluid als een teken van gevaar, wat een evenwichtsverstoring veroorzaakt: het hart slaat sneller, de bloeddruk stijgt, de vertering wordt vertraagd, de stress neemt toe.

Op termijn kan een hoog gemiddeld geluidsniveau leiden tot een achterstand in de ontwikkeling van mondelinge en schriftelijke taalvaardigheden³. Volgens een studie uit Bordeaux³ zullen kinderen zonder referentiekennis een zin van 27 woorden (standaardlengte) niet begrijpen als ze 5 woorden niet of verkeerd begrepen hebben. De nefaste gevolgen op het aanleren van leesvaardigheden - essentieel voor de verstandelijke ontwikkeling - of van vreemde talen zijn duidelijk.

Het verminderen van de geluidsoverlast in de scholen is dan ook een prioriteit. Beoogde doelstellingen zijn leerzamere uitwisselingen tussen de leerlingen, een efficiënter verloop van groepswerken, een verbetering van de concentratie, een verbetering van de luisterkwaliteit en vooral de bescherming van de gezondheid. De verhoging van het achtergrondgeluidsniveau in de scholen is vermoeiend voor de leerlingen. Gelet op de

² Zo wordt aanbevolen de volgende blootstellingstijden en -niveaus niet te overschrijden:

- 12 seconden aan het geluid van een opstijgend vliegtuig in de onmiddellijke omgeving - 120 dB(A);
- 2 minuten aan de geluidsinstallatie van een rockband - 110 dB(A);
- 20 minuten aan het geluid van een bouwwerf - 100 dB(A);
- 3 uur aan het waargenomen geluid van een fuif - 90 dB(A);
- 8 uur aan het geluid van het wegverkeer - 85 dB(A).

³ Dr. Billeau, dienst Volksgezondheid van de stad Bordeaux, persoonlijke mededeling (in OMS, « Le bruit à l'école », brochure bestemd voor de lokale besturen, 2001).



gevolgen voor de gezondheid en de leervaardigheden moet bijzondere aandacht worden besteed aan dit verschijnsel.

1.4.2. Effecten op leerkrachten

In een lawaaierig klaslokaal hebben de leerlingen het moeilijk om hun leerkracht te verstaan en omgekeerd. Het concentratievermogen neemt af en de communicatieketens worden onderbroken. Een hoog achtergrondgeluidsniveau is nadelig voor de doeltreffendheid van het onderricht en kan op termijn gezondheidsproblemen veroorzaken bij de leerkrachten.

De stem is in het onderwijs een onmisbaar instrument. Een groot deel van de leerstof wordt immers mondeling overgebracht. Naast stress en vermoeidheid is de stem ook bijzonder gevoelig voor geluidsoverlast. Wanneer een lokaal slechte akoestische eigenschappen heeft of wanneer er te veel lawaai is, verheft de leerkracht zijn of haar stem om verstaanbaar te blijven. Als dit zich herhaalt, kan het de stem beschadigen, en soms is dat helaas onomkeerbaar.

Wist u dit?

Stemproblemen komen vaker voor bij leerkrachten dan bij de algemene bevolking⁴. Meer dan de helft van de leraars kampt ermee en een derde stopt tijdelijk met werken om zich te verzorgen. De kosten van de zorgen die jaarlijks aan leerkrachten alleen al worden verstrekt (voor stemproblemen), worden in de Verenigde Staten op 2,5 miljard dollar per jaar geraamd⁵!

1.4.3. Een internationaal probleem

De Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) legde specifieke richtwaarden voor de schoolwereld vast⁶ (zie tabel). Noteer dat deze waarden betrekking hebben op de geluidsbronnen in of in de omgeving van het lokaal (ventilatie, wegverkeer, ...) en niet op de activiteit die eigen is aan het lokaal (gesprek, ...). Deze waarden (LA_{eq} en dB(A)) zijn een ideaal dat op lange termijn bereikt zou moeten worden (voor meer informatie over de richtwaarden, zie de fiche geluid nr. 37 van Leefmilieu Brussel⁷).

Specifieke omgeving	Kritiek effect op de gezondheid	De_{eq}	Duur
Klaslokaal en kleurklas, binnen	Spraakverstaanbaarheid, problemen met de informatie, de boodschap, de communicatie	35	Tijdens de les
Ruimte (kleuterschool), binnen	Slaapstoornissen	30	Tijdens de siësta
School, speelterrein, buiten	Prikkelbaarheid (geluid van buiten de school)	55	Tijdens het spel

Tabel 1 : De richtwaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie. (Bron: WGO, "Geluidsoverlast op school". Brochure bestemd voor de lokale besturen, 2001).

Ook de Europese commissie buigt zich over het probleem. Volgens haar behoort de geluidsoverlast tot de belangrijkste milieuproblemen in Europa. Volgens de Europese richtlijn 2002/49/EG⁸ (inzake de evaluatie en beheersing van omgevingslawaai) en in het kader van het communautaire beleid moet een hoog beschermingsniveau voor de gezondheid en het milieu worden bereikt, en de bescherming tegen geluidsoverlast is één van de doelstellingen.

Bijzondere aandacht gaat naar gebouwen waar aan hoge eisen inzake geluidscmfort moet worden voldaan om een goede service te kunnen leveren (zogeheten "gevoelige" gebouwen: kinderdagverblijven, ziekenhuizen, scholen). De richtlijn vraagt onder meer om, door middel van een strategische geluidsbelastingkaart, te beoordelen hoeveel woningen, scholen en ziekenhuizen in een bepaalde zone blootgesteld zijn aan specifieke waarden van een geluidsbelastingsindicator.

Het beperken van de geluidsbelasting waaraan de leerlingen en leerkrachten in de diverse schoollokalen worden blootgesteld, is dan ook een opdracht met een Europese dimensie. Er moeten ook gemeenschappelijke methoden worden uitgewerkt om de "geluidsbelasting in de scholen" te beoordelen en de "grenswaarden" te bepalen op basis van geharmoniseerde indicatoren die het mogelijk maken de geluidsniveaus te bepalen.

⁴ Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm), La voix, ses troubles chez les enseignants (une expertise collective de l'Inserm), 2007, 8 p.

⁵ Simberg S, Laine A, Sala E, Ronnema AM, Prevalence of voice disorders among future teachers, J Voice, 2000, 14(2) :231-235.

⁶ WGO, "Geluidsoverlast op school". Brochure bestemd voor de lokale besturen, 2001.

⁷ Leefmilieu Brussel, Fiche 37. De in het Brussels Gewest gebruikte geluids- en trillingswaarden, 2010, 12 p.

⁸ Richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad van 25 juni 2002 inzake de evaluatie en de beheersing van het omgevingslawaai.



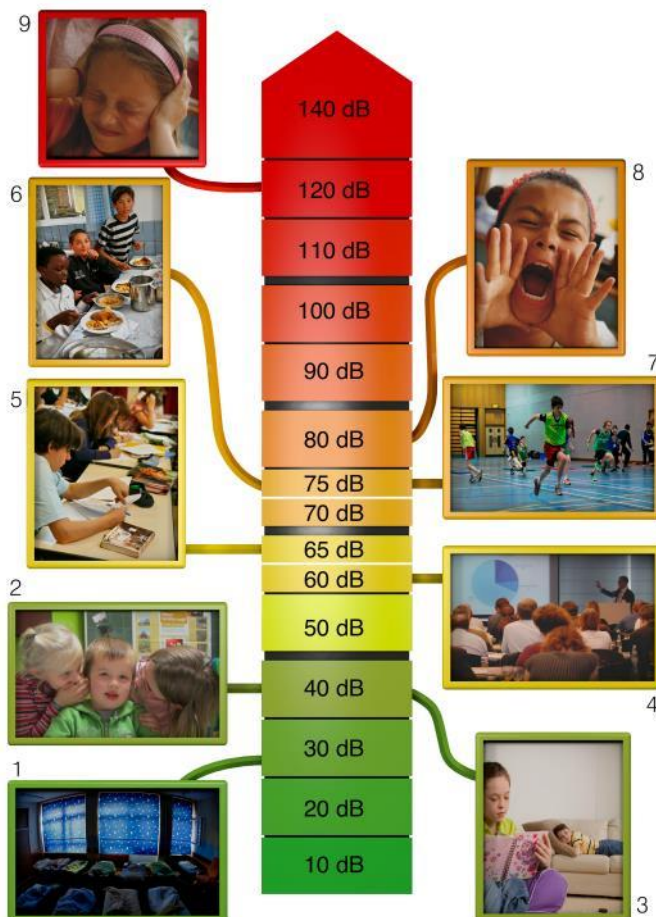
1.5. EEN GOEDE VERSTAANBAARHEID VAN DE BOODSCHAP

Een boodschap wordt voldoende verstaanbaar geacht als 95% van de zinnen begrepen wordt. Twee parameters zijn belangrijk voor de verstaanbaarheid van de boodschap: de **geluidsomgeving** en de **nagalm van het geluid** in het lokaal (gekenmerkt door de "nagalmartijd").

1.5.1. Geluidsomgeving

Het **geluidsniveau** van een gesprek tussen personen bedraagt doorgaans 60 tot 65 dB (A). De woorden van een spreker zijn pas duidelijk waarneembaar (ongeacht de plaats waar hij zich bevindt) als het geluidsniveau van zijn toespraak minimaal 10 dB(A) hoger is dan het in het lokaal aanwezige geluidsniveau. In deze omstandigheden zou het geluidsniveau in het lokaal lager moeten blijven dan 50 dB(A) opdat de spreker zich verstaanbaar kan maken zonder de stem te verheffen (d.w.z. met een stemvolume van ongeveer 60 dB(A)).

Op basis van die overwegingen en van de praktijkervaring kunnen we stellen dat, om de verstaanbaarheid van de leerkracht te waarborgen en de aandacht van de scholieren gaande te houden, het **omgevingsgeluid**⁹ (totaal van alle geluidsbronnen: leerlingen, leerkracht, geluiden van buiten ...) in een klaslokaal (tijdens de lesperiodes) lager zou moeten blijven dan 65 dB(A). Het omgevingsgeluid in een eetzaal (tijdens de maaltijden) zou lager moeten blijven dan 75 dB(A) opdat de leerlingen rustig met elkaar kunnen praten zonder al te zeer de stem te verheffen (zie fig.).



Figuur 4 : Geraamde geluidsniveaus voor 1. Een rustruimte, 2. De fluisterstem, 3. Een bibliotheek, 4. Een spreker, 5. Een klaslokaal, 6. Een eetzaal, 7. Een sportzaal, 8. Een roepstem en 9. De pijndrempel (Bron: Leefmilieu Brussel, dienst Gegevens geluid, 2012).

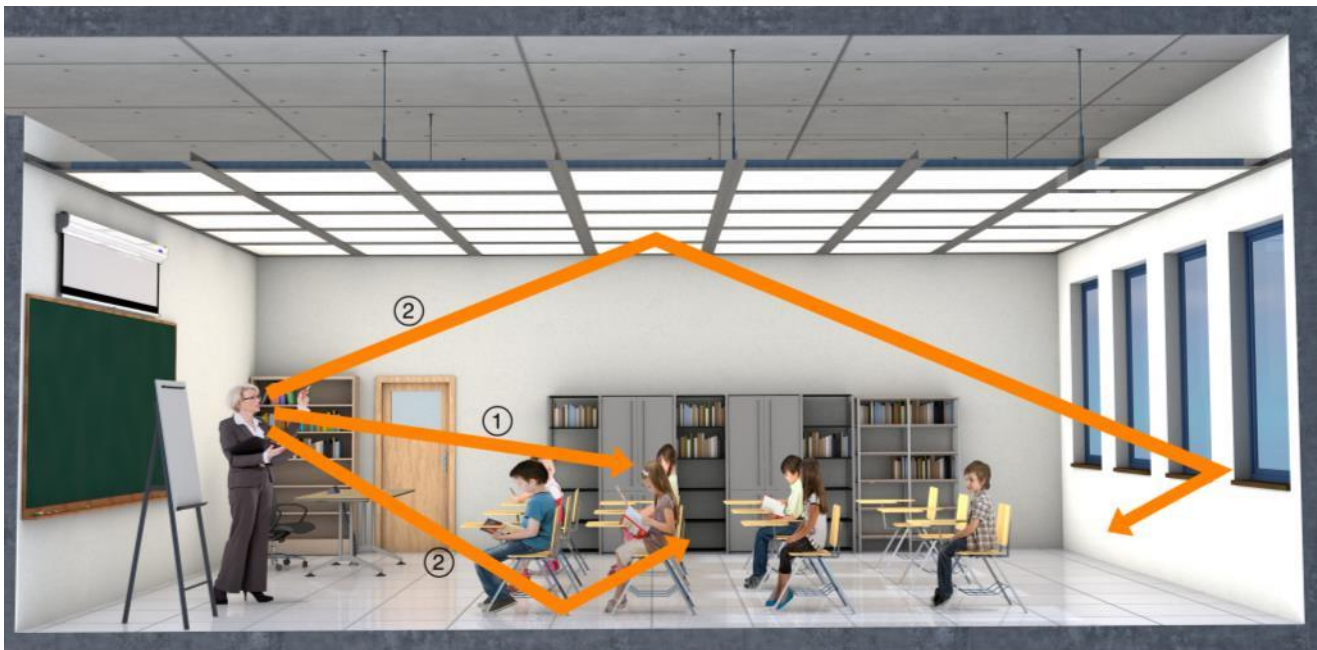
⁹ Het omgevingslawaai, uitgedrukt door de L_{Aeq} , stemt overeen met een gemiddeld geluidsniveau (rekening houdend met het achtergrondgeluid maar ook met de piekwaarden) dat kenmerkend is voor de algemene geluidsomgeving en de geluidsoverlast.

Wist u dit?

Om met normale stem vanop een afstand van één meter een gesprek te voeren, mag het omgevingsgeluidsniveau niet hoger zijn dan 60 dB(A). Wanneer het geluidsniveau 75 dB(A) bereikt, blijft een gesprek mogelijk, maar moet het met verheven stem gevoerd worden. Bij 85 dB(A) kan nog roepend gecommuniceerd worden op 25 cm van elkaar. Een ramp voor de stem!

1.5.2. Nagalmtijd

De akoestiek van het lokaal kan een grote invloed uitoefenen op de verstaanbaarheid van de door de leerkracht gegeven les. Het geluid comfort heeft te maken met de akoestiek van het lokaal en wordt gekenmerkt door de **nagalmtijd (Tr)**. De nagalmtijd van een lokaal is de tijd, uitgedrukt in seconden, die nodig is om het geluidsniveau met 60 dB te doen dalen na de uitschakeling van een stationaire bron.



Figuur 5 : Wanneer de leraar in een lokaal spreekt, bereikt een deel van het geluid rechtstreeks de leerlingen (1. Direct geluid). Het andere deel wordt in het volledige lokaal weerkaatst (2. Weerkaatst geluid).

Hoe langer de nagalmtijd is, des te duidelijker hoort men een echo en des te lawaaiiger is het lokaal. De nagalmtijd is afhankelijk van het volume van het lokaal en van de absorptie-eigenschappen van de gebruikte materialen.



HOOFDSTUK 2. TOESTAND IN HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

2.1. INZET

2.1.1. De uitdaging van de bevolkingsgroei

Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zal de komende jaren geconfronteerd worden met een sterke toename van de bevolking. De recentste voorspellingen maken gewag van 1 tot 1,5% per jaar, dat is een stijging met 170.000 inwoners van nu tot 2020¹⁰. Deze demografische uitdaging heeft niet alleen gevolgen voor de huisvesting, maar ook voor de mobiliteit, de openbare ruimten en de voorzieningen.

Zo zal Brussel geconfronteerd worden met een toenemende vraag naar scholen, terwijl zijn grondgebied niet uitbreidbaar is en de plaatsen die zich voor dergelijke voorzieningen lenen (met voldoende bewegingsruimte, beplant, rustig, goed bereikbaar, in de nabijheid van woonwijken), almaar zeldzamer worden. Gelet op de gestage bevolkingsgroei in Brussel, voorspelt het Brussels Instituut voor Statistiek en Analyse (BISA) een stijging van het aantal leerlingen met 22.700 tussen 2010 en 2015 en met 42.500 tussen 2010 en 2020¹¹.

De voorbije dertig jaar is de kwaliteit van de geluidsomgeving in de bestaande scholen bovendien ook achteruitgegaan, onder meer door de verdichting van het bebouwde weefsel en de sterke toename van de verkeersdrukke, maar ook ten gevolge van de installatie van technische voorzieningen (ventilatie, airconditioning, warmtepomp, verwarming ...) die almaar krachtiger en potentieel lawaaiër worden.

Tegen die achtergrond is het belangrijk dat goed wordt nagedacht over de scholen, hun geografische ligging en het ontwerp van hun gebouwen. Hoewel de scholen steeds dichter bevolkt zijn, moet een geluidsomgeving behouden blijven die uitwisselingen tussen leerlingen en leerkrachten toelaat.

2.1.2. Een prioriteit voor het gewest

Om een echt geïntegreerd beleid ter bestrijding van de geluidshinder te voeren, keurde het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in 1997 een specifieke wetgeving goed: de ordonnantie betreffende de strijd tegen geluidshinder in een stedelijke omgeving¹². Die heeft tot doel het welzijn van de bevolking te verenigen met de behoeften op het vlak van mobiliteit, economische activiteiten en vrijetijdsbesteding in de hoofdstad.

In juni 2000 werd op basis van die regelgeving een eerste Geluidsplan opgesteld. Het had vooral tot doel een nauwkeurig beeld te schetsen van de bestaande situatie, beheersingsinstrumenten te ontwikkelen en hun toepassing te testen. In 2009 keurde de Brusselse regering een tweede Plan voor de strijd tegen geluidshinder goed (voor de periode 2008-2013) om de actieprincipes van het vorige plan te bevestigen en een aantal procedures aan te passen. Dit nieuwe Geluidsplan neemt de problematiek van de scholen uitdrukkelijk op in zijn actieplan, meer bepaald in het kader van de voorschriften 33 en 44¹³.

Sinds 2006 voert de dienst Milieuopvoeding van Leefmilieu Brussel sensibiliseringsacties bij de lagere scholen van het Brussels Gewest (cycli 3 tot 5 en 5 tot 8 jaar) met pedagogisch ondersteuningsmateriaal zoals "Daisy Bell en Herrie Laweit"¹⁴ en met begeleidende projecten zoals "Uitdaging geluid"¹⁵ waarmee tot heden een vijftigtal scholen werd bereikt.

¹⁰ Brussels Instituut voor Statistiek en Analyse, de cahiers van het BISA, nr. 1, mei 2010.

¹¹ Brussels Instituut voor Statistiek en Analyse, de cahiers van het BISA, nr. 2, juni 2010.

¹² Ordonnantie van 17 juli 1997 betreffende de strijd tegen geluidshinder in een stedelijke omgeving, gewijzigd door de ordonnantie van 1 april 2004.

¹³ Geluidsplan (2008-2013) of Plan voor preventie en bestrijding van geluidshinder en trillingen in een stedelijke omgeving in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, voorschrift 33: "Het jonge publiek informeren over de effecten van het lawaai op de gezondheid" en voorschrift 44: "Het geluidsccomfort van kantines, klaslokalen en kinderdagverblijven verbeteren". Het Geluidsplan is een strategisch document met de prioriteiten en de acties die het Gewest wenst te voeren om de geluidsoverlast te beperken.

¹⁴ Leefmilieu Brussel, Daisy Bell en Herrie Lawijt. De geluidsjagers. Pedagogisch dossier - niveau lager onderwijs, 2007, 36 p.

¹⁵ De Uitdaging Geluid van Leefmilieu Brussel nodigt uit om op speelse en interactieve wijze de geluidsbronnen te ontdekken en reikt oplossingen aan om hun invloed te beperken. Eén jaar lang wordt de school begeleid door een coach die via animaties, een balans van de geluidshinder en vooral de samenstelling van een Eco Team bij het personeel van de school, alles in het werk zal stellen om de geluidsoverlast in de school te verminderen
(zie: http://www.leefmilieu.brussels/themas/geluid/op-school?view_pro=1&view_school=1).

2.2. STAND VAN ZAKEN

2.2.1. Te veel lawaai

Sinds 1998 voert Leefmilieu Brussel drie campagnes met geluidsmetingen in de Brusselse lagere en kleuterscholen. Deze metingen (omgevingsgeluid, nagalmtijd, isolatie) werden op verschillende plaatsen (klaslokalen, eetzaalen, speelplaatsen, sportzalen of andere polyvalente zalen) uitgevoerd om inzicht te verwerven in de geluidssituatie van de scholen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. In totaal werden 13 scholen bezocht door Leefmilieu Brussel en zijn medewerkers.

Diverse scholen werden begeleid bij het zoeken van oplossingen om de akoestiek van bepaalde lokalen (hoofdzakelijk eetzaalen en sport-/polyvalente zalen) te verbeteren. Er werden concrete en begrote saneringsvoorstellen geformuleerd. Die voorstellen hadden betrekking op de te gebruiken materiaaltypes en op de hoeveelheid materialen en de technieken die moesten worden aangewend om de vastgestelde problemen op te lossen.

Doelstellingen van Leefmilieu Brussel

- De "geluidssituatie" in de scholen in het Brussels Gewest evalueren
- De problemen afbakenen en oplossingen vinden om de geluidsoverlast in de scholen te verminderen.
- De leerkrachten en de scholieren bewust maken van het lawaai waarin zij leven en werken.

In bijna alle onderzochte lokalen is de nagalmtijd langer dan de aanbevolen waarden. Een klaslokaal van 200 m³ en een sportzaal van 800 m³ zouden een Tr van respectievelijk 0,8 sec. en 1,2 sec. moeten hebben (zie norm NBN S 01-400-2). De gemeten Tr-waarden gaan echter tot 3,1 sec. voor klaslokalen en tot 4,3 sec. voor andere lokalen (gemiddeld 0,5 tot 2 kHz) (eetzaal, binnenspeelplaats, sportzaal en polyvalente zaal). Die lange nagalmtijden geven de lokalen ongunstige akoestische eigenschappen.

De geluidsomgeving in de klaslokalen, tijdens de lessen, blijft binnen aanvaardbare grenzen (de niveaus bedragen 60 tot 65 dB(A), zie bijlage 1). De achtergrondgeluidsniveaus, gemeten in de eetzaalen, op de binnenspeelplaatsen en in andere polyvalente zalen, zijn echter zeer hoog en kunnen meer dan 80 dB(A) bedragen (71 tot 89 dB(2), zie bijlage 1). Met die hoge niveaus kunnen de kinderen tijdens de middagpauze niet op adem komen, ontspannen en voluit genieten van deze recuperatieperiode.

Toch zou het verkeerd zijn te denken dat zij op school met een constant geluidsniveau geconfronteerd worden. De analyse van de achtergrondgeluidsmetingen in de diverse scholen heeft namelijk aangetoond dat de geluidsomgeving kan verschillen naargelang de periode van de dag. Die opeenvolging van geluidsomgevingen wordt bepaald door de activiteiten en de lesroosters van de leerlingen. Het begin en het einde van de schooldag, de middagpauzes in de eetzaalen of de speeltijd zijn bijvoorbeeld bijzonder luidruchtige periodes, terwijl gedurende les- of studietijden stillere geluidsomgevingen worden vastgesteld.





foto 1 : Diverse onderzochte lokalen (1. en 2. Sporthallen, 3. Eetzaal - soms gebruikt als studiezaal, 4. Binnenspeelplaats, 5. Eetzaal, 6. Klaslokaal) met de gemeten Tr (gemiddeld 0,5 tot 2 kHz).

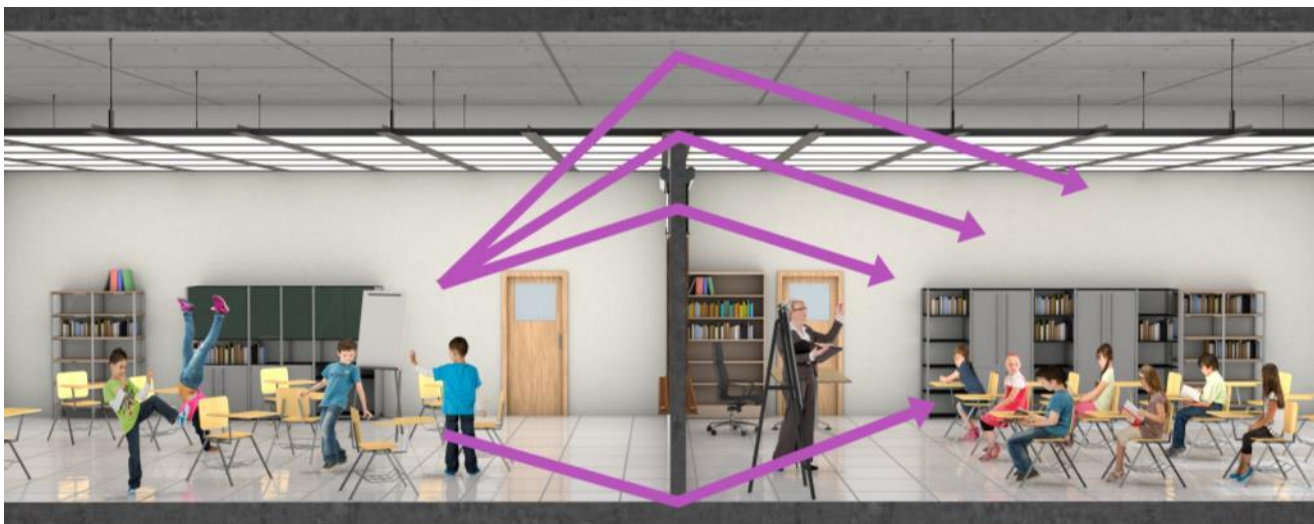


foto 2 : Automaten en ventilatiesystemen zijn lawaaierige voorzieningen die in scholen worden gebruikt (bron foto's: CEDIA).



2.2.2. Vastgestelde problemen en diagnose

Het grootste probleem in de klaslokalen is het **gebrek aan isolatie van de wanden** (muren, plafond, deuren, vensters, ...) waardoor buitenlawaai (auto- en vliegtuigverkeer, werken, speelplaats, ...) en het geluid in de aangrenzende lokalen (klassen, sportzaal, muzieklokaal, eetzaal, ...) naar het lokaal worden overgebracht.



Figuur 6 : Een slechte isolatie tussen de lokalen kan ernstige geluidsproblemen in de scholen veroorzaken. Zelfs wanneer het in de klas zelf stil is, worden de leerkracht en de leerlingen dikwijls gehinderd door een slechte isolatie van muren en plafonds

De in eetzaalen, op gesloten speelplaatsen en in polyvalente zalen gemeten akoestische eigenschappen laten dikwijls te wensen over. Problemen zijn vaak te wijten aan **nagalmtijden die veel te lang zijn** en de aanbevolen waarden overschrijden. In het algemeen hebben deze lokalen een aanzienlijk volume (hoog plafond), zijn ze niet voorzien van geluidsabsorberende materialen (wandbekleding, kamerbreed tapijt), maar zijn de vloer- en muurbekledingen integendeel uitstekende "geluidsreflectoren" (vloer- en muurtegels, lakverf, grote glasoppervlakte, ...). Dit veroorzaakt ernstige nagalmproblemen en bijgevolg ook hoge geluidsniveaus in het lokaal.



Figuur 7 : De lokalen met een groot volume en materialen die het geluid weerkaatsen, zoals tegels of ruiten, geven nagalmproblemen omdat de geluiden weerkaatst worden door muren, plafonds en vloeren.

Luidruchtige leerlingen en een slechte akoestiek in het lokaal vormen dikwijls de ideale combinatie om een achtergrondgeluidsniveau te verkrijgen dat hoger is dan de toegestane maxima. Bovendien spelen de voorzieningen in de lokalen (drankautomaten, ventilatiesysteem, projectoren, verwarming, ...) een bepalende rol. In bepaalde gevallen dragen zij in belangrijke mate bij aan de hoge geluidsniveaus. De metingen brengen piekwaarden aan het licht die meer dan 5% van de tijd hoger zijn dan 90 dB(A). Die situatie is nadelig voor zowel de kwaliteit van de leerprocessen als de gezondheid van de gebruikers.

Niet te verwarren !

De isolatieproblemen doen zich voor **tussen de lokalen** in een gebouw (muren/ plafonds) of ter hoogte van de gevels.

De nagalmproblemen doen zich **in eenzelfde lokaal** voor.

De metingen, uitgevoerd in de Brusselse scholen, tonen aan dat verbeteringen van de geluidsisolatie aan te bevelen zijn in klaslokalen, terwijl in eetzaalen en andere polyvalente zalen (waar het geluidsniveau vaak zeer hoog is) vooral nagalmproblemen moeten worden opgelost.

Leefmilieu Brussel heeft de onderzochte scholen voorgesteld veranderingen aan de plafonds en de muren uit te voeren (plaatsing van absorberende panelen) (zie foto's).



foto 3 : De oplossingen die Leefmilieu Brussel voorstelt om de nagalmproblemen te verminderen (1. binnenspeelplaatsen, 2. en 3. sportzalen, 4. eetzaalen) berusten doorgaans op de plaatsing van absorberende panelen tegen plafonds en muren. (Bron: Leefmilieu Brussel, Fiche 34. Blootstelling aan geluidsoverlast in de scholen, 2012, 11 p.).



foto 4 : Foto's van de eetzaal vóór de werken, met de voorgestelde oplossing (geel absorberend plafond) en na de werken (Bron: Leefmilieu Brussel, Fiche 34. Blootstelling aan geluidsoverlast in de scholen, 2012, 11 p.).

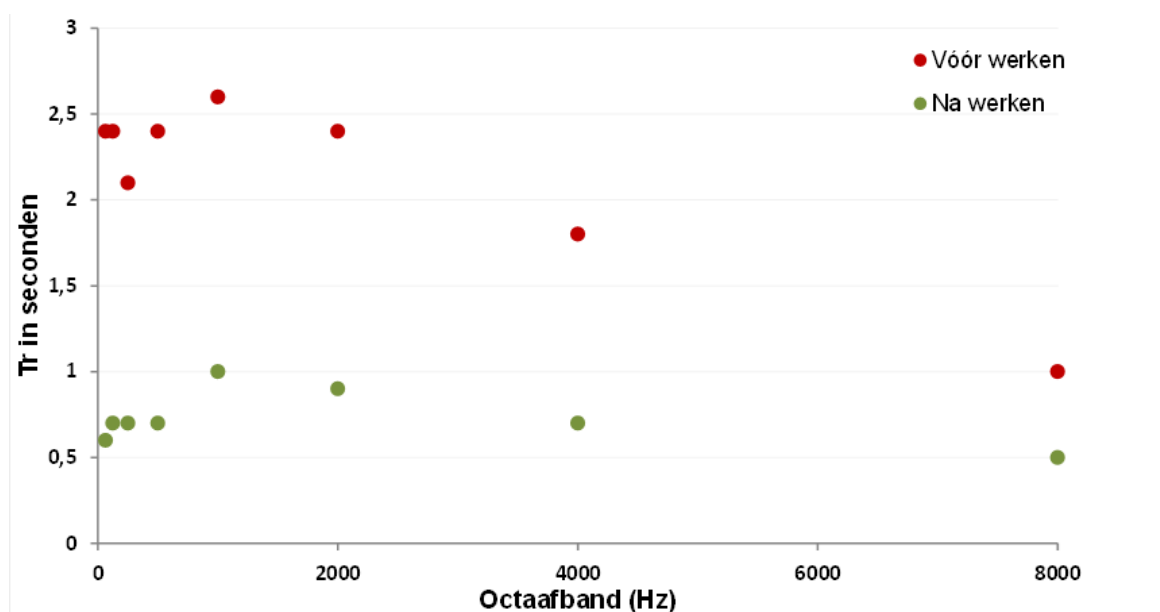


2.2.3. Praktijkgevallen

In aansluiting op de audits door Leefmilieu Brussel werd een akoestische modellering van de diverse onderzochte lokalen uitgevoerd en werden concrete en begrote saneringsvoorstellen geformuleerd ten behoeve van de scholen. Twee van hen voerden werken uit om de kwaliteit en het geluidsccomfort van de onderzochte lokalen te verbeteren. De werkzaamheden hadden meestal tot doel de nagalmtijd te verkorten.

Achteraf vond een vergelijkend onderzoek vóór/na plaats (achtergrondgeluid, nagalmtijd). Zo kon worden nagegaan in hoeverre de voorgestelde oplossingen doeltreffend waren. De lokalen die de grootste akoestische problemen stelden, waren een eetzaal en een sportzaal.–

De metingen na de werken tonen een zeer duidelijke verbetering van de nagalmtijden aan, zowel voor de eetzaal [2,5 sec. vóór werken, 0,8 sec. na werken (gemiddeld 0,5 tot 2 kHz, zie grafiek)] als voor de sportzaal [4,0 sec. vóór werken, 1,4 sec. na werken (gemiddeld 0,5 tot 2 kHz)].



Figuur 8 : Vergelijking van de nagalmtijden (Tr) in de eetzaal, gemeten vóór en na de werken (Bron: Leefmilieu Brussel, Fiche 34. Blootstelling aan geluidsoverlast in de scholen, 2012, 11 p.).

De waarden na de werken stemmen overeen met de resultaten die door de modellering voorspeld werden en liggen binnen het bereik van referentiewaarden (zie detail in bijlage 1). In het algemeen had de plaatsing van geluidsabsorberende verlaagde plafonds zeer gunstige effecten op de akoestische eigenschappen van de lokalen en op de achtergrondgeluidsniveaus die er heersen.

De metingen in de eetzaal tonen bovendien een duidelijke verbetering van het achtergrondgeluidsniveau aan, ongeacht het ogenblik van de dag en de wijze waarop het lokaal wordt gebruikt. Tijdens de periodes van de maaltijden blijven de niveaus echter hoog en in ieder geval hoger dan de referentiewaarden. Om ze te verlagen, zouden bijkomende maatregelen kunnen worden genomen met betrekking tot de bezettingsdichtheid (toevoeging van een dienst), het meubilair (rubbertjes onder de stoelen, opstelling van de tafels, tafellinnen om het lawaai van het vaatwerk te dempen, ...) of de sensibilisering van leerlingen en personeel. Bovendien is gebleken dat lawaaiërige uitrustingen de geluidsniveaus doen toenemen.

2.3. VOORUITZICHTEN

2.3.1. De toekomstige scholen in het Brussels Gewest

Voor een doeltreffende geluidsomgeving op school moet bijzondere aandacht worden besteed aan de akoestische eigenschappen van de lokalen, en dit al vanaf de voorontwerpfase van nieuwe scholen. Om een optimaal resultaat te waarborgen, moeten de akoestische prestaties met betrekking tot binnen- en buitengeluiden geïntegreerd worden in het **bestek**. De eisen kunnen strenger of minder streng zijn naargelang



de context en de doelstellingen van het project. Zo wordt aangeraden goed te isoleren wanneer het geplande gebouw in een lawaaierige zone gelegen is (korte afstand ten opzichte van de wegen of spoorwegen) of wanneer het bestemd is voor een bepaald publiek (bijzonder onderwijs, beroepsonderwijs, ...). Als het externe geluidsniveau daarentegen zeer laag is, is het beter aanvullende maatregelen te nemen die de isolatie tussen de lokalen onderling verbeteren. Hoe lager het achtergrondgeluidsniveau is, des te gevoeliger zijn de leerlingen en leerkrachten voor geluiden die uit aangrenzende klassen komen.

Bij verbouwingen of renovaties is het ontzettend belangrijk dat de akoestiek van de bestaande schoolgebouwen wordt verbeterd. Vele van die gebouwen bevinden zich immers dicht bij belangrijke geluidsbronnen. De verkeersgeluidskaarten voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest¹⁶ tonen aan dat, voor het referentiejaar 2006, 46% van de in Brussel gevestigde scholen overdag blootgesteld wordt aan verkeersgeluidsniveaus die hoger zijn dan de waarde, aanbevolen door de WGO (55 dB(A)).

Dit aspect is belangrijk in het kader van de gewestelijke investeringsplannen die gericht zijn op het creëren van nieuwe plaatsen in het basisonderwijs, meer bepaald door middel van geprefabriceerde lokalen, modulaire constructies of renovaties van bestaande gebouwen. In het laatste geval moet bijzondere aandacht worden besteed aan de architectonische eigenschappen van het schitterende scholenpatrimonium in het Brussels Gewest.

De gekozen oplossingen moeten worden aangepast aan ieder afzonderlijk geval. Bij renovatie worden immers andere doelstellingen nagestreefd dan voor nieuwe gebouwen en bovendien zijn die doelstellingen afhankelijk van het onderwijstype (technische werkplaatsen, kleuterklassen, ...), het budget, de ligging en de omgeving.

2.3.2. Voorbeeldgebouwen

Sinds 2007 organiseert het Brussels Hoofdstedelijk Gewest projectoproepen "Voorbeeldgebouwen" om bouwen en renovatieprojecten met een voorbeeldfunctie op het vlak van energieprestaties en milieu te promoten. Eén van de doelstellingen is ook aan te tonen dat dergelijke projecten technisch en economisch uitvoerbaar zijn in Brussel¹⁷.

Een voorbeeldgebouw kan een nieuwbouw, een reconstructie, een renovatie, een uitbreiding of een combinatie van deze types zijn. Het kan gaan om woningen of om openbare gebouwen zoals scholen of kinderdagverblijven.

Vandaag zijn ongeveer veertig scholen en kinderdagverblijven aangewezen als voorbeeldgebouwen (nieuwbouw of renovatie, zie afbeeldingen). In bepaalde gevallen werden bijzondere inspanningen geleverd om de akoestiek van gebouwen en lokalen te verbeteren zodat de leerlingen en leerkrachten zich in een gezonde omgeving kunnen bewegen. De school op de Merchtemsesteenweg [150] (zie afbeelding 1.) opteerde bijvoorbeeld voor de verbetering van het geluidscmfort door een zwevende vloerplaat in de sportzaal te plaatsen (geluiddempende mat om de contactgeluiden te beperken) en een muur in geperforeerde baksteen met geluidsisolatie te metselen (vermindering van de luchtgeluiden). Een kinderdagverblijf in de Kesselsstraat [117] (zie afbeelding 2) opteerde in eerste instantie voor ruimtelijke oplossingen gebaseerd op de vergroting van de afstand en de isolatie van geluidsbronnen (grotere afstand ten opzichte van de verkeerswegen en van de lawaaierige lokalen en voorzieningen...). In een tweede fase zullen oplossingen worden uitgewerkt om de resterende geluidshinder te beperken (verbetering van de luchtdichtheid, massieve muren, dubbel rendementsglas, zwevende vloerplaat...).

¹⁶ Leefmilieu Brussel, Strategische kaarten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Geluidshinder door het verkeer, 2010, 60 p.

¹⁷ Leefmilieu Brussel, Voorbeeldgebouwen, www.leefmilieubrussel.be/voorbeeldgebouwen.



Deze scholen zijn voorbeelden die navolging verdienen, enerzijds wegens de verlaging van het energie- en waterverbruik, de vermindering van de CO₂-uitstoot en de keuze van de materialen, en anderzijds op het vlak van de thermische en geluidsisolatie.



foto 5 : Een school, 1 (1. Merchtemsesteenweg) en een kinderdagverblijf (2. Kesselsstraat) als "voorbeeldgebouwen" (renovatieprojecten). (Bron: www.leefmilieubrussel.be/voorbeeldgebouwen).

Goed om weten

Ontdek alle voorbeeldgebouwen op de internetsite van Leefmilieu Brussel (www.leefmilieubrussel.be/voorbeeldgebouwen). Met behulp van een zoekmachine en een interactieve kaart van het Brussels Gewest kunt u de infofiches van de laureaten downloaden.



HOOFDSTUK 3. AANBEVELINGEN VOOR SCHOOLGEBOUWEN

3.1. ALGEMENE PRINCIPES

3.1.1. Het geluid aan de bron beperken

De eerste maatregel waaraan moet worden gedacht, is het beperken of volledig wegnemen van de geluidsbron. Deze actie komt de volledige gemeenschap ten goede en zal in het volledige gebouw waarneembaar zijn. Zo is het nuttig na te gaan of drankautomaten, ventilatiesystemen of verwarmingsinstallaties geen te hoge geluidsniveaus veroorzaken. De **keuze van uitrustingen die weinig lawaai maken en/of voorzien zijn van geluiddemping**, kan een oplossing zijn. Bepaalde toestellen worden geleverd met een geluiddemper die speciaal ontworpen is om een specifiek geluid te beperken, zoals de dempersystemen op verwarmingsketels die specifiek het verbrandingslawaai verminderen. Een correcte afstelling van de installatie en haar componenten is eveneens noodzakelijk om de geluidshinder te beperken. In het algemeen moeten schommelingen en plotselinge veranderingen van druk, debiet, snelheid, diameter, ... vermeden worden.¹⁸

Wat het gedrag betreft, kan men in de scholen onmogelijk een ijzeren discipline opleggen of volstrekte stilte eisen in de sportzaal of de eetzaal. Wat moet er dan wel gebeuren?

Een eerste maatregel die bijzonder doeltreffend kan zijn, is het **sensibiliseren van leerlingen en leerkrachten** voor de geluidsomgeving waarin zij leven en voor de effecten van geluidsoverlast op de gezondheid en de leerprocessen. Door praktische oplossingen te zoeken die gemakkelijk toe te passen zijn en aangepast zijn aan het publiek, kan iedereen verantwoordelijkheid en initiatief nemen. Die bewustmaking kan vele vormen aannemen. De gymleraar vragen de muziek zachter te zetten, de deurscharnieren smeren, de middagpauze anders organiseren, een bel met een schel geluid vervangen door zachtere muziek, ... er zijn tal van mogelijkheden.

Tips en raadgevingen

- De brochure "Rustig wonen in Brussel", bevat 100 raadgevingen om zich tegen het lawaai te beschermen ... en er geen te maken¹⁷
- De vzw Empreintes¹⁹ helpt de geluidshinder in scholen te beperken door middel van sensibiliseringscampagnes bij de gebruikers van de lokalen. Zij maakt samen met de leerlingen een kwalitatieve geluidsbalans op, en stelt voor een actieplan op te stellen (acties gericht op gedragingen en infrastructuur) en een communicatiecampagne op te zetten binnen de school (zie Daisy Bell en Herrie Lawijt voor meer informatie).

3.1.2. Voorkomen dat het geluid zich voortplant

Als het geluid niet aan de bron kan worden beperkt, zijn er andere mogelijkheden. Zo kan men de voortplanting van het geluid verminderen of zelfs helemaal vermijden. Op dat principe berusten onder meer de geluidsschermen langs de snelwegen of de omkapping van een machine. In laatste instantie zal werk gemaakt worden van de bescherming tegen lawaai in het lokaal zelf. Als het gebouw goed ontworpen is en de geluidsniveaus redelijk zijn, moet waarschijnlijk geen beroep worden gedaan op deze oplossing. In het andere geval zijn meer structurele maatregelen aangewezen.

De isolatie en de nagalmtijd in de lokalen kunnen verbeterd worden op twee manieren: **geluidsisolatie** en **akoestische correctie**. Het belangrijkste verschil tussen de twee methoden is dat isolatie de overbrenging van het geluid van één lokaal naar een ander beperkt, terwijl de akoestische correctie tot doel heeft de nagalm in eenzelfde lokaal te verminderen (zie fig.).

¹⁸ Leefmilieu Brussel, Rustig wonen in Brussel, 100 tips om zich te beschermen tegen lawaai ... en er geen te maken, 2013, 40 p.

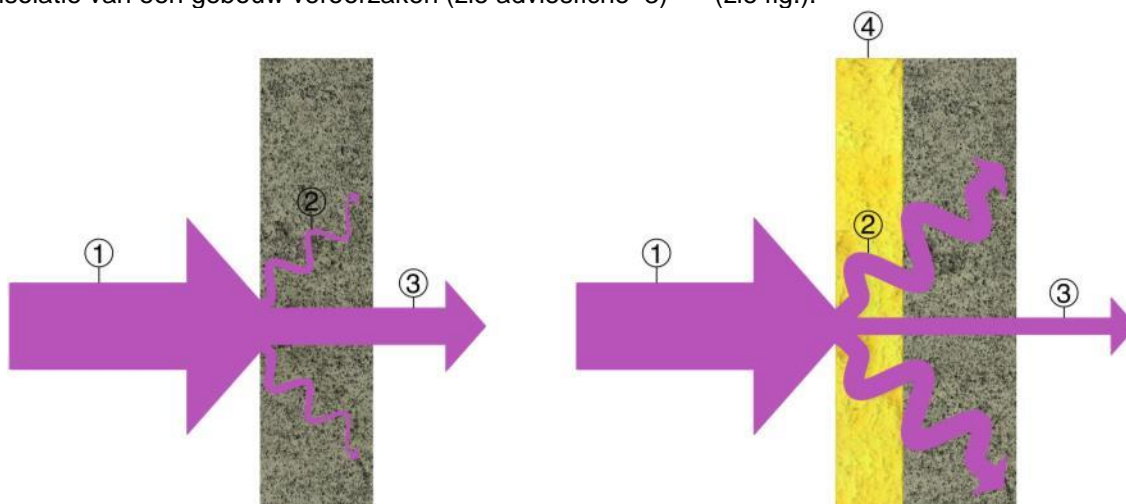
¹⁹ Vzw Empreintes, <http://www.empreintesasbl.be/>

De akoestische correctie kan ook helpen het geluid beter te geleiden. In conferentiezalen of auditoria bijvoorbeeld worden reflectoren op de muren en plafonds geplaatst om het geluid naar het publiek te leiden.



Figuur 9 : De isolatie en de nagalmtijd kunnen verbeterd worden op twee manieren: 1. geluidsisolatie (beperking van de overbrenging van het geluid tussen twee lokalen) en 2. akoestische correctie (beperking van de nagalm binnen eenzelfde lokaal).

Om de **geluidsisolatie** van de klaslokalen te verbeteren, moeten alle elementen van het gebouw worden aangepakt, en meer in het bijzonder de wanden, vensters, deuren, muren, plafonds, ... Het doel is de overbrenging van het geluid via de volledige structuur van het gebouw te beperken. In de meeste gevallen worden de wanden tussen de lokalen versterkt door middel van zware isolatiematerialen met een hoge dichtheid of worden geluidwerende bekledingen aangebracht. Vaak zijn het echter de parasietwegen (lekken, gangen, plafonds, gevel, ...) en de "zwakke plekken" (timmerwerk, ventilatieroosters, ...) die problemen in de geluidsisolatie van een gebouw veroorzaken (zie adviesfiche 3)^{20 21}(zie fig.).



Figuur 10 : De toevoeging van isolatiematerialen (3) aan de wanden kan de geluidshinder door lawaai afkomstig van aangrenzende lokalen fors terugdringen (1) (verbetering van de geluidsisolatie). Het voortgebrachte geluid (2) wordt verminderd.

²⁰Leefmilieu Brussel, Gids duurzame gebouwen, G_WEL01 Het geluidcomfort verzekeren (zie: <http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be/nl/g-wel01-het-akoestisch-comfort-verzekeren.htm?IDC=1048&IDD=6179>).

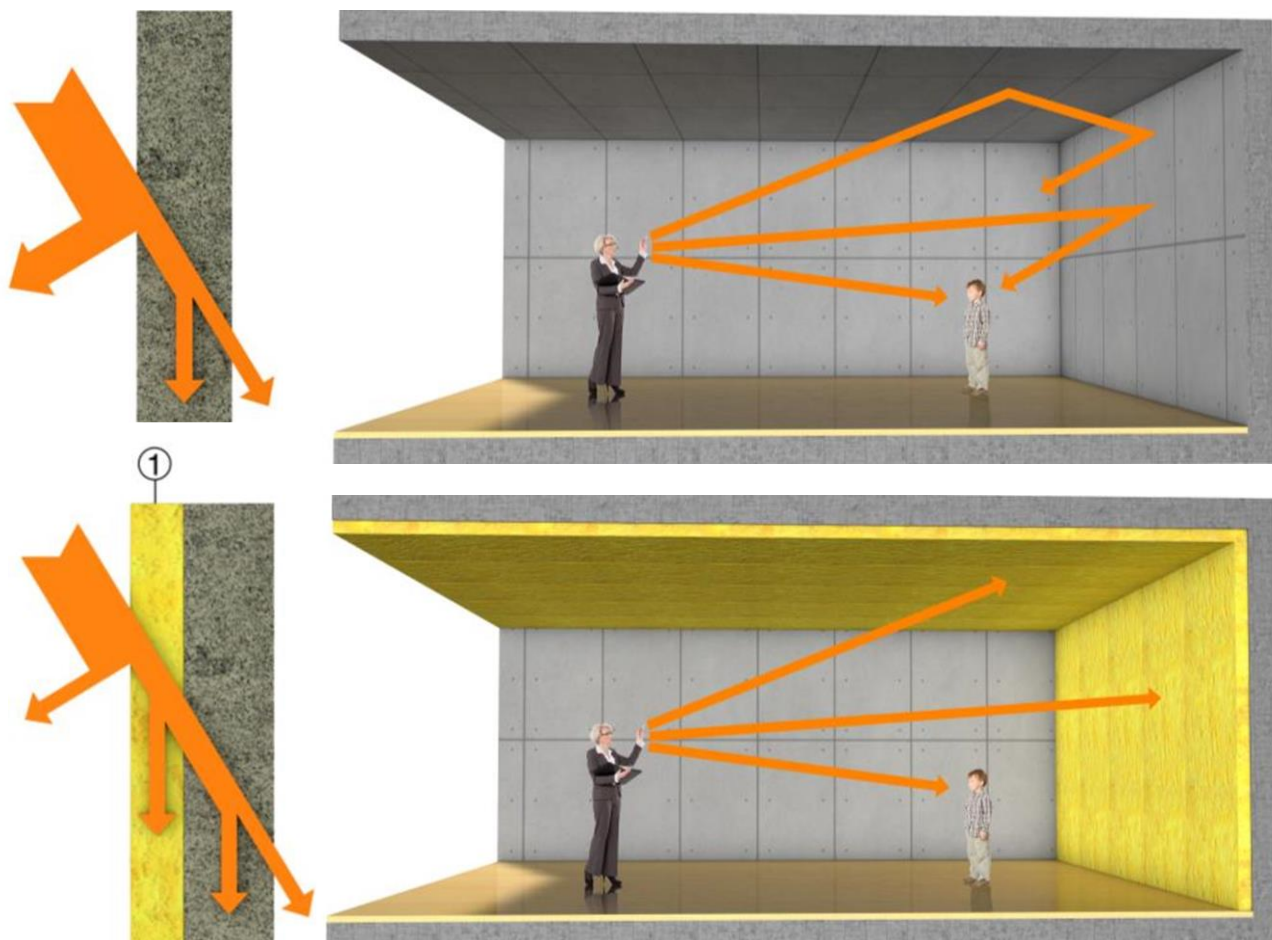
²¹Leefmilieu Brussel, Code van goede praktijken - Technisch referentiekader geluidsisolatie voor de premie voor de renovatie van woningen, 2014.



Doel van de geluidsisolatie

- De warmteoverdracht tussen twee lokalen beperken
- De geluidsomgeving in het hele gebouw optimaliseren.

Om de **nagalm te beperken** in een lokaal, moet het probleem op de schaal van het lokaal gevisualiseerd worden. Het werkingsprincipe van de **akoestische correctie** berust op het vervangen van reflecterende elementen van muren en/of plafonds en/of vloeren in het lokaal door absorberende materialen. Zij verhinderen de weerkaatsing van het geluid in het lokaal en dus ook het achtergrondgeluid (zie figuur 11).



Figuur 11 : De toevoeging van geluidsabsorberende materialen (1) verbetert de akoestiek van een lokaal aanzienlijk door de weerkaatsing van het geluid te verminderen (verkorting van de nagalmtijd).

Doel van de akoestische correctie

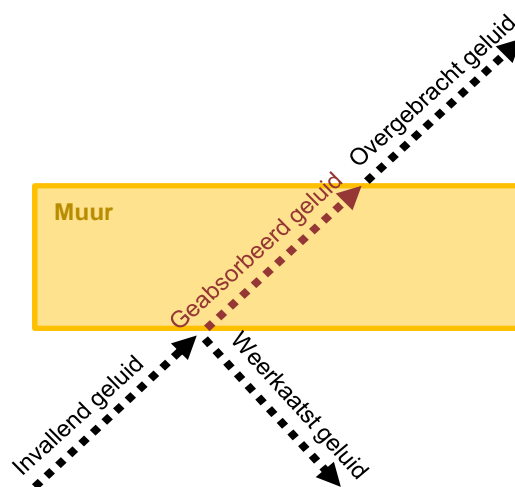
- De nagalmtijd in het lokaal optimaliseren
- Het secundair geluidsniveau beperken

Goed om weten

Wat akoestische correctie betreft, is het plafond het oppervlak dat het gemakkelijkst kan worden behandeld. Toch zou het verkeerd zijn te denken dat alleen het plafond zich leent voor de akoestische correctie van een lokaal. Ook andere materialen en oppervlakken (vloeren, meubilair, ...) absorberen het geluid.

3.1.3. De materialen kiezen

Wanneer een geluid (geluidsgolf) in contact komt met een materiaal, wordt een deel van de energie weerkaatst (gereflecteerd geluid) en een ander deel geabsorbeerd (geabsorbeerd geluid) door het materiaal. Een fractie van het geabsorbeerde geluid zal ook door het materiaal heen dringen (overgebracht geluid) (zie figuur).



Figuur 12 : Gedrag van het geluid wanneer het in contact komt met een materiaal (een muur).

De geluidsabsorptie (vermindering van het gereflecteerde geluid, zie figuur) heeft een effect op de geluidswaarneming bij de gebruikers. Zij beïnvloedt het achtergrondgeluidsniveau en bevordert de spraakverstaanbaarheid. Ze vermindert de echo's²² en helpt het Lombardeffect af te zwakken²³. De geluidsisolatie (vermindering van het overgebrachte geluid, zie figuur) is de capaciteit om de geluidsoverdracht tussen twee ruimten te beperken.

De vastgestelde problemen moeten worden afgebakend alvorens werken uit te voeren. De oplossingen en de te gebruiken materialen verschillen namelijk naargelang het om isolatie- of absorptieproblemen gaat (zie hoofdstuk 4).

Verschillende absorberende materialen (minerale of natuurwol, synthetisch schuim, ...) en technische oplossingen (spanningen, dikte, ...) zullen bijvoorbeeld de geluidsdemping in het systeem verbeteren en nagalm verhinderen (zie Adviesfiche 2). Het doel is niet het geluid volledig te absorberen. De absorptie moet namelijk gedoseerd worden om een nagalmeffect te verkrijgen dat geschikt is voor het lokaal en de activiteit. Er zijn aangepaste oplossingen voor schoolgebouwen op de markt. Bij de keuze van de materialen moet ook rekening worden gehouden met de functie van het onderzochte lokaal. Naargelang het geval kunnen de materialen bijvoorbeeld schokbestendig (sportzalen) of gemakkelijk afwasbaar (eetzalen) zijn.



foto 6 : Minerale of natuurwol en gerecycleerd polyurethaanafval zijn goede absorberende materialen (Bron foto: Stadswinkel).

²² De echo ontstaat wanneer het geluid meermaals wordt weerkaatst door de oppervlakken en voorwerpen in het lokaal.

²³ Het Lombardeffect doet zich voor in een situatie waarbij alle aanwezige personen luider beginnen te praten om verstaanbaar te blijven, tot iedereen begint te roepen. Het veroorzaakt geluidsniveaus die, bijvoorbeeld in de eetzaal van een school, hoger kunnen zijn dan 90 dB(A).



Als het probleem te wijten is aan de geluidsisolatie tussen twee lokalen, moeten de wanden van het gebouw dikker gemaakt (massawet) of ontdubbeld (massa-veer-massa-effect) worden (zie Adviesfiche 3). Een correcte plaatsing van het isolatiemateriaal is essentieel voor een doeltreffende isolatie, en moet dan ook nauwlettend gecontroleerd worden. De knowhow van de isolatiespecialisten en de plaatsers is nog veel bepalender dan de keuze van de materialen. Een verkeerde plaatsing kan immers resultaten geven die niet optimaal zijn op het akoestische vlak.

3.1.4. Samengevat

Om de verstaanbaarheid van de boodschap in de leslokalen te waarborgen, is het belangrijk dat de oorzaak van de geluidshinder wordt onderzocht/afgebakend en dat ze door middel van diverse maatregelen wordt ingeperkt. Deze maatregelen, die zowel het gedrag van de leerlingen als de kwaliteit van de bouwelementen van de lokalen of gebouwen beïnvloeden, zullen helpen de geluidsproblemen in de scholen aan te pakken.



3.2. DE NIEUWE GEBOUWEN

3.2.1. De vestigingsplaats kiezen

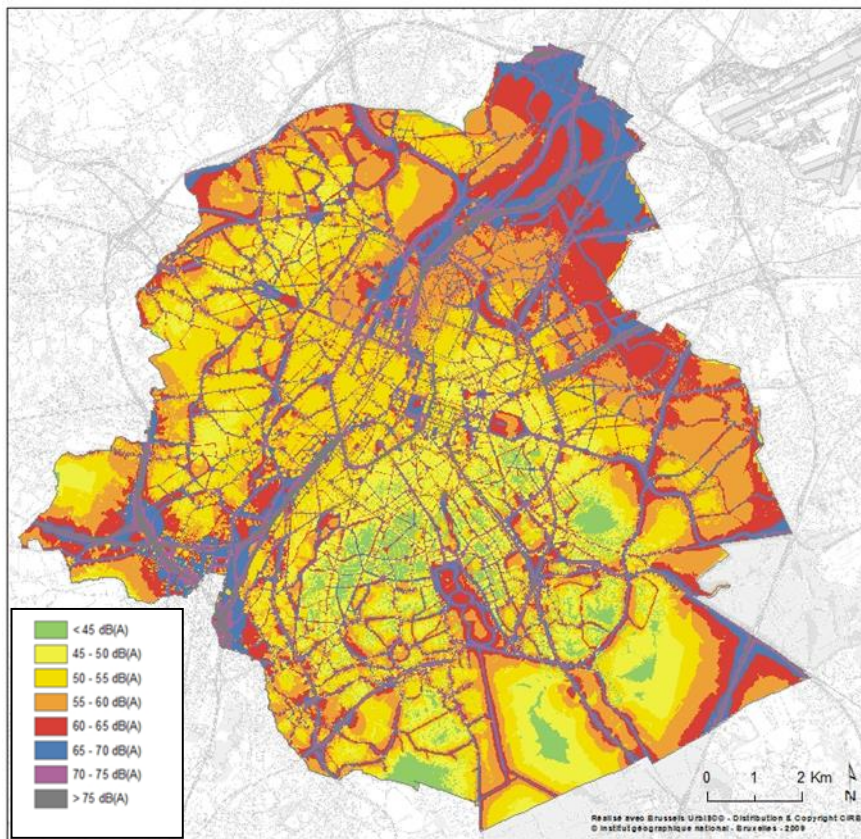
Alvorens uw schoolgebouw te bouwen, is het raadzaam een plaats te kiezen met een geluidsomgeving die zich leent voor schoolactiviteiten. Daarom is het belangrijk om bij de eerste diagnose de (bestaande en potentiële) **geluidsbronnen** in de ruimte (vast of mobiel) en in de tijd (duur van de geluidshinder, frequentie, tijd van de dag) te bepalen op basis van de beschikbare gegevens. Een perceptieonderzoek kan bijvoorbeeld gecombineerd worden met metingen ter plaatse of met het gebruik van geluidsniveaukaarten.

Een dergelijke geluidsstudie heeft tot doel de bestaande geluidsbronnen in de nabijheid van het project (trein-, vliegtuig- of autoverkeer, ...) op te sporen en te bepalen, inzicht te verwerven in de kenmerken van het geluid (frequentie, oorsprong, intensiteit, ...) en de voortplantingswijze van het geluid te analyseren.

Uiteraard valt te verkiezen dat de vestigingsplaatsen voldoende ver verwijderd zijn van belangrijke geluidsbronnen zoals luchthavens, drukke verkeerswegen of zware industrie. De keuze van de plaats heeft gevolgen voor zowel de algemene geluidsomgeving als de mogelijkheden inzake natuurlijke ventilatie en dient erop gericht te zijn de kinderen en leerkrachten niet aan te hoge geluidsniveaus bloot te stellen.



Voor de bronnen die verband houden met het verkeer, kan een eerste beoordeling van de geluidsbelasting in de wijk worden uitgevoerd op basis van de geluidskarten en meer in het bijzonder van de multiblootstellingskaart (vliegtuig, wegverkeer, trein, tram en metro), uitgegeven door Leefmilieu Brussel.



Figuur 13 : Kaart met het multiblootstelling geluidskadaster van 2006 (gepubliceerd in 2010), indicator Lden. (Bron: www.ibgebim.be, http://documentatie.leefmilieubrussel.be/documents/Bruit_atlas_Cartographie_2010.PDF)

3.2.2. Het overzichtsplan aanpassen aan de geluidsbronnen

De ligging van de gebouwen ten opzichte van elkaar is belangrijk voor hun akoestische eigenschappen. Om de voortplanting of de impact van het geluid te beperken, kunnen diverse oplossingen worden overwogen, zoals doorlopende bouwlijnen (gemeenschappelijke gevels) of een insprong ten opzichte van de rooilijn²⁴. Door deze maatregelen kan een rustige ruimte worden verkregen achter het gebouw en kan het geluidsniveau aan de voorzijde worden beperkt (zie norm NBN S 01-400-2, bijlage E).

De hoogte van de gebouwen moet ook aangepast zijn aan de omstandigheden voor geluidsoverdracht (gebouwen die een geluidsscherm vormen). Hogere gebouwen met een minder gevoelige bestemming vlakbij een geluidsbron zoals een snelweg vormen een doeltreffend middel om minder hoge gebouwen met een meer gevoelige functie (zoals scholen) te beschermen. Bovendien zijn laatstgenoemde gebouwen verder van de geluidsbron verwijderd. Ook de oriëntatie van de gebouwen is een factor waarmee rekening moet worden gehouden. In een U-vormige straat is het bijvoorbeeld belangrijk een gebouw niet evenwijdig met de weg te bouwen om weerkaatsingseffecten te voorkomen. Die opstelling moet gepaard gaan met een nauwkeurige studie over de interne verdeling van de lokalen en de vorm van het gebouw.

3.2.3. Het grondplan en het volume van de lokalen organiseren

De geluidsisolatie van een nieuwe school wordt geïntegreerd vanaf het prille ontwerp, meer in het bijzonder bij de planning en de indeling van de lokalen. Zo moet worden vermeden lawaaierige lokalen (eetzaal, sportzaal, muzieklokaal) naast of boven rustigere ruimten zoals klassen of rustzalen te plaatsen. Een andere oplossing is het inrichten van bufferruimten (gangen, kleedkamers, sanitaire voorzieningen, bergingen, ...) tussen de lawaaierige en de andere lokalen.

²⁴ Leefmilieu Brussel, Fiche 11. Stedenbouwkundige inrichtingen en omgevingslawaai in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, 2011, 13 p.



De geometrie van de lokalen beïnvloedt ook de geluidsomgeving. Naargelang de bestemming van het lokaal zijn er bepaalde verhoudingen die de akoestiek gunstig beïnvloeden. Een regelmatige geometrie kan onaangename gevolgen hebben voor een ruimte. Daarom is het belangrijk de verhoudingen tussen hoogte, lengte en breedte zorgvuldig te kiezen. Grote, evenwijdige reflecterende oppervlakken zijn eveneens te vermijden. Zij veroorzaken problemen met echo's die typisch zijn voor sport- of gymzalen.

3.2.4. Naar de norm verwijzen

In oktober 2012 werd een nieuwe Belgische norm, NBN S 01-400-2 "Akoestische criteria voor schoolgebouwen"²⁵ gepubliceerd. De nieuwe norm voor de scholen past in het kader van de geleidelijke aanpassing van de Belgische normgeving over de akoestiek van gebouwen en vervangt de vroegere eisen op dat vlak.

Deze norm bepaalt de methoden voor de karakterisering van de isolatie voor lucht- en contactgeluiden, van het geluid van dienstuitrustingen in het gebouw en van de nagalm in schoolgebouwen. Hij omschrijft ook de eisen waaraan nieuwe schoolgebouwen moeten voldoen wat de isolatie voor lucht- en contactgeluiden, de gevelisolatie, de beperking van het geluid van technische voorzieningen en de vermindering van de nagalm in bepaalde lokalen betreft. De door deze norm opgelegde akoestische prestaties gelden als goede praktijken voor nieuwe schoolgebouwen of voor te renoveren delen van schoolgebouwen waarvoor een stedenbouwkundige vergunning vereist is.

Als deze norm wordt nageleefd, maakt hij het mogelijk een zeker geluidscfort in uw school te waarborgen. Verwijs er in het kader van een nieuwbouw of renovatie naar in uw overeenkomst met de architect of in het bestek voor de aannemer. De norm wordt dan bindend en houdt een resultaatverbintenis in.

3.2.5. Vooruitdenken om de kosten te verlagen

Om de kostprijs en het geluidscfort van een gebouw te optimaliseren, is het belangrijk de akoestiek in een zo vroeg mogelijk stadium te integreren in het ontwerp van een schoolgebouw. De kosten van de geluidsisolatie zijn afhankelijk van de te behandelen oppervlakten en de prijs van de gekozen materialen. Door vooraf al rekening te houden met de akoestische aspecten, kan men de extra kosten tot 5% of minder beperken. Indien later moet worden ingegrepen om ontwerpfouten te corrigeren, zal dit gepaard gaan met 15 tot 20% extra kosten ten opzichte van het budget dat aan de uitgevoerde werken werd toegewezen.

3.3. BESTAANDE GEBOUWEN

3.3.1. De aard van het te neutraliseren geluid bepalen

Alvorens werkzaamheden aan te vatten, doet u er goed aan een diagnose te stellen van de geluidsbronnen die de leerlingen en de leerkrachten storen en van de zwakke plekken van uw schoolgebouw. U moet hierbij onder meer onderzoeken of de hinderlijke geluiden van buiten (auto's, vliegtuigen, treinen) of van in het gebouw (leerlingen, voorzieningen) komen, en of de trillingen worden overgebracht via de lucht (gepraat, muziek, schoolbel) of door rechtstreeks contact (geluid van stappen op de vloer).

De **buitenmuren en daken** zijn de "toegangsdeur" voor weg- en spoorweggeluiden. De zwakke plekken voor de akoestische eigenschappen zijn elementen zoals openingen, spleten, doorgangen, ruiten, ramen, deuren, ventilatieroosters, ... Controleer dus of er geen "gaten" in de gevels zijn, of uw vensters geluiddicht zijn en voorzien zijn van geschikte beglazing, of uw ventilatieroosters correct geplaatst zijn en vooral of uw ramen in goede staat zijn.

De geluiden van de leerlingen, de stappen, de technische voorzieningen komen van de **binnenzijde van het gebouw** en worden daar ook verspreid. Onderzoek in eerste instantie of het geluid afkomstig van een lokaal op dezelfde, een hogere of een lagere verdieping. Zo kunt u reeds bepalen of u aan de muren, de plafonds of de vloeren moet werken. Als de hinder door diverse uitrustingen wordt veroorzaakt, controleer dan of die normaal functioneren. Geluidshinder van dergelijke voorzieningen zijn dikwijls te wijten aan technische problemen, verkeerde instellingen of een gebrek aan onderhoud.

²⁵ NBN S 01-400-2 : Akoestische criteria voor schoolgebouwen, 2012, 37 p.



3.3.2. Geluids- en thermische isolatie combineren

De Energiebalans 2009 van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest toont aan dat de scholen 6 procent van het totale verbruik van de tertiaire sector voor hun rekening nemen. In die context lanceerde het Brussels Hoofdstedelijk Gewest een projectoproep bij de vertegenwoordigers van de netten van het leerplichtonderwijs om hen uit te nodigen ook een Plan voor Lokale Actie voor het Gebruik van Energie (P.L.A.G.E) uit te werken²⁶.

Een P.L.A.G.E. beoogt geen afwachtend, maar een actief energiebeheer dat voordelig is voor de financiën en het milieu²⁷. Tegen die achtergrond hebben de 6 onderwijsnetten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest energieverantwoordelijken aangeworven die hun energieverbruik moeten verlagen door middel van ingrepen die weinig of niets kosten. De resultaten zijn bemoedigend. Zo is het brandstofverbruik van alle deelnemende scholen samen met bijna 18% gedaald. Het is de bedoeling dat de ongeveer 600 scholen van het leerplichtonderwijs in het Gewest ook pioniers worden op het vlak van energiebesparingen.

Hoewel het P.L.A.G.E. zich op het energiethema toespitst, kan het interessant en economisch verantwoord blijken om de energieaudit in het kader van een dergelijk project te koppelen aan een geluidsaudit. De meeste geluidsabsorberende materialen zijn immers ook thermisch isolerend. Stijve geslotencellige thermische isolatiematerialen daartegen kunnen in bepaalde toepassingen een ongunstig effect hebben op de akoestische eigenschappen van de geïsoleerde wand. Ingrepen aan voorzieningen zoals verwarmingsketels, leidingen, het ventilatiesysteem (controle, omkapping, isolatie, ...) kunnen rendabel zijn door thermische energie te besparen en terzelfder tijd het lawaai van deze machines aanzienlijk te verminderen.

Wist u dit?

Een goede geluidsisolatie draagt doorgaans bij tot een betere thermische isolatie. Omgekeerd leidt een goede thermische isolatie niet noodzakelijk tot een verbetering van de geluidsisolatie. De meeste isolatieproducten kunnen immers niet als geluidwerende wand gebruikt worden omdat ze te licht, te stijf of geslotencellig zijn.

3.4. LAATSTE TIPS

3.4.1. Alle comfortcriteria integreren

Hoewel geluidshinder veruit het grootste probleem is in de scholen, moet met andere factoren rekening worden gehouden als men wil komen tot een performante schoolomgeving die kan bijdragen tot het welzijn, de gezondheid en de leerresultaten bij de leerlingen en in de hele schoolgemeenschap.

De scholen moeten een maximum aan functioneel comfort verschaffen voor vandaag en voor de toekomst. De belangrijkste comfortfactoren zijn het licht, de lucht, de energie en het geluid. Die vier elementen zijn essentieel om een goede omgeving te creëren waarin de leerlingen en de leerkrachten het comfort krijgen dat zij verdienen.

Bovendien dienen de bouwmaterialen en andere in de scholen gebruikte producten aan diverse eisen te voldoen. Zo mogen zij de gezondheid van de leerlingen en leerkrachten niet schaden en moeten zij bijdragen tot een gezond interieurklimaat. De materialen moeten voorts gericht zijn op het creëren van een aangenaam en evenwichtig kader waarin iedereen zich goed voelt, en tegelijk ook veelzijdig (geschikt voor verschillende gebruiksdoeleinden: muziek, studiezaal, individueel en groepswork, ...) en flexibel (de bestaande gebouwen moeten aangepast kunnen worden aan nieuwe behoeften en eisen) zijn²⁸.

3.4.2. Materialen met goede prestaties kiezen

Bij de keuze van een isolatiemateriaal mag men zich niet alleen laten leiden door de akoestische prestaties. Er zijn nog andere belangrijke criteria zoals de **technische eigenschappen** (thermische isolatie, brandwerendheid, mechanische sterkte, vorm, onderhoudsbehoeften, duurzaamheid, ...) van het materiaal en zijn effecten op **het milieu en de gezondheid** (milieueffecten tijdens de winning van de basismaterialen, de productie, de fabricage, de distributie, de verwijdering en de recyclage en effecten op

²⁶ Leefmilieu Brussel, P.L.A.G.E. Scholen 2009-2013, 6 p.

²⁷ Leefmilieu Brussel, P.L.A.G.E., http://www.leefmilieu.brussels/school?view_pro=1&view_school=1

²⁸ Rockfon, Assurer de bonnes conditions d'enseignement. Construire et rénover les établissements scolaires d'aujourd'hui, 2011.



de gezondheid)²⁹. Bouwmaterialen worden immers vaak blootgesteld aan aantasting en extreme slijtage. Bovendien moeten zij aan zeer strenge veiligheidseisen voldoen en gemakkelijk te onderhouden zijn.

Vermijd het gebruik van onnodig materiaal en geef de voorkeur aan gezonde materialen die afkomstig zijn van hernieuwbare en milieuvriendelijke hulpbronnen. Een groot aantal ecologische materialen absorbeert het geluid uitstekend (cellulose, hennep, vlas, houtwol en schapenwol). Natuurlijke en hernieuwbare materialen hebben bovendien de eigenschap dat ze luchtdoorlatend zijn en een vochtregelende werking hebben. Door hun vermogen om warmte te accumuleren, voorkomen zij oververhitting tijdens de zomermaanden en zorgen zij voor een aangename binnentemperatuur. Het gebruik van airco wordt overbodig, wat een aanzienlijke besparing zal zijn op uw elektriciteitsrekening.

3.4.3. Een beroep doen op specialisten

Een laatste aanbeveling om een goede geluidsomgeving in de scholen te waarborgen, is het project te laten opvolgen door een **geluidsspecialist**. Dat is namelijk een goede manier om ontwerpfouten te vermijden en de aanbevelingen te integreren.

Voor een maximaal rendement bij een nieuwbouw of renovatie moet de geluidsspecialist reeds tijdens de voorontwerpfase bij het project betrokken worden. De bouwheer kan dan hetzij de te bereiken akoestische prestaties bepalen en de aannemer de vrijheid geven om materialen te kiezen, of de keuze overlaten aan de architect, die ze doorgeeft aan de aannemer.

Wist u dit?

De geringste fout in de geluidsisolatie, het kleinste lek, kan alle geleverde inspanningen tenietdoen. Zorg ervoor dat de geluidsisolatie door een erkende en ervaren firma wordt geplaatst. Laat uw architect indien nodig bijstaan door een geluidsspecialist en laat de uitvoering van de werken controleren. Je kunt niet voorzichtig genoeg zijn!

29 Leefmilieu Brussel, Gids duurzame gebouwen, G_MAT01 De levenscyclus van materialen: analyse, informatiebronnen en keuzehulpmiddelen (zie : <http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be/nl/g-mat01-de-levenscyclus-van-materialen-analyse-informatiebronnen-en-keuzehulpmiddelen.htm?IDC=1048&IDD=6030>).



HOOFDSTUK 4. TYPEVOORBEELDEN

4.1. ADVIESFICHE 1: EEN OPLOSSING VOOR IEDER LOKAAL

Technische oplossingen en bouwsystemen kunnen geluidsproblemen verhelpen die zich vaak voordoen in de scholen. Geluidsspecialisten en architecten kunnen immers de vele problemen in verband met geluid oplossen. Hiertoe gebruiken zij absorberende, reflecterende of isolerende materialen in een structureel element of een bepaalde ruimte.

In het ideale geval worden de aangepaste oplossingen in het ontwerp van het gebouw geïntegreerd. Als dat niet gebeurt, kunnen ongunstige akoestische eigenschappen worden verbeterd door de toevoeging van plafonds en andere geluidwerende materialen.

De norm NBN S 01-400-2 bestaat uit 5 delen die elk betrekking hebben op een bepaald geluidstype: luchtgeluidsisolatie, contactgeluidsisolatie, gevelisolatie, het lawaai van technische uitrustingen en de nagalmtijd en de geluidsabsorptie. De eisen van de norm zijn aangepast aan de lokalen, hun geluidsproductie en hun gevoeligheid voor lawaai (zie tabel). Zo kunnen aangepaste eisen en specifieke oplossingen worden uitgewerkt om het geluidsccomfort in alle lokalen van de school te waarborgen en toch een eenvoudige en functionele architectuur te behouden. De diverse adviesfiches in dit hoofdstuk illustreren de problemen en oplossingen die typisch zijn voor bepaalde lokalen van de school.

Type van ruimte	Productie		Gevoeligheid voor lawaai
	Contactgeluiden	Luchtgeluiden	
Gewoon klaslokaal	normaal	normaal	hoog
Sportzaal	zeer hoog	hoog	normaal
Binnenspeelplaats	zeer hoog	zeer hoog	laag
Studiezaal	normaal	laag	hoog
Polyvalente zaal	hoog	hoog	hoog
Eetzaal	hoog	hoog	laag

Tabel 2 : Geluidsproductie en gevoeligheid voor lawaai van bepaalde ruimten in de schoolgebouwen (aangepast aan de norm NBN S 01-400-2).

Het schema hieronder vermeldt alle lokalen die Leefmilieu Brussel tijdens zijn meetcampagnes heeft bezocht (sportzaal, polyvalente zaal, binnenspeelplaats, klaslokaal en eetzaal), de gemeten waarden, de vastgestelde problemen, de doelstellingen en de oplossingen om te komen tot een geluidsomgeving die beter aangepast is aan de beoogde activiteit. Het vat de geluidssituatie van de lokalen in het Brussels Gewest samen en kaart bepaalde algemene denkrichtingen aan. Elk van de volgende adviesfiches pakt een specifiek probleem aan.

4. Polyvalente zaal

Metingen: 79 dB(A) en 4,3 sec.

Vastgesteld probleem: nagalm en isolatie (lucht- en contactgeluid).

Geluidsomgeving: geluid van stappen, van stoelen, contactgeluiden, muziek, geroep, discussies, schoolbellen, werken buiten het gebouw

Doel: comfort en verstaanbaarheid. Een goede spraakverstaanbaarheid en een aangename geluidsomgeving combineren tijdens bijeenkomsten van uiteenlopende aard.

Oplossing: Plaatsing van geluidsabsorberende materialen tegen het plafond en/of de muren. Deze materialen moeten indien mogelijk schokbestendig en afwasbaar zijn.

3. Eetzaal

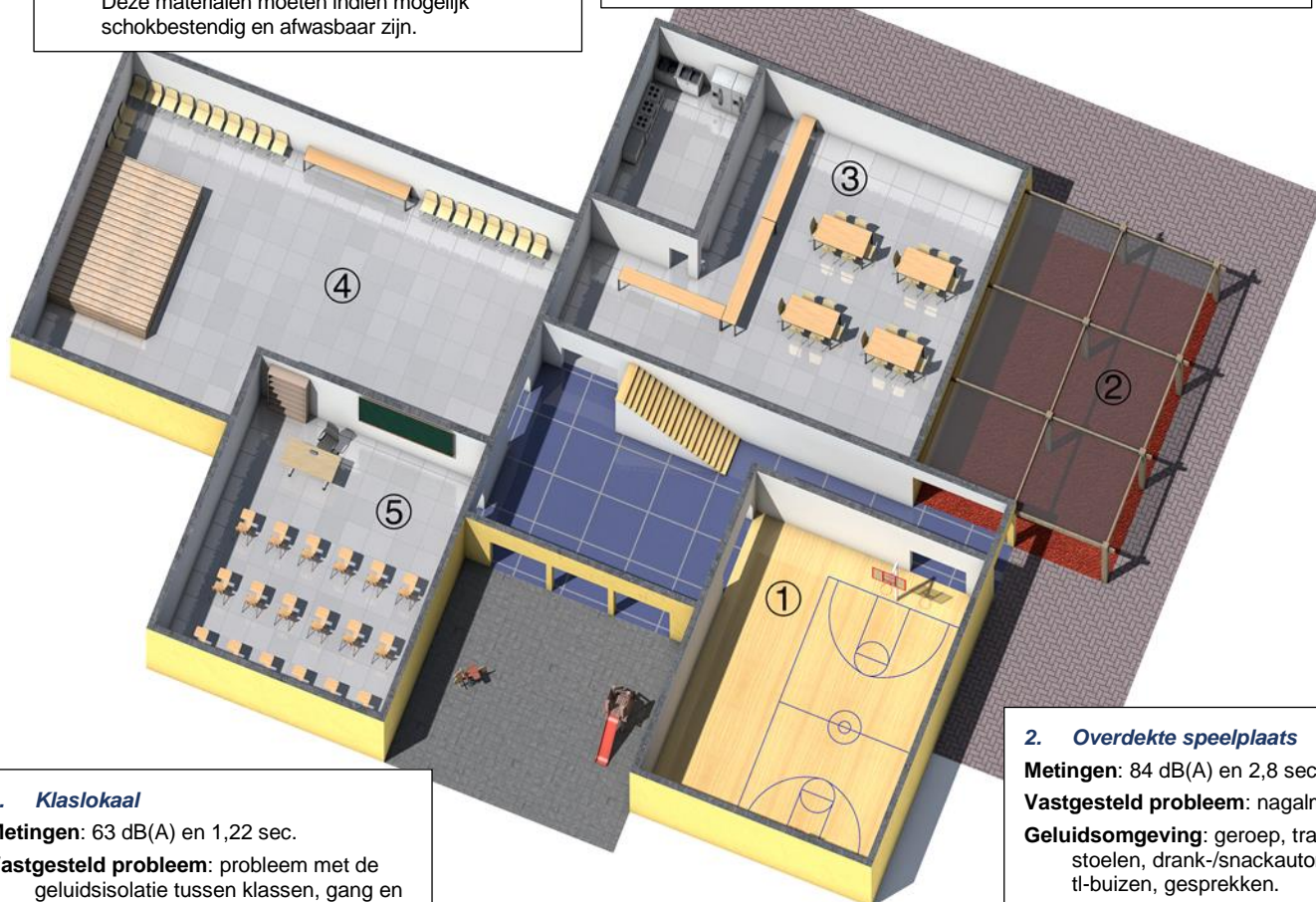
Metingen: 80 dB(A) en 1,78 sec.

Vastgesteld probleem: nagalm en lawaai van technische uitrustingen.

Geluidsomgeving: geroep, stoelen, drank-/snackautomaten, tl-buizen, borden/bestek, gesprekken, ventilatie.

Doel: comfortabele geluidsomgeving. Het "cocktaileffect" vermijden om een comfortabele omgeving te creëren en voor een buur verstaanbaar te zijn zonder de stem te verheffen.

Oplossing: Plaatsing van geluidsabsorberende materialen tegen het plafond en/of de muren. Deze materialen moeten indien mogelijk schokbestendig zijn. De automaten, ventilatoren en convectoren vervangen door minder luidruchtige machines en ieder toestel omkappen.



5. Klaslokaal

Metingen: 63 dB(A) en 1,22 sec.

Vastgesteld probleem: probleem met de geluidsisolatie tussen klassen, gang en gevels.

Geluidsomgeving: mondelinge lessen, films, leerkracht die spreekt, vliegtuigen, spelende kinderen.

Doel: verstaanbaarheid. De boodschap van de leerkracht is duidelijk en verstaanbaar voor alle leerlingen.

Oplossing: De verbindingen tussen de wanden en het plafond versterken, zowel tussen klassen onderling als tussen klassen en de gang. De wanden tussen de klassen en de gang doortrekken tot de hogergelegen vloerplaat en zorgen voor een perfecte afdichting van deze verbinding.

1. Sportzaal

Metingen: 84 dB(A) en 2,55 sec.

Vastgesteld probleem: nagalm.

Geluidsomgeving: geroep, balspelen, gefluit, gesprekken.

Doel: comfort en verstaanbaarheid. Zorgen voor een goed begrip van de instructies en voor het comfort van de toeschouwers bij sportevenementen.

Oplossing: Plaatsing van geluidsabsorberende materialen tegen het plafond en/of de muren. Deze materialen moeten schokvast zijn.

2. Overdekte speelplaats

Metingen: 84 dB(A) en 2,8 sec.

Vastgesteld probleem: nagalm.

Geluidsomgeving: geroep, trappen, stoelen, drank-/snackautomaten, tl-buizen, gesprekken.

Doel: comfort en verstaanbaarheid. Een goede spraakverstaanbaarheid en een aangename geluidsomgeving combineren tijdens bijeenkomsten van uiteenlopende aard.

Oplossing: Plaatsing van geluidsabsorberende materialen tegen het plafond en/of de muren. Deze materialen moeten indien mogelijk schokbestendig en afwasbaar zijn. De automaat door een minder luidruchtige machine vervangen of hem in een gang plaatsen.

Figuur 14 : Samenvatting van de geluidssituatie van de lokalen in het Brussels Gewest. Er wordt melding gemaakt van een aantal algemene oplossingen om te komen tot een geluidsomgeving die beter is aangepast aan de beoogde activiteit.



4.2. ADVIESFICHE 2: EETZAAL, SPORTZAAL OF POLYVALENTE ZAAL, BINNENSPEELPLAATS

Situatie: Nagalm in het lokaal



Foto 7 : Sportzalen, met hun hoge plafonds en grote volumes, hebben vaak een slechte akoestiek. (Bron foto: CEDIA)

Geluidsdiagnose: Deze ruimten zijn vaak voorzien van akoestisch harde oppervlakken. Dit resulteert in geluidsomgevingen van slechte kwaliteit. De ruimte is zo groot en de plafonds zijn zo hoog dat een hoge geluidsabsorptie essentieel is om een aanvaardbare geluidsomgeving te creëren.

Praktische aanbevelingen: De toestand van het oppervlak en de samenstelling van de wanden (muren, plafond, vloer) van een lokaal bepalen grotendeels zijn akoestische eigenschappen. Om de nagalm in een lokaal te beperken, worden absorberende wanden (bijvoorbeeld een geperforeerde voorzetwand met absorberend materiaal) tegen de muren en/of plafonds geplaatst. Om een pingpongeffect tussen twee reflecterende evenwijdige muren te vermijden, wordt op één van beide een absorberend materiaal aangebracht. Naast de ingrepen aan de wanden kunnen bepaalde accessoires de nagalm verminderen: bekledingsmaterialen (tapijt, spanplafond,...) maar ook het meubilair.

Geluidsabsorptiecoëfficiënt

De norm bepaalt dat, om de spraakverstaanbaarheid te waarborgen en te veel nagalm te voorkomen, eisen worden omschreven (afhankelijk van het type van ruimte) voor de gemiddelde waarde per oppervlakte van de gewogen geluidsabsorptie-index α_w . De geluidsabsorptie-index α is de verhouding tussen de geabsorbeerde geluidsenergie en de invallende geluidsenergie. Hij is afhankelijk van de frequentie. Dit geeft een coëfficiënt tussen 0 en 1, waarbij de waarde 1 betekent dat al het geluid wordt geabsorbeerd, en 0 dat geen geluid wordt geabsorbeerd en dus dat alle geluiden worden weerkaatst (voor de betrokken frequentieband)³⁰ (zie tabel).

Materialen	Gewogen absorptiecoëfficiënt α_w
Ruiten	0,05
Niet-geschilderd stortbeton	0,00
Gevernist hout	0,05
Minerale wol (100 kg/m ³)	0,85
Tegels	0,10
Kamerbreed tapijt	0,25
Linoleum	0,10

Tabel 3 : Gewogen absorptiecoëfficiënt van bepaalde materialen (Bron: CEDIA).

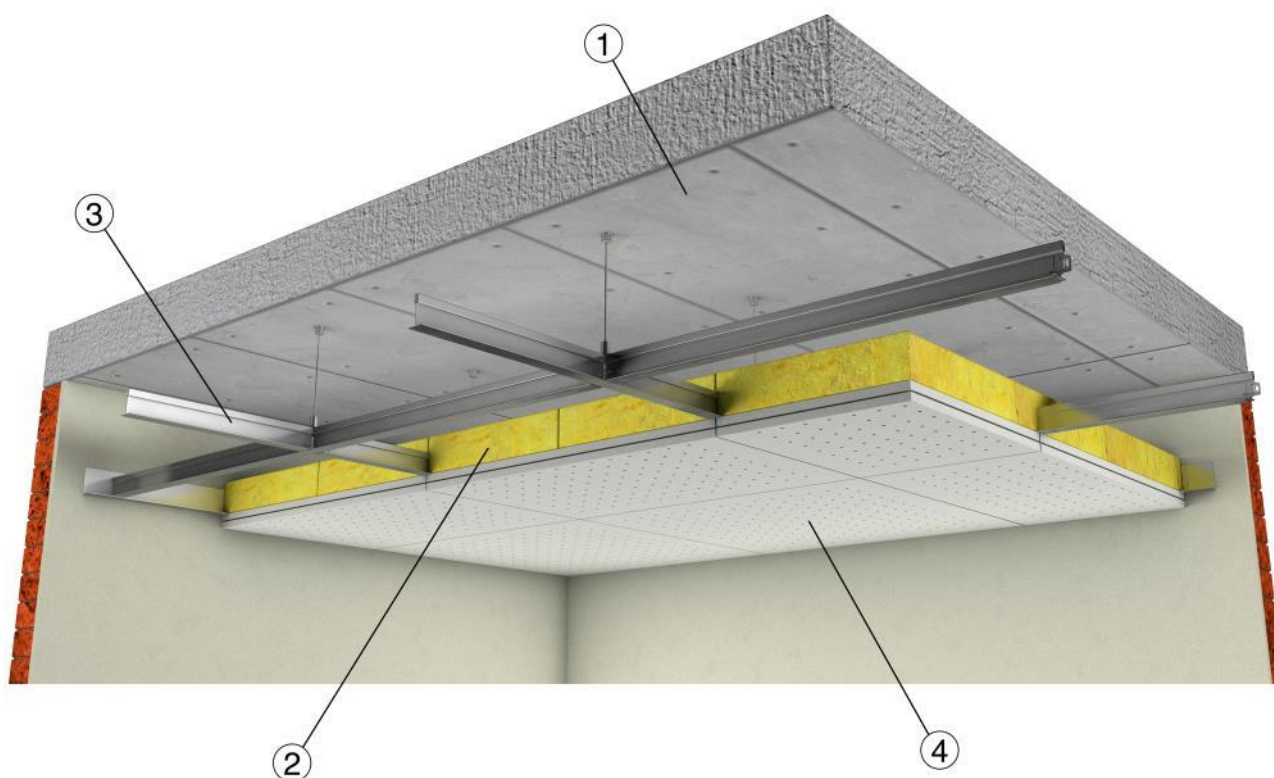
³⁰ Rockfon, Acoustique, La science du son, Absorption acoustique, www.rockfon.fr/



Om de nagalm en dus het achtergrondgeluidsniveau te beperken (zie hoofdstuk 2), kunnen diverse oplossingen worden overwogen.

Aanpassing van de plafonds

De akoestische behandeling van de plafonds kan de nagalm fors verminderen. Dit is de gemakkelijkste oplossing omdat de materialen op grote hoogte geplaatst worden en dus minder kwetsbaar zijn, met uitzondering van de plafonds van de binnenspeelplaatsen en sportzalen, die beschadigd kunnen worden door ballen. In dat geval worden de absorberende materialen beschermd. Absorberende materialen voor het plafond kunnen tegen de hogergelegen vloer geplaatst of opgehangen worden (zie figuur). Hun akoestische prestaties verschillen naargelang de plaatsingswijze.



Figuur 15 : De plaatsing van absorberend materiaal onder de vloer is een doeltreffende oplossing om nagalmproblemen op te lossen. Het schema omvat de volgende elementen: 1. Vloer (lokaal erboven), 2. Isolatie, 3. Metalen structuur (om het plafond op te hangen) en 4. Plafond (geperforeerde gipsplaat).

Goed om weten

De akoestische prestaties van het absorberend plafond worden beter naarmate het plenum (de ruimte tussen de vloerplaat van de hogere verdieping en het verlaagd plafond) hoger, de isolatie (bij voorkeur van het ecologische type) dikker en de afstand tussen de platen groter is.



Afgezien van de absorberende plafonds zijn er nog vele mogelijke oplossingen om het geluidcomfort in lokalen met veel lawaai te verbeteren, zoals de plaatsing van akoestische schermen of akoestische eilanden. Akoestische schermen zijn verticale absorberende elementen die hoog in de lokalen worden opgehangen en die het achtergrondgeluidsniveau verlagen door de nagalmtijd in het lokaal te verkorten. Ze zijn gemaakt van een gespannen absorberend materiaal, bekleed met een stof of een geperforeerd paneel. De schermen worden vervolgens in een omkasting geplaatst en op een oordeelkundig bepaalde afstand van elkaar aangebracht. Zowel voor de plafonds als voor de akoestische schermen bestaan diverse opties, bijvoorbeeld met betrekking tot de zichtbaarheid van de structuren, de kleur, de afwerklaag (al dan niet afwasbaar), de schokbestendigheid, .../



foto 8 : Lokalen van scholen die over akoestische plafonds beschikken (Bron: CEDIA en het Bureau d'urbanisme, d'architecture et d'arts associés in Luik).

Maatregelen met betrekking tot de muren

Soms is het uit akoestisch oogpunt niet voldoende alle plafonds met geluidsabsorberende materialen te bekleden. In bepaalde schoollokalen stelt niet alleen de nagalmtijd problemen, maar ook de verlaging van het geluidsdrukkniveau in zijn geheel. De absorberende oppervlakte moet dan vergroot worden door de muren te bekleden. Die bekleding wordt aangebracht met of zonder zichtbare structuren: diverse afwerkingsniveaus zijn beschikbaar voor velerlei toepassingen waarbij het streven naar goede akoestische eigenschappen bepalend is. De absorberende materialen moeten tegen beschadiging beschermd worden.

Aanpassing van het meubilair

Het meubilair en de inrichting van het lokaal (stoelen, kasten, borden, gordijnen, ...) zijn goede hulpmiddelen om geluidproblemen in een lokaal te corrigeren omdat ze zich als verspreidende of absorberende panelen gedragen. In de mate van het mogelijke moet het meubilair stijf en vrij "massief" zijn om niet bij de geringste geluidsbelasting te trillen.

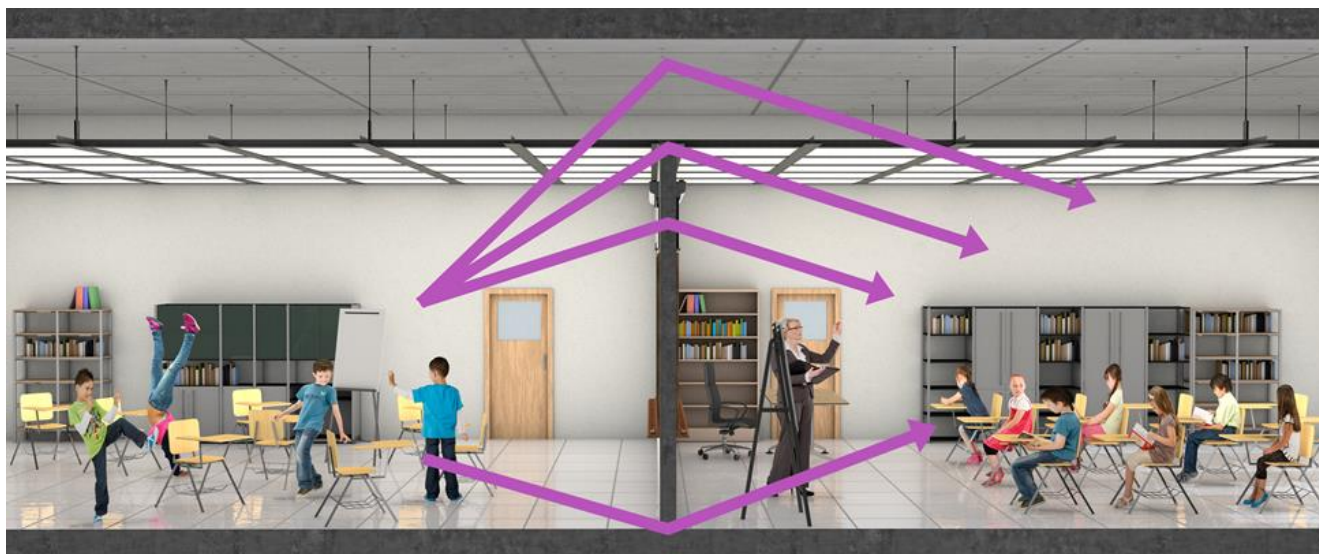
Aanpassing van de vloerbekleding

Hoewel de plaatsing van een absorberende vloerbekleding (tapijten, kamerbreed tapijt, ...) de nagalm niet drastisch zal verminderen (en dan nog alleen in de hoge frequenties), zal het lawaai van stoelen en stappen sterk worden afgezwakt (minder contact- en achtergrondgeluiden). Een dergelijke bekleding moet echter aangepast zijn aan de activiteiten in het lokaal.



4.3. ADVIESFICHE 3: KLASLOKAAL

Situatie: Slechte isolatie tussen twee lokalen



Figuur 16 : Slechte isolatie tussen de lokalen kan leiden tot ernstige geluidsproblemen in de scholen.

Geluidsdiagnose: In de klaslokalen hebben de leerlingen rust nodig om zich te concentreren en naar de leerkracht te luisteren. De leerkracht kan zijn les ook niet geven op een plaats waar veel lawaai is. Een goede akoestiek in de klassen is dan ook zeer belangrijk. Bovendien is het essentieel dat de klas- of studielokalen beschermd zijn tegen extern lawaai (gangen, aangrenzende lokalen, ...). Een goede geluidsisolatie is dan ook aan te bevelen.

Praktische aanbevelingen: De lokalen onderling isoleren (ontzettend belangrijk voor een goede verstaanbaarheid in de klassen). De muren en de wanden moeten dik zijn en uitgevoerd zijn in massieve materialen. Secundaire geluidsoverdracht moet beperkt worden door spleten, doorvoeropeningen, verbindingen en ramen in de mate van het mogelijke te vermijden. De deuren en vensters moeten zo ontworpen en geplaatst zijn dat de overdracht van geluiden tot een minimum beperkt wordt. Een doeltreffende isolatie tegen luchtgeluiden is ondenkbaar zonder een goede luchtdichtheid.

Isolerend vermogen van een materiaal

De prestaties van het gebouw op het vlak van de geluidsisolatie (wanden, plafonds, vloeren en verbindingen tussen deze elementen) worden uitgedrukt door de gewogen normaliseerde geluidsisolatie D_A . De eisen met betrekking tot de geluidsisolatie tussen twee lokalen D_A zijn minimumwaarden die moeten worden bereikt. Ze worden in de tabel hieronder aangegeven voor enkele gangbare combinaties van functies in schoolgebouwen. Wanneer strengere geluidseisen van toepassing zijn, moeten de voorgeschreven waarden met 4 dB worden verhoogd (bijvoorbeeld als de ontvangstruimte moet worden gebruikt door kinderen met communicatie- of gehoorsbeperkingen).

D_A Ontvangstlokaal	Lokaal waar het geluid wordt voortgebracht		
	Leslokaal	Studiezaal	Sportzaal
Leslokaal	44	(1)	56
Studiezaal	48	40	60
Sportzaal	(1)	(1)	32

Tabel 4 : Minimaal vereiste gewogen genormaliseerde geluidsisolatie D_A tussen twee gangbare lokalen in schoolgebouwen (Bron: norm NBN S 01-400-2). ⁽¹⁾ Voor deze combinatie van functies wordt de norm in de andere richting gegeven.



De gewogen verzwakkingsindex R_w (in het laboratorium gemeten) wordt gebruikt om de isolatie van luchtgeluiden te omschrijven. Hij is een indicatie van het vermogen van een materiaal of een wand om de rechtstreekse geluidsoverdracht te verzwakken. Hoe hoger de index R_w is, des te beter is de isolatie van luchtgeluiden (zie tabel).

Materialen	Richtwaarden R_w
Muren (volle baksteen van 9 cm dik)	40-45 dB
Muren (betonwand van 19 cm dik)	60 dB
Enkele of dubbele beglazing	31-39 dB
Gewone buitendeur	25 dB
Speciale buitendeur	42 dB
Lichte wand	34 dB
Geïsoleerde lichte wand	44-59 dB

Tabel 5 : Richtwaarden R_w voor bepaalde materialen (Bron: CEDIA en Praktische gids, Akoestische renovatie, Leefmilieu Brussel, 2004).

Massa creëren

Volgens de "massawet" isoleert een materiaal beter naarmate het zwaarder (dichter en dikker) is. Dit principe verklaart meteen het nut van massieve materialen voor de bouwakoestiek. Massa is belangrijk om luchtgeluiden te verzwakken. Luchtgedragen geluidsgolven zullen het immers moeilijker hebben om een zwaar element te doen trillen.

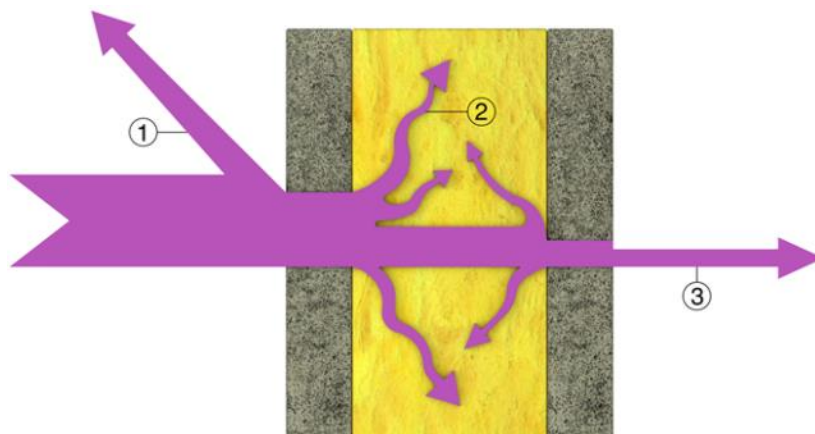
Het massa-veer-massasysteem toepassen

Massieve constructies zijn niet altijd mogelijk omdat de funderingen en de hoofdconstructie versterkt moeten zijn. Als dat het geval is, kan een beroep worden gedaan op het massa-veer-massaprincipe dat berust op de akoestische ontkoppeling van twee wanden door middel van een "veer", meestal in de vorm van lucht of van een materiaal met een hoog absorberend vermogen (zie fig.).

In de praktijk worden de massa's van elkaar gescheiden door een soepel materiaal en, in voorkomend geval, door structurele elementen die voldoende flexibel zijn om zich als een veer te gedragen (bv. een licht metalen geraamte). Hoe soepeler de veer is, des te doeltreffender zal het systeem werken.

Het massa-veer-massasysteem kan overal worden toegepast. De massa's bestaan, afhankelijk van het systeem, uit metselwerk, houten panelen, gips of een ander materiaal met een hoge volumemassa. Hoe groter de massa's en hun onderlinge afstand zijn, des te doeltreffender zal het systeem werken.

In de meeste systemen is de aanwezigheid van een absorberend materiaal, zoals bijvoorbeeld opencellige soepele isolatie, noodzakelijk. Dit is op zich geen geluidsisolerend materiaal, maar het helpt wel het geluid in het systeem te dempen en het verhindert resonantie tussen de massa's die de prestaties ongunstig zou beïnvloeden.



Figuur 17 : Schematische voorstelling van het massa-veer-massaprincipe. De geluidsgolf wordt in drie delen opgesplitst: (1) weerkaatst in het lokaal waar het geluid wordt voortgebracht, (2) geabsorbeerd door de isolatie en (3) overgebracht naar het aangrenzende lokaal.

Goed om weten

Een goede isolatie kan worden bereikt met het zogeheten doos-in-doosprincipe. Deze methode berust op een akoestische verdubbeling van alle wanden (muren, vloer en plafond) zodanig dat geen rechtstreeks of onrechtstreeks (bv. via een leiding) star contact tussen de nieuwe afwerkingselementen en het gebouw mogelijk is. Het principe wordt onder meer in opnamestudio's toegepast.

Afdichten

Dit is de belangrijkste strategie van allemaal. De inspanningen op het vlak van isolatie hebben geen cumulatief effect. Het zwakste punt van een wand bepaalt zijn energieprestaties. Een gat, een spleet, het doorvoeren van een leiding, een verkeerd uitgevoerde afdichting rond een raam of een scheur kunnen de akoestische verbeteringen van een hele wand tenietdoen. Om het risico van geluidslekken te beperken, moet naar een maximale afdichting en homogeniteit van de wand worden gestreefd. Het principe is eenvoudig: waar lucht doorheen kan, gaat ook het geluid doorheen. Een goede geluidsisolatie is ondenkbaar zonder een goede luchtdichtheid, die dan weer niet ten koste van een gezonde ventilatie van de ruimten mag gaan.

Goed om weten

Geluiddichtheid gaat verder dan luchtdichtheid. Geslotencellig schuim waarmee scheuren worden opgevuld, maken de ruimte lucht- maar niet geluiddicht. Kies voor uw werken een opvulmateriaal dat de lokalen geluiddicht maakt (gebruik van geluidsabsorberende materialen).

Maatregelen met betrekking tot de deuren

Als zich in een muur of wand een deur bevindt, moeten haar geluidsprestaties worden gecontroleerd. Vakkundig timmerwerk en goede deurafdichtingen zijn zeer belangrijk.

Maatregelen met betrekking tot de muren

Controleer of de wand geen zichtbare of verborgen gaten vertoont. Twee tegenover elkaar geplaatste schakelaars zijn bijvoorbeeld een zeer zwakke plek. In dit geval moet u één van de twee schakelaars verplaatsen en de lege ruimte over de volledige dikte opvullen met mortel of gips. Ook sleuven voor elektriciteitsleidingen kunnen zwakke plekken vormen als zij diep in de wand zijn ingewerkt. De sleuf moet worden opgevuld met gips of mortel. Controleer de staat van de voegen. Zijn ze doorlopend, vullen ze de volledige dikte op? Breng bij de minste twijfel een bijkomende bepleistering op de wand aan, bijvoorbeeld in stuc. Bakstenen of betonblokken als dusdanig hebben een zekere poreusheid, ook al zijn ze zwaar. Een mogelijke oplossing is minimaal één zijde van stucwerk te voorzien.



4.4. ADVIESFICHE 4: GEVELELEMENTEN

Situatie: Geluidsoverdracht via buitenmuren (gevel)



Figuur 18 : Als de gevel slecht geïsoleerd is, kan geluid van buiten (vliegtuigen, wegverkeer, ...) het gebouw binnendringen.

Geluidsdiagnose: Wegverkeer, vliegtuiglawaai, speeltijd: al deze vormen van geluidsoverlast komen van buiten. Een goede geluidsisolatie van de gevel is essentieel om het lawaai buiten en de stilte in de klassen te houden.

Praktische aanbevelingen: De globale geluidsprestaties van een gebouw worden bepaald door zijn zwakste elementen. Dikwijls zijn dat luchtinlaatopeningen, een onzorgvuldige afdichting van de deuren en ramen en niet-geluidwerende ventilatieroosters (in geval van natuurlijke ventilatie).

Maatregelen met betrekking tot de ramen

Afdichtingsfouten, in het bijzonder rond de ramen, zijn dikwijls de zwakste plekken van de gevel. Het heeft weinig zin doeltreffend geluidsisolerend glas te plaatsen als de ramen niet geluiddicht zijn of als de afdichting tussen het raam en het metselwerk te licht of luchtdoorlatend is. De eerste maatregel die moet worden overwogen, is dan ook het luchtdicht maken van de ramen. Een betere afdichting van een raam is in bepaalde gevallen al voldoende om een aanvaardbaar isolatieniveau voor buitengeluiden te bereiken. Omdat een goede luchtdichtheid de geluiddichtheid niet waarborgt, wordt opencellig schuim of absorberende wol aanbevolen om de ramen met het metselwerk te verbinden. Die ingreep is doorgaans goedkoop en gemakkelijk en resulteert ook in een verbetering van de thermische isolatie.

Maatregelen met betrekking tot de ruiten

Op het vlak van de geluidsisolatie is gewone dubbele of driedubbele beglazing (dus glasplaten met identieke dikte) minder doeltreffend dan enkele beglazing met dezelfde dikte, onder meer omwille van het nagalmeffect. Dit probleem kan verholpen worden door te werken met asymmetrische dubbele of driedubbele beglazing

(glasplaten met verschillende dikte) of, beter nog, akoestisch gelaagd glas. Een zwaar gas dat de lucht in de ruit vervangt verandert vrijwel niets aan de verzwakkingsindex wat het verkeerslawaaï betreft.

Wanneer u uw beglazing aanpast, kunnen de geluids- en thermische eisen gemakkelijk worden gecombineerd. Vergeet ook niet de afdichting van uw vensters te controleren. De verbinding tussen de ruit en het raam moet perfect geluiddicht zijn, en hetzelfde geldt ook voor de verbinding tussen raam en metselwerk.

Maatregelen met betrekking tot de deuren

De akoestische eigenschappen van een buitendeur kunnen verbeterd worden door ze te herstellen of een andere deur te plaatsen. De herstelling berust op het zwaarder maken van de deur, het verbeteren van de afdichting en het plaatsen van een geluiddichte dorpel. Een gebrekkige afdichting, te wijten aan het ontbreken van een dorpelaanslag, is de ideale plek om geluid over te brengen. De kracht die bij veelvuldig gebruik wordt uitgeoefend, kan leiden tot vervorming van de deur of van haar scharnieren of tot beschadiging van de verbinding tussen metselwerk en deurkozijn, met alle gevolgen van dien voor de afdichting rond het geheel. Versterk indien nodig de deur en de kozijnen. Deuraccessoires (slot, kruk, deursluis, brievenbus, ...) kunnen geluidslekken doen ontstaan. De scharnieren moeten de aanslagpakkingen correct samendrukken zonder te vervormen. De verbetering van de luchtdichtheid van de deur is een betaalbare ingreep en is dikwijls al voldoende om een aanvaardbaar comfortniveau met betrekking tot de buitengeluiden te verkrijgen. Bovendien zorgen dergelijke maatregelen voor een betere thermische isolatie.

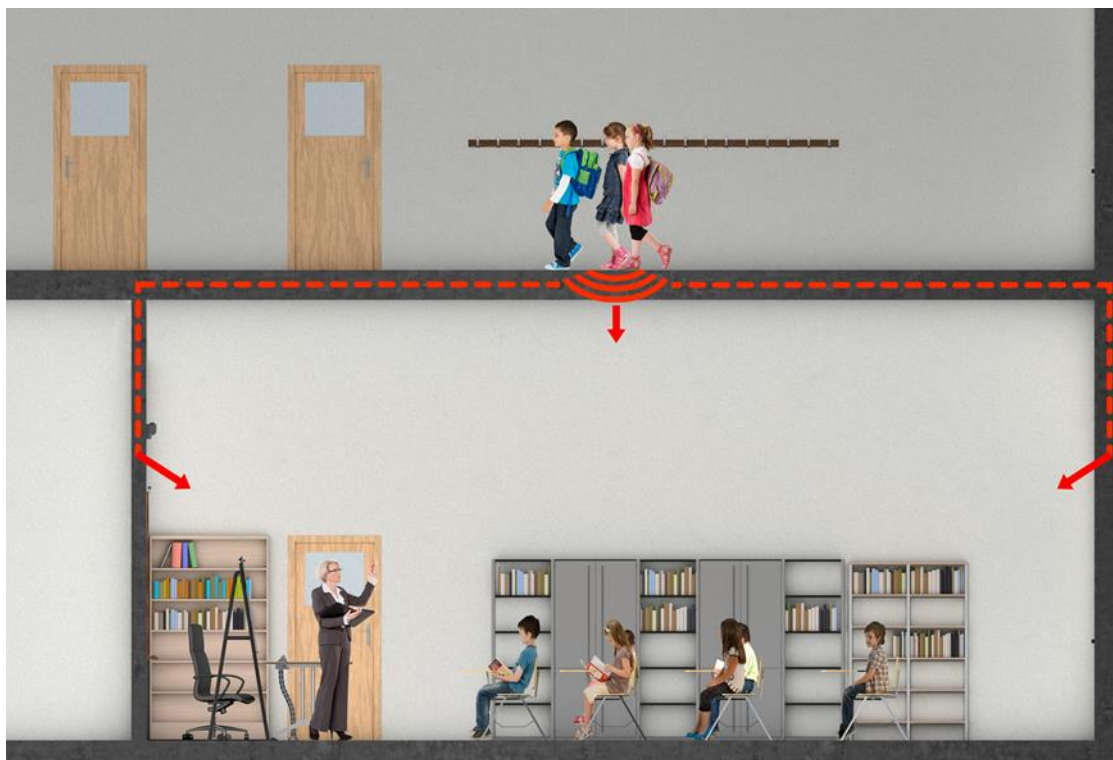
Goed om weten

Alles afdichten, goed en wel, maar het gebouw moet kunnen ademen. Voorzie daarom in enkele luchtinlaatopeningen die akoestisch behandeld zijn, d.w.z. voorzien zijn van geluidsabsorberende materialen.



4.5. ADVIESFICHE 5: BOVEN ELKAAR GELEGEN LOKALEN

Situatie: Voortplanting van contactgeluiden



Figuur 19 : Het geluid van de hogere verdiepingen is vaak hinderlijk voor de leerlingen of leerkrachten.

Geluidsdiagnose: Het geluid van de hogere verdiepingen is vaak hinderlijk voor de leerlingen of leerkrachten. Als geen maatregelen worden genomen, wordt het geluid van stappen of stoelen op harde vloeren naar de onderliggende verdieping overgebracht. Dit geldt zowel voor nieuwe als voor oude gebouwen.

Praktische aanbevelingen: Om dit probleem te verhelpen, moeten de geluidsisolerende eigenschappen van de scheidingsconstructie tussen de verdiepingen en van het plafond worden onderzocht. De via de vloeren en muren overgebrachte contactgeluiden moeten worden opgeteld bij de luchtgeluiden. Om ze tot een minimum te beperken, moet de nodige aandacht worden besteed aan het ontwerp van de vloeren.

Isolerend vermogen voor contactgeluiden

Het isolerend vermogen voor contactgeluiden wordt uitgedrukt door het gewogen genormaliseerd contactgeluidsdrumniveau L'_1 . Deze eisen zijn maximaal toelaatbare waarden. Ze mogen dus niet worden overschreden. Ze worden in de tabel hieronder aangegeven voor enkele gangbare combinaties van functies in schoolgebouwen. Wanneer strengere geluidseisen van toepassing zijn, moeten de waarden met 4 dB worden verlaagd (bijvoorbeeld als de ontvangstruimte moet worden gebruikt door kinderen met communicatie- of gehoorsbeperkingen).

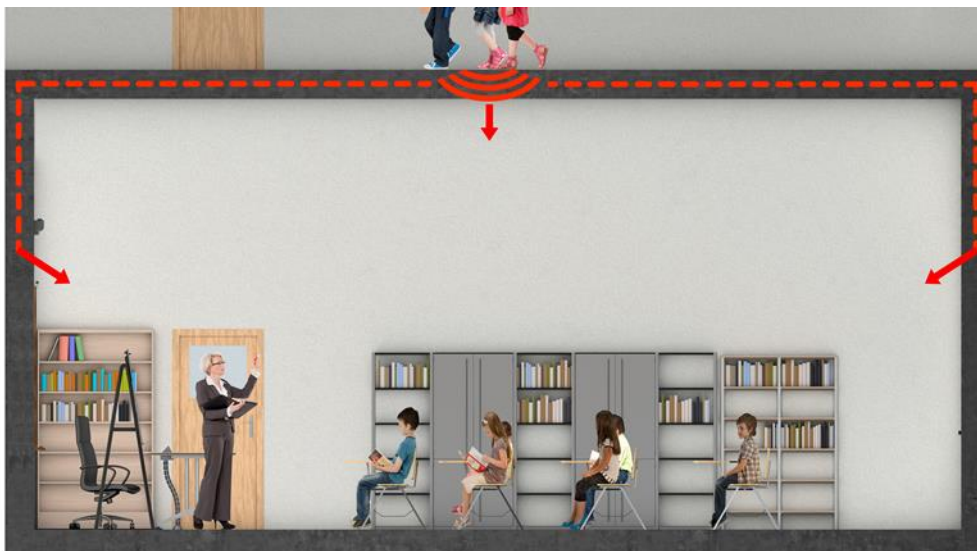
L'_1 Ontvangstlokaal	Lokaal waar het geluid wordt voortgebracht		
	Leslokaal	Studiezaal	Sportzaal
Studiezaal	55	60	45 (te vermijden situatie)
Leslokaal	60	65	45 (te vermijden situatie)
Sportzaal	65	geen eis	60

Tabel 6 : Gewogen genormaliseerd contactgeluidsdrumniveau L'_1 maximaal toegelaten waarde tussen gangbare lokalen in schoolgebouwen (Bron: norm NBN S 01-400-2).



Lokalen ontkoppelen - Scheiding tussen lokalen

De diverse elementen (wand/vloer, muur/vloer, leidingen/muur, ...) moeten in de mate van het mogelijke door middel van soepele verbindingen van elkaar worden gescheiden. De scheidingen kunnen bijvoorbeeld worden uitgevoerd met uitzetvoegen, trillingsdempers (zie fig.). Gevoelige ruimten kunnen ook geïsoleerd worden volgens het "doos-in-dooisprincipe" (zie hoger).



Figuur 20 : De ontkoppeling maakt het mogelijk lokalen van elkaar te scheiden en de overdracht van contactgeluiden in het gebouw te beperken.

Naast de aanzienlijke vermindering van de contactgeluiden biedt deze situatie het voordeel dat zij de overdracht van uitrustingslawaai tussen lokalen beperkt en in bepaalde omstandigheden de isolatie van luchtgeluiden verbetert.



Vloerbekleding gecombineerd met de steunvloer

De oplossing om de overdracht van structuurgeluiden te beperken³¹, berust op het plaatsen van een elastische of een trillingsdempende laag. In het eerste geval wordt een dik (rubber) tapijt geplaatst in een lokaal waar de structuurgeluiden worden voortgebracht. Ideaal is de installatie van dit (kamerbreed) tapijt op een onderlaag van kurk of schuim. Dit geldt vooral voor harde vloeren in holle elementen of betontegels.

Goed om weten

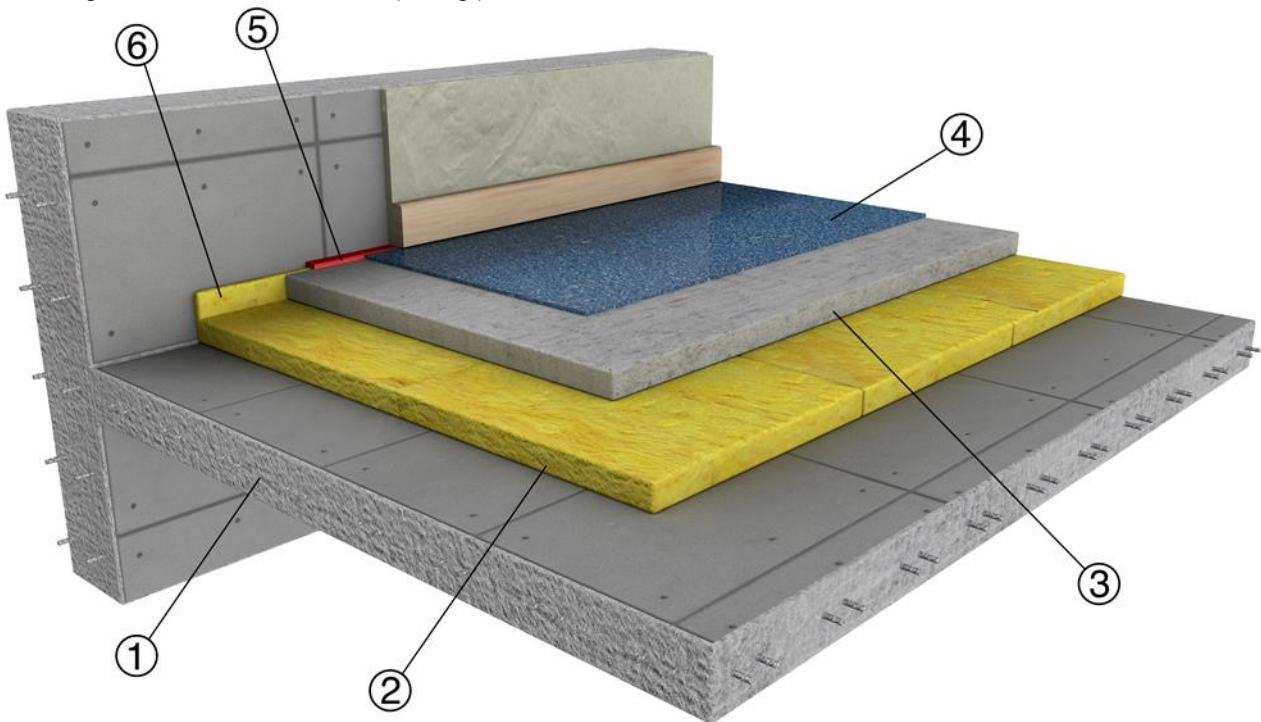
Het te plaatsen trillingsdempend materiaal moet zijn elastische eigenschappen behouden, zelfs wanneer het belast wordt (bv. stappen). De dikte van de trillingsdempende laag dient aangepast te zijn aan de belasting.

Zwevende vloer gecombineerd met de steunvloer

Zwevende vloeren kunnen ingedeeld worden in zwevende deklagen en vloerplaten op basis van hydraulisch bindmiddel, droge deklagen en zwevende parketten.

1. Zwevende deklagen en vloerplaten op basis van hydraulisch bindmiddel

Deze elementen worden volledig van de verticale wanden en de steunvloer gescheiden door middel van een onderlaag in elastische materialen (zie fig.).



Figuur 21 : Het aanbrengen van een drijvende chape is een doeltreffende oplossing om problemen als gevolg van de verspreiding van schokgeluiden te beperken. Het schema omvat de volgende elementen: 1. Steunvloer, 2. Isolatie, 3. Zwevende dekvloer of vloerplaat, 4. Vloerbekleding, 5. Soepele voeg en 6. Elastische opstaande rand

2. Droge dekvloer

Bestaat uit een assemblage van panelen die van de steunvloer gescheiden worden door een elastische onderlaag.

³¹ Structuurgeluiden worden overgebracht door het trillen van de structuur en de wanden van het gebouw (vloeren of muren) en via de zijwanden. Zij omvatten de contactgeluiden (stappen, verplaatsen van meubilair, val van voorwerpen, ...) en de uitrustingsgeluiden (lift, stookruimte, stortbak, ...).



3. *Zwevend parket*

Een parket dat rechtstreeks op een volle vloerplaat of een vloer met holle elementen wordt geplaatst, biedt niet voldoende isolatie tegen contactgeluiden. Om op zijn minst aan de regelgeving te voldoen, kunnen zwevende parketvloeren worden gebruikt.

Verlaagd plafond in combinatie met de vloer

In dit geval wordt aan de vloer een geluiddicht verlaagd plafond bevestigd met een isolatiemateriaal in het plenum³². Deze methode kan alleen als isolatie tegen contactgeluiden worden gebruikt als weinig of geen geluid wordt overgebracht via de wanden en de bekledingen. Het gaat om een "noodoplossing" die veel minder doeltreffend is tegen de overdracht van contactgeluiden dan een zwevende vloerplaat (behandeling aan de bron) omdat ze alleen de zijdelingse overbrenging via de dragende wanden tegenhoudt.

³² Het plenum is de ruimte tussen de vloerplaat van de hogere verdieping en het verlaagd plafond.



4.6. ADVIESFICHE 6: DOORGANGEN EN TECHNISCHE LOKALEN

Situatie: Contact-, lucht- en uitrustingsgeluiden

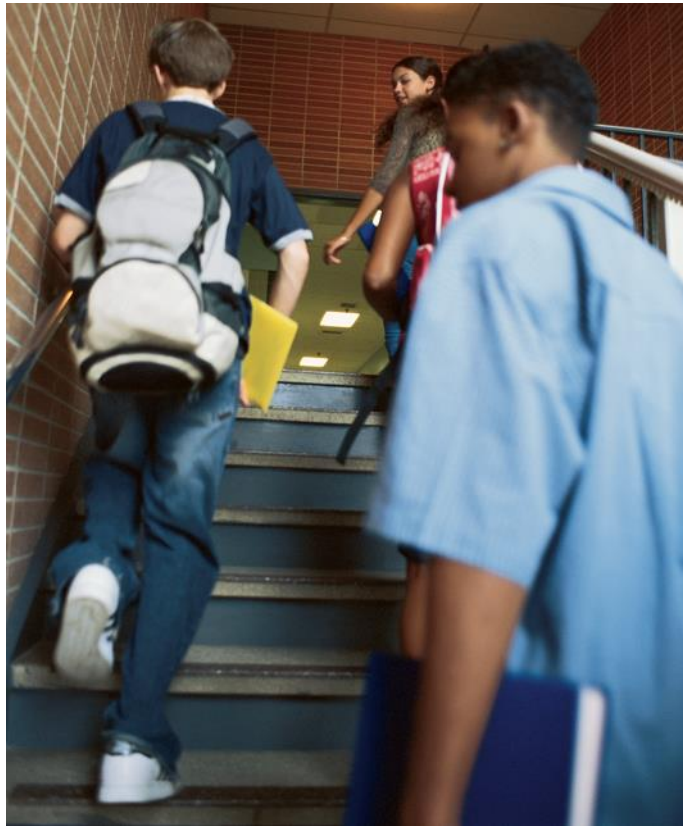


Foto 9 : Trappen zijn vaak zeer lawaaierige plaatsen (gesprekken van leerlingen, schokgeluiden, ...). (Bron foto: Leefmilieu Brussel).

Geluidsdiagnose: De trappen en gangen zijn doorgangen die dagelijks meermaals worden gebruikt door de leerlingen en leerkrachten. In de technische lokalen, die onmisbaar zijn voor de goede werking van een school, bevinden zich verwarmingsketels, ventilatiesystemen en andere machines. Deze doorgangen en technische lokalen zijn helaas vaak zeer lawaaierig en kunnen hinder veroorzaken in het hele schoolgebouw.

Praktische aanbevelingen: Voor de doorgangen kunnen, naast maatregelen om het gedrag van de leerlingen te beïnvloeden (gesprekken, geroep, ...), meer structurele (maar meer ingrijpende) oplossingen worden toegepast. In de technische lokalen verdient de keuze van de toestellen of van hun installatieplaats bijzondere aandacht.

Afstand

Indien mogelijk moet de trap op een zo groot mogelijke afstand van de voor geluid gevoelige lokalen (klassen) worden geplaatst. Wegens de door de school opgelegde architecturale kenmerken is deze oplossing niet altijd in de praktijk toepasbaar. Een andere mogelijkheid bestaat erin de trap te scheiden.

Keuze van de trap en zijn bekleding

Een houten trap kan vervangen worden door een betonnen trap die minder lawaai maakt. Ook de plaatsing van een aangepaste trapbekleding kan de geluidshinder verminderen.

Absorberende materialen

Het lawaai op de trappen en in de gangen veroorzaakt dikwijls geluidshinder in de aangrenzende lokalen. Daarom is het belangrijk dat de nagalm op dergelijke plaatsen tot een minimum wordt beperkt om een gezonde geluidsomgeving te verkrijgen. De muren en/of plafonds van de gangen en trappenhuizen moeten daarom behandeld worden met geluidsabsorberende materialen (zie Adviesfiche 2 en hoofdstuk 9 van de norm NBN S 01-400-2).

De technische uitrustingen

De uitrustingen van het gebouw zijn een belangrijke geluidsbron. Deze voorzieningen (verwarmingsketel, pomp, drank-/voedselautomaten, ventilator, toiletten, ...) zijn echter onmisbaar voor de goede werking van een school.

Om het geluidsniveau in het schoolgebouw te beperken, legt de norm NBN S 01-400-2 specifieke waarden op voor het geluid afkomstig van dergelijke uitrustingen (maximaal toelaatbare waarden, zie hoofdstuk 8 van de norm). Hij benadrukt bovendien dat het geluid van de dienstuitrustingen afkomstig kan zijn van de technische voorzieningen van het schoolgebouw in of buiten het betrokken lokaal. Uitrustingen maken immers lawaai dat rechtstreeks of onrechtstreeks wordt overgebracht via de lucht en in de vorm van contactgeluiden, veroorzaakt door trillingen van de wanden. Een machine die zich op een zekere afstand van een klaslokaal (of op een andere verdieping) bevindt, kan dus het goede verloop van de lessen hinderen.

Om de geluidsimpact van de uitrustingen in het schoolgebouw te verminderen, kunnen diverse oplossingen worden overwogen.

1. Geluidsvermogen

Om het geluid aan de bron te verminderen, moet materieel worden gekozen dat zo weinig mogelijk lawaai maakt. Het (lucht)geluidsvermogen van een uitrusting wordt uitgedrukt door een index L_w . Hoe lager de index is, des te minder lawaai zal het toestel maken. Het is bijvoorbeeld belangrijk ventilatiesystemen te kiezen die zo stil mogelijk werken (lage L_w). Een goede kennis van het geluid dat ventilatoren (of andere uitrustingen) voortbrengen, maakt het ook mogelijk te bepalen welke middel geschikt zijn om de gevoelige klassen te beschermen.

2. Afstand van stille lokalen

Ruimten die lawaaierige uitrustingen herbergen, moeten door bufferzones (gang, kleedkamer, ...) van de stillere lokalen gescheiden worden of voorzien worden van zware wanden (zie Adviesfiche 2). De stookruimte moet bijvoorbeeld op de kelderverdieping ingericht worden om de meer gevoelige lokalen op de verdiepingen van het gebouw te beschermen.

3. Omkapping of elastische steun

Het geluid, voortgebracht door bepaalde uitrustingen, kan aan de bron beperkt worden door de uitrustingen te omgeven door absorberende panelen. Doorgaans gaat het om metalen of kunststof cassettes in een sterk absorberend materiaal waarvan het oppervlak aan de zijde van de geluidsbron geperforeerd is (omkapping). De dikte van de isolatie en het perforatietype kunnen worden aangepast aan de frequenties die geabsorbeerd moeten worden.

Om de voortplanting van de trillingen te voorkomen, kunnen de lawaaierige toestellen ook geïnstalleerd worden op elastische steunen (rubber matten) die de trillingen absorberen of elastisch aan de steun bevestigd worden.

Ventilatiecircuits kunnen met geluiddempende elementen gemonteerd worden. Dit voorkomt akoestische kortsluitingen in de ventilatiekokers of -leidingen die door de diverse lokalen lopen.



REFERENTIES

1. LEEFMILIEU BRUSSEL

Fiche 11. Stedenbouwkundige inrichtingen en omgevingslawaai in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, 2011, 13 p.

Fiche 34. Blootstelling aan geluidsoverlast in de scholen, (2012). De gegevens van het BIM, "Lawaai in Brussel - Basisgegevens voor het plan". 11 p.

Fiche 37. De in het Brussels Gewest gebruikte geluids- en trillingswaarden (2010) De gegevens van het BIM, "Lawaai in Brussel - Basisgegevens voor het plan", 12 p.

L'exposition des écoliers au bruit (1999). Rapport opgesteld door het laboratorium van milieuonderzoek (Cel Geluid), 17 p.

Studie-en ontwikkelingscel voor akoestische engineering (CEDIA) (2010) Meetrapport na werken in een school in Sint-Agatha-Berchem, 4 p.

Evaluatie van de akoestische impact van inrichtingswerken in de eetzaal van een school in Sint-Agatha-Berchem (2010), intern rapport, Dienst Gegevens Geluid, 11 p.

Daisy Bell en Herrie Lawijt, de geluidsjagers. Pedagogisch dossier - niveau lager onderwijs, 36 p.

Rustig wonen in Brussel, 100 tips om zich te beschermen tegen lawaai ... en er geen te maken (2013) 39 p.

Vzw Empreintes, 2009. "Ontmoeting jongeren en geluid, eindrapport Fase 2 van de ontmoetingen "Jongeren en Geluid", 98 p.
(http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Rapport_RencontresJeuneEtBruit_2009_FR.PDF)

Strategische kaarten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (2010), Geluidshinder door het verkeer, 60 p.

Voorbeeldgebouwen, (www.leefmilieubrussel.be/voorbeeldgebouwen)

Gids duurzame gebouwen, G_WEL01 Het geluidcomfort verzekeren
(<http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be/nl/g-wel01-het-akoestisch-comfort-verzekeren.html?IDC=1048&IDD=6179>).

Plan voor Lokale Actie voor het Gebruik van Energie P.L.A.G.E. Scholen 2009-2013 (2013), Dpt. Energie, 6 p.

PLAGE, (<http://www.leefmilieubrussel.be/Templates/Professionnels/informer.aspx?id=32601&langtype=2067>)

Gids duurzame gebouwen, G_MAT01 De levenscyclus van materialen: analyse, informatiebronnen en keuzehulpmiddelen (zie : <http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be/nl/g-mat01-de-levenscyclus-van-materialen-analyse-informatiebronnen-en-keuzehulpmiddelen.html?IDC=1048&IDD=6030>).

Preventie en bestrijding van geluidshinder en trillingen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest - Plan 2008-2013 (2009) (http://documentatie.leefmilieubrussel.be/documents/Plan_Geluid_2008_2013_NL.PDF)

Meer in het bijzonder:

- Voorschrift 33 Het jonge publiek informeren over de effecten van het lawaai op de gezondheid
- Voorschrift 44 Het geluidcomfort van kantines, klaslokalen en kinderdagverblijven verbeteren

Ordonnantie van 17 juli 1997 betreffende de strijd tegen geluidshinder in een stedelijke omgeving, gewijzigd door de ordonnantie van 1 april 2004.

2. ANDERE

NBN S 01-400-2 : Akoestische criteria voor schoolgebouwen (2012) 37 p.

WGO, 2001 "Geluidsoverlast op school" (nr. 38 van de reeks brochures "Collectivités locales, environnement et santé), 24 p.

De cahiers van het BISA, nr. 2 (juni 2010). Weerslag van de demografische ontwikkeling op de schoolbevolking in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
(http://www.bisa.irisnet.be/bestanden/publicaties/cahiers-van-het-bisa/cahiers_van_het_bisa_nr_2_juni_2010.pdf)

Réussir l'acoustique d'un bâtiment (2e editie, 2006). Loïc Hamayon, édition Le Moniteur, 234 p.

WGO (1999). "Guidelines for community noise", Genève, 159 p.
(<http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>)

Ministère de l'environnement français (oktober 1993) "Confort acoustique dans les locaux de restauration scolaire - approche technique à l'usage des collectivités territoriales".

Journal officiel de la république française (28 mei 2003). "Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement". (<http://admi.net/jo/20030528/DEVP0320066A.html>)

Richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad (25 juni 2002) inzake de evaluatie en de beheersing van het omgevingslawaai.

BRUITPARIF, Campagne de sensibilisation et de mesure de bruit au sein de 20 lycées de la Région Ile-de-France, 2009, Powerpointpresentatie - 25 slides.

Dr Billeau, Service de santé publique de la mairie de Bordeaux, communication personnelle [in OMS, 2001. "Geluidsoverlast op school" (nr. 38 van de reeks brochures "Collectivités locales, environnement et santé), 24 p.

Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm), La voix, ses troubles chez les enseignants (une expertise collective de l'Inserm), 2007, 8 p.

Simberg S, Laine A, Sala E, Ronnema AM, Prevalence of voice disorders among future teachers, J Voice, 14(2) :231-235.

Rockfon, Assurer de bonnes conditions d'enseignement. Construire et rénover les établissements scolaires d'aujourd'hui.

Rockfon, Acoustique, La science du son, Absorption acoustique, www.rockfon.fr/

Rockwool (2009), Guide acoustique, maîtriser l'énergie sonore (isoler les bâtiments), 179 p.

Hopkins C et al. (2004), Acoustic design of schools, a design guide, Department for education and skills, 205p.



INFOS



02 775 75 75
www.bruxellesenvironnement.be

Redactie:

Leescomité:

Verantwoordelijke uitgevers:

Andere inlichtingen:

- *Illustraties:*
- *Foto's:*

Gwendoline Clotuche – Leefmilieu Brussel

F. Saelmackers, M. Poupé, C. Lecointre – Leefmilieu Brussel
CEDIA, WTCB

F. Fontaine & R. Peeters – Gulledelle 100 – 1200 Brussel

Rodrigo J Pizarro
Leefmilieu Brussel, CEDIA & Stadswinkel

