

interioor

Word een ruimte(f)luisteraar en verbeter de akoestiek in je klas

“Luisteren naar ruimtes is als kijken naar het onzichtbare, het lijkt op het eerste gezicht misschien zinloos, maar opent deuren naar meer luistercomfort.”

Stijn Dickel, artistiek leider van aifoon



© Miko Miko Studio

Een slechte akoestiek in klaslokalen heeft niet alleen een negatieve invloed op de concentratie, leerprocessen en prestaties van kinderen, zo blijkt uit verschillende studies, maar zorgt ook voor stemproblemen, vermoeidheid en een verminderd welzijn bij leerkrachten.

aifoon – een kunstorganisatie die werkt rond de kunst van het luisteren en geluid – zet met *Interioor* een project op rond het luisteren naar en verbeteren van de akoestiek in lokalen van onderwijs- en zorginstellingen. Want nét daar is een goede en gezonde geluidsomgeving van groot belang.

Vaak zijn we heel erg bezig met hoe onze ruimtes er moeten uitzien, maar we staan nooit of nauwelijks stil bij hoe we willen dat een ruimte klinkt. Terwijl de akoestiek van een ruimte net heel belangrijk is én er tal van mogelijkheden zijn om ermee aan de slag te gaan, ook op kleine schaal.

Wat kan je als leraar rond akoestiek vaststellen en doen met je leerlingen? Met *Interioor* willen we mensen stimuleren om het akoestische comfort binnen hun (leer)omgeving op een persoonlijke manier aan te pakken en aan te passen. Daarom ontwikkelden we een tool die een begeleider en zijn of haar groep in staat stelt om (1) te **luisteren naar hun lokaal** en (2) hun **eigen lokaal te ‘tunen’ en aan te passen**.

gelezen en goedgekeurd door:

Lode Godderis (Professor Omgeving en Gezondheid KU Leuven),
Timothy Van Renterghem (Professor Akoestiek UGent)

Disclaimer: als je verder leest, zal de wereld nooit meer klinken als voorheen...!

Inhoud

1.	Sensibilisering (en urgentie)	3
1.1.	Het geluid	3
1.2	Gedrag en welbevinden	5
1.3	Gezondheid	6
1.3.1	Gehoor	6
1.3.2	Stem	6
1.3.3	Hart	7
1.4	Productiviteit	7
2.	Tunen / stemmen en aanpassen	9
2.1	Absorptie	9
2.2	ABC = Absorb - Block - Cover up	13
2.2.1	Akoestiek	13
2.2.2	Contactgeluid	13
2.2.3	Buitengeluiden	13
2.2.4	Het akoestische ABC	13
3.	Zelf aan de slag met akoestiek	15
3.1	Luisteroefeningen en akoestisch bewustzijn	15
3.1.1	Open je oren	15
3.1.2	Wat is geluid eigenlijk?	16
3.1.3	Hoe beweegt geluid?	16
3.1.4	Akoestiek begrijpen en testen	17
3.2	Thuiswerk	19
3.2.1	Luister naar je huis en je omgeving	19
3.3	Hoe klinkt de klas?	19
3.3.1	Luisteren naar je klas	19
3.3.2	De stille klas	20
3.4	Aanpassingen maken	20
3.4.1	Vooraf	20
3.4.2	De akoestiek verbeteren	21
3.4.3	Geluid vermijden	22
3.4.4	Functionaliteit van het lokaal	23
3.5	Evaluatie	23
4.	Snelle aanpassingen aan een ruimte maken	24
5.	Inspiratie- en leeslijst	26
6.	Pedagogisch lesplan	27
	Credits	28
	Over Aifoon	28

1. Sensibilisering (en urgentie)

“Auditief bewust zijn van een ruimte is meer dan alleen het vermogen om te horen dat ruimte een invloed heeft op geluid; het omvat ook de emotionele en gedragsmatige ervaring van de ruimte... We weten veel over hoe we akoestische processen kunnen meten en over zintuiglijke waarneming, maar minder over hoe we intuïtief de auditieve ruimte ervaren.”

vertaald uit: *Spaces Speak, Are You Listening? Experiencing Aural Architecture* van Barry Blesser and Linda-Ruth Salter

Een armoedige akoestiek beïnvloedt de gezondheid, het sociaal gedrag en de productiviteit van mensen. We staan nauwelijks stil bij de impact van akoestiek op:

- (1) het geluid
- (2) ons gedrag en welbevinden
- (3) onze gezondheid
- (4) onze productiviteit.

We gaan hieronder dieper in op elk van die elementen.

1.1. Het geluid

We leven in een visuele maatschappij en gaan meestal voorbij aan hoe die samenleving klinkt. Toch kunnen we het onzichtbare, hetgeen we horen, niet zomaar naast ons neerleggen. Wist je trouwens dat ons gehoor veel gesofisticeerder is dan ons zicht? We hebben geen oogleden voor onze oren zoals voor onze ogen. Het gehoor rust nooit, is 24/7 actief en ongelooflijk gevoelig:

We kunnen geluiden onderscheiden die slechts een 30 miljoenste van een seconde uit elkaar liggen.

Het luidste geluid dat we kunnen waarnemen heeft een biljoen keer meer kracht dan het stilste geluid dat we kunnen waarnemen. Onze auditieve reikwijdte is hiermee 10.000 keer groter dan onze visuele reikwijdte.

Een gemiddelde persoon kan 20Hz tot 16 000Hz waarnemen. Dat is ongeveer 8 octaven. In vergelijking kan ons zicht maar een ratio van 1 octaaf waarnemen.

We kunnen een noot horen en zijn verhouding (het interval) onthouden. Kleuren kunnen we niet in hun verhouding zien en moeilijker onthouden.

Akoestiek gaat over hoe een geluid klinkt in een ruimte. In [dit artikel van de New York Times](#) kan je alvast enkele voorbeelden met elkaar vergelijken.

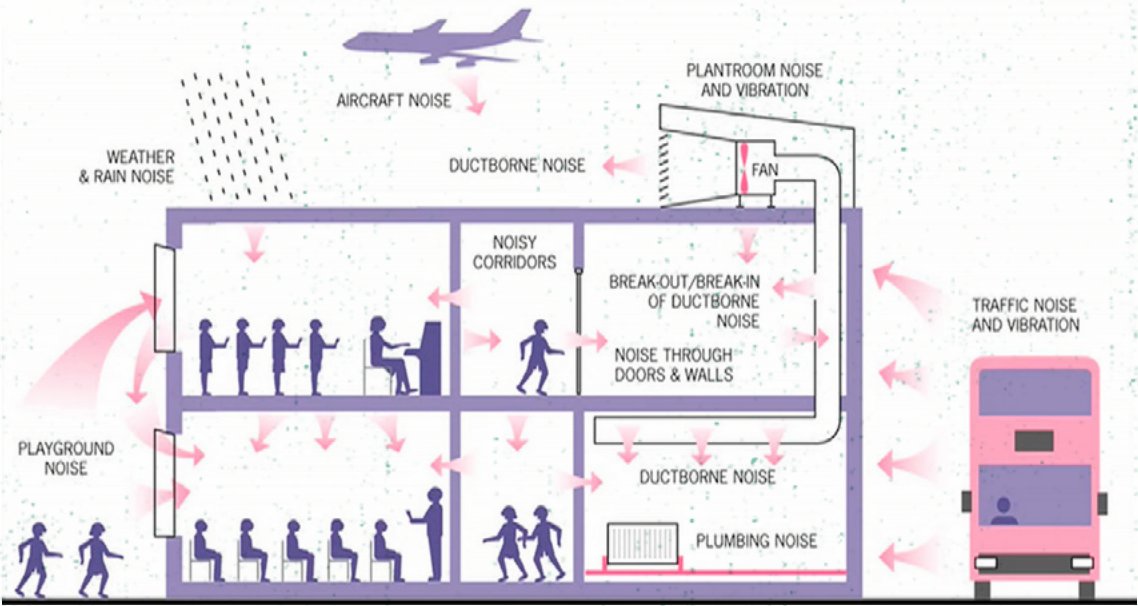
Akoestiek is niet alleen belangrijk in concertzalen. Ook in andere ruimtes of lokalen waar gesproken wordt, kan akoestiek een tegen- of een medestander zijn. De belangrijkste akoestische parameter voor ruimtes is galm. Galm refereert naar het gereflecteerde geluid in een ruimte, dat voor een bepaalde tijd blijft naklinken.

Kamertype	Ideale nagalmtijd (in seconden)
Klaslokalen	0.6 - 0.7
Cinemazalen	0.9 - 1.2
Multifunctionele ruimtes	1.6 - 1.8
Concertzalen	1.7 - 2.2

Verschillende soorten ruimtes hebben een verschillende nagalmtijd. Er wordt bijvoorbeeld veel gezongen in de douche, omdat de stem in die kleine ruimte met vaak glazen wanden heel veel weerkaatst wordt en daardoor als voller wordt ervaren. Buitenshuis zingen, zonder wanden waarop het geluid weerkaatst, is moeilijker.

Akoestiek en nagalmtijd hebben positieve effecten op de stem. Een stem kan luider worden door de galm van de ruimte, en dat komt ten gunste van de informatieoverdracht. Maar galm kan de verstaanbaarheid ook bemoeilijken: in lokalen met een langere nagalmtijd galmt de ene lettergreep nog na terwijl de volgende het oor al bereikt. Dat zorgt ervoor dat de spreker moeilijker te begrijpen is. Dit is vaak te wijten aan grote lokalen met hoge plafonds en veel harde oppervlaktes.

Galm kan ook ongewenste geluiden versterken, waardoor de spraak gemaskeerd wordt. Denk bijvoorbeeld aan geluiden van verwarming, airconditioning, zoemende en brommende geluiden van TL-verlichting, afkoelingsventilatie van computers en projectoren, geluiden van kantoortoestellen zoals telefoons, printers of harde schijven.



© Prof. Trevor Cox / Ecophon Sound Education Talks

Ook de geluidsoverdracht van buitenaf heeft een invloed op het klankbeeld: geluid van gangen en andere lokalen, geluiden van sanitair in aangrenzende badkamers of keukens, verkeer, een speelplaats, grasmaaiers ...

Een gevolg van het feit dat bepaalde frequenties op een oncomfortabele wijze versterkt worden en geluidsgolven langer blijven botsen, is dat mensen (vaak onbewust) steeds luider gaan praten.

“In de kleuterklassen schommelt het gemiddelde geluidsniveau tussen de 71 en 79 dB(A), net onder de schadelijke drempel van 85 dB(A)”, aldus professor Lode Godderis van de KU Leuven in Klasse (24/10/2016).

Hij voerde een geluidsstudie uit bij 8 scholen in Vlaams-Brabant. “Vooral wanneer kleuters heel enthousiast spelen, ruzie maken of huilen, gaat het geluid de hoogte in. Op de speelplaats meten we bijna voortdurend 90 tot 95 db(A). Dat is ongeveer even luid als een elektrische drillboor.” Wist je dat het geluidsniveau van spelende kinderen in een sporthal kan oplopen tot 127dB? Dat is hetzelfde volume als van een straaljager.

1.2. Gedrag en welbevinden

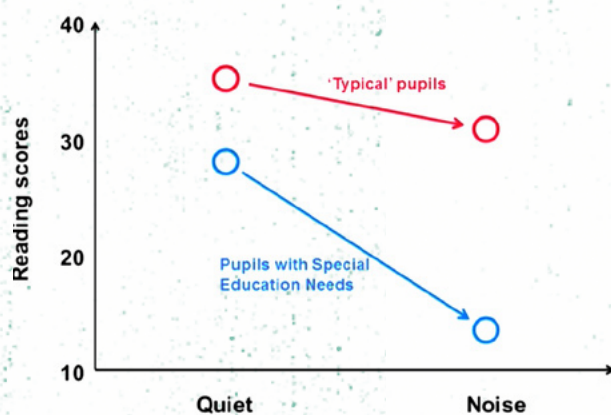
“Zesdeklassers die les volgden in een lokaal naast een denderende metrolijn, hadden bijna een jaar achterstand in leesvaardigheid tegenover leerlingen die les kregen in stille lokalen – een verschil dat volledig verdween toen er geluidswerend materiaal werd geïnstalleerd.”

uit: ‘The end of silence’ in The Atlantic

Onderzoek wijst uit dat lawaaierige ruimtes nadelige gevolgen hebben op het vlak van het aanleren van leesvaardigheden. Dat zegt ook Prof. Trevor Cox, hoogleraar akoestiek aan de Universiteit van Salford in deze presentatie over het effect van extern geluid op het leren.



Jonge kinderen zijn vatbaarder dan volwassenen voor de effecten van achtergrondgeluid en nagalm in communicatie via gesproken taal. Volwassenen en oudere kinderen zijn in staat om onbegrijpelijke woorden in te vullen, omdat ze veel kunnen afleiden uit de grotere context. Kleine kinderen kunnen dat nog niet. Ook kinderen met leerstoornissen of beperkingen op vlak van gehoor, taal, spraak en concentratie zijn extra kwetsbaar voor slechte akoestische klaslokalen.



Een goede akoestiek is cruciaal voor jonge kinderen van wie de auditieve en linguïstische talenten nog aan het ontwikkelen zijn. Slechte akoestische omstandigheden in de klas belemmeren het onderwijsproces en leiden tot een cumulatief en progressief tekort.

© Prof. Trevor Cox / Ecophon Sound Education Talks

13. Gezondheid

“Een slechte akoestiek zorgt ervoor dat we luider en nasaler praten en dat we dichterbij komen om onszelf verstaanbaar te maken. Zeker als er nog een tweede gesprek in diezelfde ruimte plaatsvindt, vecht iedereen voor zijn gesprek. Aanpassingen aan de akoestiek moeten ervoor zorgen dat het niet hoeft te escaleren.”

Sigert De Jean, akoesticus

13.1 Gehoor

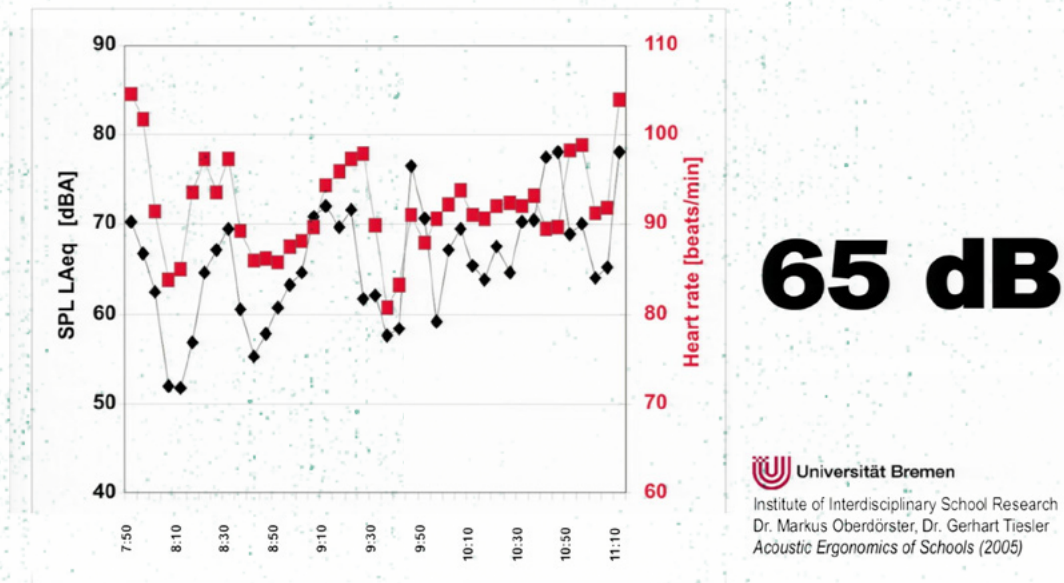
Het aantal decibels geeft weer hoe luid iets klinkt op een specifieke locatie. In sportzalen en refters ligt het geluidsniveau vaak onaangenaam hoog. De oorzaak hiervan is een slechte akoestiek. De duur van de blootstelling aan hoge decibels zal een impact hebben op de afname van het gehoor.

13.2 Stem

In lawaaierige ruimtes moeten leerkrachten ook luider gaan praten, wat hun stembanden extra belast, met heesheid en andere ongemakken als gevolg. Leerkrachten rapporteren dan ook vaak klachten van een vermoeide en verminderde stemkwaliteit, ondervinden moeilijkheden om te praten of te zingen, en ervaren een vermindering van hun stembereik.

1.3.3 Hart

Bovendien veroorzaakt een hogere volume ook een hogere hartslag. Een blootstelling aan een gemiddeld geluidsniveau van 65dB, verhoogt het stressniveau en daardoor ook de kans op een hartaanval.



©Bremen University, Acoustic Ergonomics of Schools (2005)

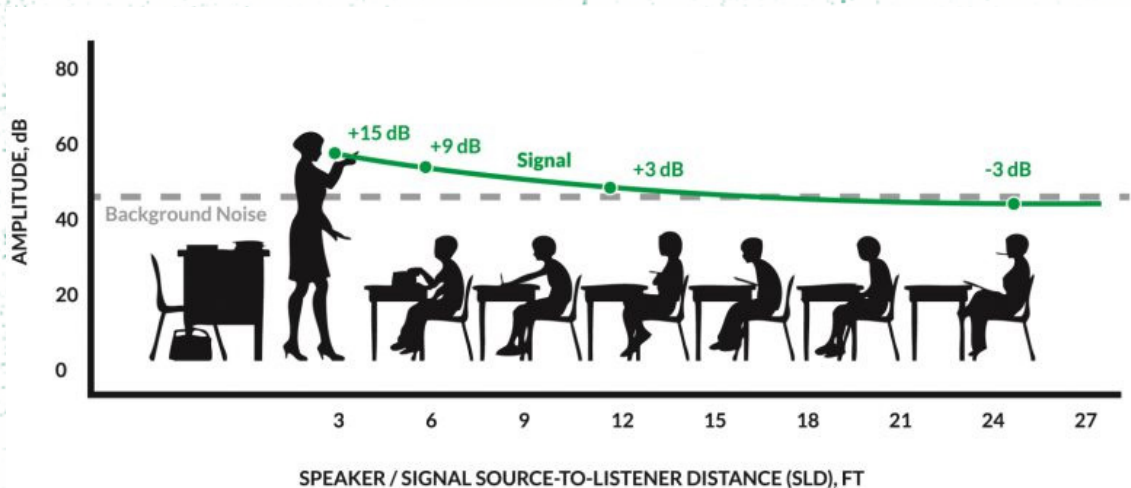
1.4. Productiviteit

“Geluid maakt toch deel uit van onze levenskwaliteit? Het is een spel van reflecties. Het moet ergens geabsorbeerd worden. Iedereen wint bij een goede akoestiek in zijn leef- en werkomgeving. Ons gehoor scant voortdurend onze omgeving. Op geluiden die niet op hun plaats zijn, of op onverwachte stiltes, reageren we fysiek en mentaal. Te veel prikkels zetten ons onderbewuste onder druk. We worden gestoord en afgeleid. Vermoeidheid en concentratie-stoornissen zijn de gevolgen. Hoe kunnen we op die manier efficiënt werken? Stress is wat mij betreft deels gerelateerd aan de kwaliteit en het volume van omgevingsgeluid. Zeker in tijden waar we met steeds meer mensen dichter op elkaar gaan wonen, gaat onze architectuur daar toch meer en meer rekening mee moeten houden? Geluid mag in architecturale ontwerpen even belangrijk worden als licht.”

Piet Goddaer (Ozark Henry) op nav.be (Netwerk Architecten Vlaanderen)

Onderzoek wijst uit dat kinderen lager scoren bij het oplossen van een puzzel in een lawaaierige school, dan wanneer ze in een stille omgeving getest werden. Bij leerkrachten hebben beroepsgerelateerde stemstoornissen aanzienlijke nadelige effecten op hun werkprestaties, afwezigheid door ziekte en toekomstige carrièrekeuzes.

Een comfortabele en ondersteunende akoestische omgeving zal het voor studenten makkelijker maken om te leren en voor leerkrachten minder vermoeiend om te doceren. Aangepaste akoestiek en minder achtergrondgeluiden verhogen bij beide groepen de productiviteit.



©The Importance of Acoustic Treatment in K-12 Schools, facilitymanagement.com

“We zouden kinderen nooit leren lezen in een klaslokaal zonder licht. Waarom geven we dan les in ‘akoestische duisternis’? Spreken voor een klas met een slechte akoestiek, vooral voor jongere leerlingen, is hetzelfde als het licht uitdoen.”

John Erdreich, akoesticus

2. Tunen / stemmen en aanpassen

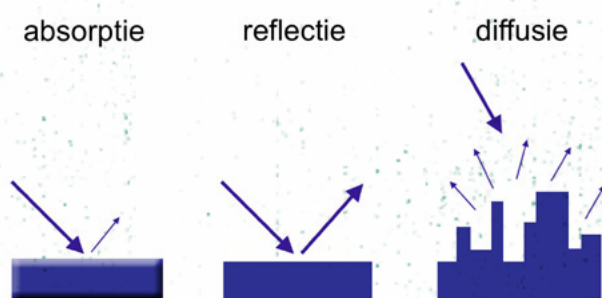
2.1. Absorptie

Tenzij alle scholen binnenkort digitale scholen worden, blijft een klaslokaal waarin één of meerdere leerkrachten en leerlingen samen communiceren nog altijd de basisopstelling. Daarom is het naast de visuele inrichting (kleur en licht) belangrijk om de klas ook vorm te geven met een verhoogde aandacht voor auditieve prikkels.

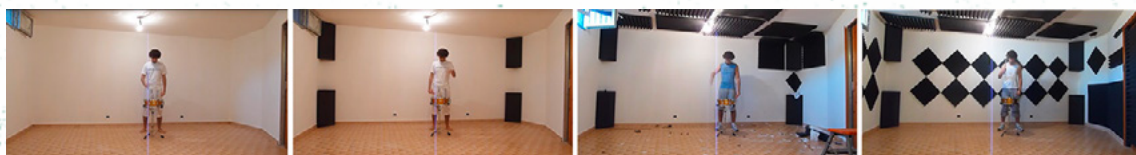
Eerst en vooral moeten vragen gesteld worden over de manier waarop het lokaal gebruikt zal worden. Is er hoekenwerk (leeshoek, creahoek, computerhoek, kringgesprekken)? Ex-cathedra? Groepswork? Iedere werkvorm heeft zijn repercussies op de ruimte en op de manier waarop de communicatie zal gebeuren, en dus ook op hoe het geluid zich zal verplaatsen in de ruimte. Afwisseling in de werkvormen is ook interessant voor de auditieve balans en spreiding.

De meeste lokalen hebben heel wat oppervlakken die het geluid sterk weerkaatsen, zoals een tegelvloer, grote glaspartijen, hoge kale muren ... Daardoor ligt de galmtijd in de klas vaak heel hoog. Je kan wanden minder reflectief maken door materiaal aan te brengen dat het geluid absorbeert. Absorberend materiaal slurpt geluiden op, waardoor ze in energie verminderen.

Een bekend idee om de akoestiek van een ruimte te verbeteren, is dat van eierkartons tegen de muren. Nochtans zorgt dat eigenlijk nauwelijks voor absorptie, maar vooral voor verstrooiing of diffusie: de energie van de geluidsgolven wordt niet weggenomen, maar wel beter verspreid in de ruimte. De eierkartons zijn m.a.w. enkel goed om geluiden te desoriënteren en zo echo's te "breken".



Dit voorbeeld maakt de theorie concreet: een drummer begint te spelen in een ruimte zonder absorberend materiaal. Beetje bij beetje voegt hij absorberend materiaal toe. Zoals je kan merken, zorgt dat voor heel wat verschil.



Als je absorberend materiaal koopt of maakt, let er dan op dat het product brandveilig, hygiënisch, duurzaam en kleurvast is. Als je van plan bent om akoestische panelen aan te kopen, ga dan eens na of je samen met andere scholen een groepsaankoop kunt doen ...

Jo Degrande, beleidsondersteuner op de stedelijke basisschool Roeselare, installeerde zelfs een akoestisch verkeerslicht in de eetzaal om de leerlingen bij de les te houden. “Dat kan je instellen op een bepaald geluidsniveau. Gaan de leerlingen over de 85db(A), dan schiet het licht op rood. Dan moeten ze verplicht 10 minuten hun mond houden.” (Klasse, 24/10/2016)

De Acousical Society of America raadt af om met microfoons te werken. Dit lost de galmproblemen in de klas niet op. Geluidsversterkingssystemen zullen bovendien het gehele geluidsniveau in de klas verhogen.

Ter inspiratie zie je hieronder enkele voorbeelden van absorberend materiaal.



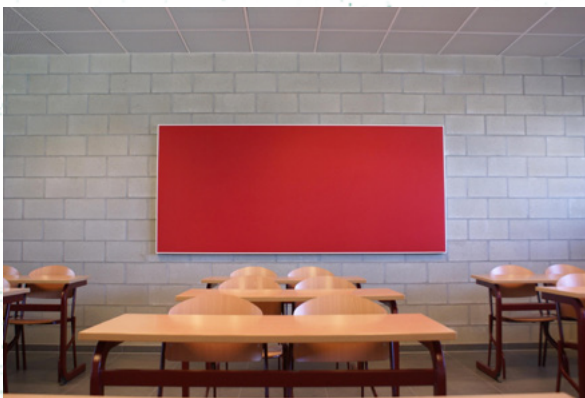
akoestische paravent



akoestische zeilen (sonnensegel-nach-mass.de)



akoestische objecten



akoestische panelen / prikboard



akoestische fotopanelen (Phonix Vision Art panel)



akoestisch grid (BuzziSpace)



akoestische meubels (Haworth Meet You)



mos als absorptie (BuzziSpace)



een akoestische totempaal / prikboard (BuzziSpace)



vilten patchwork



gespoten geluiddempende plafondafwerking

Heb je weinig middelen om professioneel materiaal aan te schaffen? Je kan ook creatief aan de slag en het zelf maken: schakel handige ouders in, doe een oproep om bijvoorbeeld teddyberen te verzamelen en een akoestisch monster ineen te naaien ... Op [deze pagina](#) vind je nog meer ideetjes (zie ook p. 24-25 in deze bundel voor een samenvatting en vertaling).

2.2. **ABC = Absorb - Block - Cover up**

Om een lokaal beter te laten klinken, zijn er drie dingen waarmee we rekening moeten houden:

2.2.1 **Akoestiek**

Een lokaal heeft een goede akoestiek nodig waarin stemmen goed klinken, dus een bepaalde graad van reflectie is wel nodig. Dat optimaliseert de verstaanbaarheid en zorgt voor een productieve en aangename sfeer.

2.2.2 **Contactgeluid**

Ook contactgeluiden (van andere lokalen) zijn hoorbaar in de klas. Je hoort stoelen van de klas naast je verschuiven. Je hoort voetstappen in de gang. Hoe kunnen we die zoveel mogelijk beperken?

2.2.3 **Buitengeluiden**

Zoals we hoger aanhaalden is het belangrijk om niet alleen de geluiden te behandelen binnen een bepaalde ruimte, maar ook de geluiden die van buitenaf komen en die binnen in de ruimte versterkt kunnen worden. Dat kan o.a. door akoestische (gevel)isolatie aan de buitenkant van een gebouw, maar ook door aanpassingen in de ruimte zelf.

2.2.4 **Het akoestische ABC**

Deze drie fenomenen kunnen we aanpakken op basis van het “akoestische ABC”:

Absorb

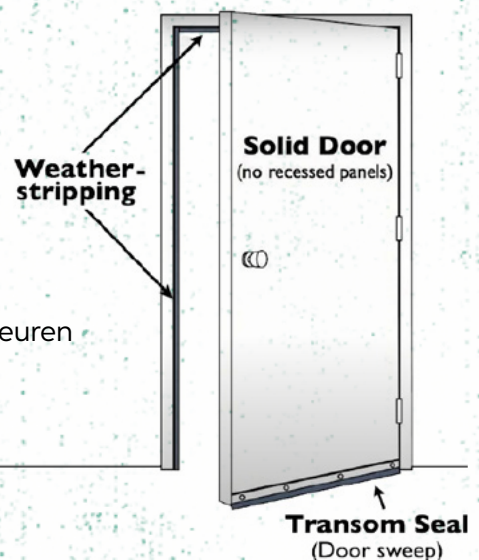
Absorberende panelen op het plafond zijn zeer effectief en de visuele impact valt amper op. Je kan ze niet alleen aanbrengen op het plafond en muren, maar ook op vloeren en aan de onderkant van tafels. Hoe groter de oppervlakte die bedekt kan worden met absorberend materiaal, hoe groter het effect. Beluister hier een voor en na in een kantoor, of een voor en na in een café.

Block

Om geluidsoverdracht tussen ruimtes tegen te gaan, moeten we een volledige wand plaatsen tussen de bron van het geluid en de luisteraar. Zo houdt dubbel glas geluiden van buitenaf beter tegen dan enkel glas.

Het aanbrengen van tochtstrips en -stoppers aan deuren kan geluiden van buitenaf tegenhouden.

© Bobby Owsinski - [Improve the Sound of Your Room](#)



Cover up

Het klinkt misschien contradictorisch, maar soms kan je net geluid gebruiken om andere geluiden te maskeren. In een stille ruimte kan zelfs een rustig gesprek heel erg storend werken voor wie bijvoorbeeld probeert te werken of studeren. In zo'n situatie is het eigenlijk makkelijker om te werken met een achtergrondgeluid zoals een hum of gegons. Zelfs het gezoem van de verwarming, beamer of ventilatie kan op die manier een ander, (nog) storender geluid maskeren.

Soms wordt hiervoor een soort van ruis gebruikt (dit noemen we pink noise), maar vaak is dat esthetisch onaangenaam. Natuurgeluiden zoals vogelgeluiden of bewegend watergeluid werken even goed en zijn aangenamer. Maskerend geluid mag niet te veel afleiden. Muziek en radio kunnen op zich een afleiding zijn om een andere afleiding te verbergen.

En als er niets helpt, is er ook altijd nog dit... ;-)



Cork Helmet van Pierre-Emmanuel Vandeputte © Miko Miko Studio

3. **Zelf aan de slag met akoestiek**

In dit hoofdstuk vind je allerlei oefeningen waarmee je in de klas aan de slag kan. Voor oefeningen waarbij dit symbool vermeld wordt, heb je een opnametoestel nodig: 🎧

3.1. **Luisteroefeningen en akoestisch bewustzijn**

3.1.1 **Open je oren**

(1) Beweging horen

Kan je een beweging herkennen aan het geluid dat erbij hoort? We testen het uit aan de hand van oefeningen gebaseerd op het werk van David Helbich. Leer een paar poses aan in een specifieke volgorde, bijvoorbeeld:

- pose 1 = je benen kruisen en je handen in je nek leggen
- pose 2 = achteruit in je stoel gaan liggen
- pose 3 = met je elleboog op je knie een denkhouding
- pose 4 = ...

We nemen deze houdingen een paar keer gezamenlijk aan, zodat iedereen de poses en hun volgorde goed kent.

Iedereen zit aan zijn bank met de ogen gesloten. 1 persoon voert de bewegingen uit in de juiste volgorde en de anderen proberen te volgen. Zorg dat er genoeg tijd is tussen de verschillende poses, zodat het niet te moeilijk wordt. Na een tijdje doet iedereen tegelijk weer de ogen open. Is het ons allemaal gelukt om te blijven volgen? Dan zou iedereen in dezelfde houding moeten zitten!

(2) Luisteren naar een geluidsfragment

Iedereen luistert samen naar een geluidsfragment. Dit doen we met onze ogen gesloten en in een ontspannen houding. We luisteren aandachtig en proberen daarna zo goed mogelijk te verwoorden wat we gehoord hebben. Dit doen we een paar keer. Hoor je de tweede keer andere dingen dan de eerste keer? (we leggen extra aandacht op hoe we benoemen wat we horen)

- fragment 1: Beluister [dit werkstuk van de componist Iannis Xenakis](#). Meer nieuwe muziek en field recordings vind je op starttolisten.org
- fragment 2: [een scène uit de film Delicatessen](#) (luister eerst, kijk pas daarna)

(3) Hoe klinkt dit beeld? *

De beelden uit [dit artikel over geluid en architectuur in de New York Times](#) geven hun klank weer wanneer je er over scrollt. Bekijk eerst het beeld. Hoe verwacht je dat deze ruimte klinkt? Wat denk je dat je allemaal zal horen? Luister nadien: wat komt overeen met je verwachtingen en wat is anders?

** deze oefening is het best geschikt voor kinderen van het 5de en 6de leerjaar*

3.1.2 Wat is geluid eigenlijk?

3.1.2.1 Bekijk deze video

In dit filmpje zie je alles over trillingen, reflectie, galm en echo.



3.1.2.2 Geluid zichtbaar maken

Geluid bestaat uit trillingen. Die trillingen gaan door de lucht, bijvoorbeeld wanneer je praat of op een trompet blaast. De trillingen kunnen ook door andere dingen gaan, zoals bijvoorbeeld een ballon. Als het geluid heel luid is, dan kan het zelfs door je lichaam heen trillen (bijvoorbeeld tijdens een heel luid muziekconcert, of in de cinema). Dat effect kan je bij dit proefje goed waarnemen:

- Trillende ballon: als je tegen een ballon spreekt dan kan je hem voelen trillen. Dat is het geluid van je stem dat je voelt! Want geluid is gemaakt van trillingen.
- Trillende vlam: zet een kaars naast een speaker, je zal de vlam zien trillen.

3.1.3 Hoe beweegt geluid?

3.1.3.1 Test het zelf

- Deze testjes maken begrippen als weerkaatsing, diffusie en absorptie visueel.
- Hou eerst een spons onder een lopende kraan en daarna een lepel: de spons absorbeert, de lepel weerkaatst.
- Speel kaatsbal tegen een muur, tegen een sportmat en tegen een net: welke kaatst terug en welke niet? Sommige akoestische materialen werken net zoals netten, maar ze hebben zo'n kleine gaatjes dat je ze niet kan zien.

3.1.3.2 Echolocatie

Zoals we hiervoor al leerden, kan geluid dus botsen en stuiteren tegen muren of objecten. Sommige dieren kunnen dat heel goed opmerken. Zo kunnen vleermuizen bijna niets zien, maar ze zenden zelf geluidstrillingen uit. Door te voelen/horen hoe die trillingen terugkaatsen, vinden ze toch hun weg en kunnen ze voorkomen dat ze ergens tegen vliegen. Dat noemen we echolocatie.

Ook mensen kunnen met enkel hun oren de weg vinden. Maar dan moeten ze wel heel veel oefenen. Zo hebben sommige blinde mensen geleerd om echolocatie te gebruiken door zelf een klikgeluid te maken en naar de weerkaatsing ervan te luisteren. Zo kunnen ze toch weten waar voorwerpen staan en hun weg vinden op straat.

(1) Vleermuis spel

1 persoon is de vleermuis en wordt geblinddoekt, de rest van de groep wordt verdeeld in nachtvlinders en bomen. De vlinders lopen rond en de bomen blijven staan. De vleermuis mag gebruik maken van echolocatie om te jagen op nachtvlinders. Dat doet hij door een piepend geluidje te maken. Wanneer hij dat doet moet iedereen stil blijven staan, en antwoorden met “vlinder” of “boom”. Daarna mag de jager 1 grote stap zetten om iemand te proberen vangen. Als de vleermuis een nachtvlinder kan aanraken, wordt deze vlinder de vleermuis en wisselen alle andere spelers van rol.

(2) Echolocatie oefening

Deze oefening kan je in groepjes van 2 of 3 doen. 1 persoon krijgt een blinddoek om. Zijn klasgenoot mag objecten links of rechts van het hoofd van de geblinddoekte persoon houden. Door klikgeluiden te maken, moet deze persoon proberen raden aan welke kant het object zich bevindt. Maak het niet te moeilijk en gebruik objecten met grote oppervlakken, zoals mappen, kussens of schalen. Probeer ook eens te luisteren naar verschillende materialen. Hoor je of er een kussen naast je hoofd wordt gehouden of een metaal schaal? Zo hoor je het verschil tussen opslorpende en weerkaatsende materialen.

3.1.4 Akoestiek begrijpen en testen

Geluid klinkt niet in alle ruimtes hetzelfde. Hoe geluid in een ruimte weerklinkt noemen we ‘akoestiek’. Kijk en luister maar eens naar deze video van een ballon die knapt in een lege badkamer en eentje die knapt in een badkamer met handdoeken en andere spulletjes.



(1) met ballon naar ruimtes luisteren 🎧

We prikken in verschillende ruimtes een ballon stuk en nemen het geluid daarvan op. Daarna gaan we naar de verschillen luisteren. Weten jullie nog welk geluid op welke plaats is opgenomen?

Zo ontdekken we dat geluid heel anders klinkt in de sportzaal dan in het bezemhok. Dat komt omdat de sportzaal een grote, lege ruimte is, met hoge plafonds en grote ramen. We zien ook niet veel 'opslopende' materialen in de sportzaal, maar wel veel 'weerkaatsende' materialen. Het bezemhok is klein en heeft geen ramen, en zit vol met spulletjes die het geluid opsorpen of verstrooien.

(2) verstaanbaarheid testen

A - met je eigen stem:

Je begint door met twee tegenover elkaar te staan. Je praat tegen elkaar op een gewone manier. Daarna kan je ook eens fluisteren. Daarna zetten jullie beide een stap achteruit. Tot wanneer je elkaar niet meer kan verstaan. Deze oefening kan je doen op verschillende locaties en het resultaat vergelijken: de speelplaats, de turnzaal (een keer leeg en een keer vol matten enzv), de gang, de klas ...

B - met een opnametoestel: 

Neem de stem van de leerkracht op en laat die via een bluetooth speaker afspelen in verschillende lokalen. Luister naar verstaanbaarheid. Hoor je een verschil in andere ruimtes?

Dit experiment kan je ook binnen je eigen klas doen. Verstop het luidsprekertje in een boekentas en prop er een paar truien bij, steek het eens in een tinnen blik of in een kast. Let op hoe de klank telkens verandert: is de stem nog steeds even verstaanbaar? Op welke manier klinkt die anders? Ontdek samen hoe de eigenschappen van de omgeving invloed hebben op de klank. Denk aan reflectie en absorptie (weerkaatsen en opsorpen).

(3) een luidheid-score aan ruimtes geven

We luisteren naar verschillende ruimtes in de school (de gang, het bureau van de directeur, de speelplaats, de sportzaal, de keuken, het bezemhok, de straat ...) en geven de ruimtes een score aan de hand van deze kleurcodes.



Deze oefening kan je eerst doen door een inschatting te maken: hoe denk je dat de ruimtes zullen klinken? Duid de scores eventueel aan op een echt of fictief plan van de school. Toets daarna af met de realiteit. Kloppen de verwachtingen?

(4) De meest stille plek op school

Verdeel de klas in groepjes en stuur ze op zoektocht met de opdracht: vind de meest stille plek van de school. Wanneer elk groepje een plek uitgekozen heeft, kan je met de hele klas naar die plek gaan luisteren. Of je kan een geluidsopname maken en die klassikaal beluisteren. Al snel zal je merken hoe moeilijk het is om stilte te vinden.

3.2. Thuiswerk

3.2.1 Luister naar je huis en je omgeving

(1) Hoe klinkt je huis?

Luister naar je huis en denk na over hoe je kamer klinkt: mijn kamer klinkt schel en scherp, rustig en dof, in mijn kamer kan ik de rest van het huis horen, in mijn kamer hoor ik machines, in mijn kamer hoor ik de straat... Doe hetzelfde met andere ruimtes. Welke luidheid scores geef ik elke ruimte? Wat is het stilste plekje in huis?

[Download hier het invulblaadje.](#)

(2) Welke luidheid-score krijgt mijn omgeving?

Welke kleur zou je geven aan je straat, je woonkamer, de supermarkt, de bus ...

[Download hier het invulblaadje.](#)

3.3. Hoe klinkt de klas?

3.3.1 Luisteren naar je klas

(1) iedereen stil en we luisteren

Eerst eens met de ogen open en dan eens met de ogen toe. Tweede keer luisteren, horen we nog andere dingen dan die we de eerste keer genoemd hebben? Dit kunnen we nog eens doen met de ramen open of gesloten.

Mogelijke vragen na het luisteren:

Wat hebben we gehoord? Klanken van binnen de klas of van buiten? Welke geluiden trekken onze aandacht? Heb je iets gehoord dat je nog nooit eerder hebt opgemerkt? Welke vinden we storend?

(2) Teken een geluidsplan van je klas

Op een grondplan van de klas tekenen we de geluiden die we horen en van waar deze komen. We gebruiken de de kleurcode om de luidheid van geluid aan te duiden, en de gezichtjes om aan te duiden of het een storend geluid is of niet.



3.3.2 De stille klas

(1) De 'stille klas opnemen' en beluisteren 🎧

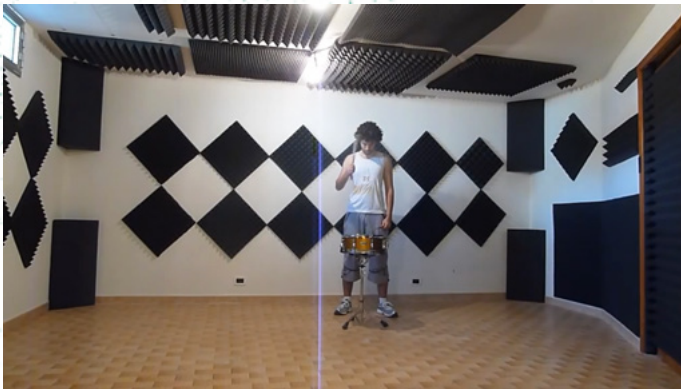
We zitten in de klas en iedereen is stil. Maar is het écht stil? Horen we nog geluiden? Welke (buitengeluid, radiator, de klok, stoelen ...)? Eventueel kunnen jullie de 'stilte' ook opnemen en opnames maken terwijl de juf of meester praat. Of de juf/meester kan de klas op voorhand onopgemerkt opnemen, zo kunnen de leerlingen naar een authentieke opname luisteren.

3.4. Aanpassingen maken

3.4.1 Vooraf

(1) Bekijk enkele video's

- een drummer voegt gradueel absorptie toe aan zijn kamer



- video van een ballon in de badkamer



(2) VOOR we de klas aanpassen maken we een opname van de klas 🎧

Zo kunnen we daarna duidelijk horen of er verschil is. Onze oren passen zich namelijk super snel aan. Terwijl je de klas akoestisch beter maakt, raken zij al gewend aan die stillere klas, waardoor het heel moeilijk is om te horen of er nu wel degelijk een verschil is tussen 'voor' en 'na'.

3.4.2 De akoestiek verbeteren

Echte akoestische panelen zijn een hele goede investering in de klas. Elke klas is anders. Vergeet je oren dus niet te gebruiken wanneer je deze aanpassingen doet. Is er veel storend geluid van de klas er naast? Dan is het een goed idee om op de aangrenzende muur akoestisch materiaal aan te brengen.

Zelf kan je ook al een paar eenvoudige en budgetvriendelijke aanpassingen maken die de akoestiek van je klas zullen verbeteren.

(1) dikke gordijnen of tapijten

Onderzoek de optie om gordijnen in de klas te hangen of een tapijtje onder de tafel van de knutselhoek te leggen, en observeer de impact ervan op de galm. Wat gebeurt er met de akoestiek wanneer we een tapijt aan de muur hangen ipv op de grond leggen? Is er een verschil hoorbaar wanneer we tapijt onder het tafelblad klevan?

(2) prikborden

Prikborden zijn goede geluidsabsorbers. Je vindt ze al in veel klaslokalen, maar denk eens goed na over de plaatsing van die borden. Ze zijn bijvoorbeeld ideaal om grote oppervlaktes, die anders veel geluid zouden reflecteren, mee te breken.

(3) de kapstokken in de klas

Meestal laten we jassen buiten de klas in de gang. Maar als je ze in de klas zou ophangen, dan doen ze dienst als akoestische panelen.

(4) paraplu's aan het plafond

Je kan de paraplu's als knutselactiviteit ook bekleden met textiel of mousse, zo creëer je een vals plafond dat voor absorptie én diffusie zorgt.

(5) herschik de klas

Is er een verschil in akoestiek wanneer we het schoolbord in de hoek hangen ipv vlak tegen de muur? Wat gebeurt er als we kasten op een andere plek zetten, of als we ze meer of minder vullen? Wat is het effect van planten op de vensterbank?

(6) open kasten met boeken of ander materiaal

Simpelweg de deurtjes weghalen, et voila! En als je het klasmateriaal toch liever netjes uit het zicht wil, kan je ook met gordijntjes werken in plaats van kastdeuren. Het is akoestisch én die klappende deuren zijn meteen ook weg.

(7) een (oude) knuffel-muur/kast/vensterbank

Verzamel oude knuffels en bevestig ze aan een muur, zet ze in een open kast of op de vensterbank. De stof zorgt ervoor dat het geluid beter geabsorbeerd wordt.

3.4.3 Geluid vermijden

Naast werken aan de ruimte, kan je ook de bron van het geluid proberen dempen. Daar heb je vaak niet veel voor nodig.

(1) tennisballen over de stoelpoten

Met een scherp mes snij je een kruisje in oude tennisballen, plaats ze dan over het uiteinde van de stoelpoten. Zo ben je van die lawaaierige stoelen af!



© An Kennes (schoolmakers.be)

(2) viltjes aan kastdeuren, banken, tafels...

1 schuivende bank stoort misschien niet. Maar een klas met 20 kinderen die elk met hun bank schuiven is een ander verhaal. Viltjes onder de poten van stoelen of banken lossen dat probleem op. Aan de randen van de tafels viltjes plaatsen vermijdt geluid wanneer tafels tegen elkaar botsen of schuren. Denk ook aan kastdeuren, schuiven...

(3) placemats op de werktafels

Een schaar die op een tafelblad valt maakt misschien niet zo heel veel geluid, maar tientallen potloden, scharen, pennen en lijmstiften tijdens een knutselproject, vormen samen wel een heel orkest.

(4) vilte (of andere zachte) bodems in opbergers

Los het gerommel van potloden of stiften in plastic dozen eenvoudig op met een bodem van een zacht materiaal.

3.4.4 **Functionaliteit van het lokaal**

Onze manier van leren en naar school gaan is nu heel anders dan in de tijd wanneer veel scholen gebouwd zijn. Groepswerk en participatie maken tegenwoordig deel uit van een gewone schooldag. Hou hier rekening mee wanneer je de klas inricht...

(1) groepswerk vs individueel werk

Richt plekken waar individueel werk wordt verricht, zoals een leeshoek, in met akoestisch bewustzijn, bv: scherm met een boekenkast de leeshoek af.

3.5. **Evaluatie**

(1) laatste opname

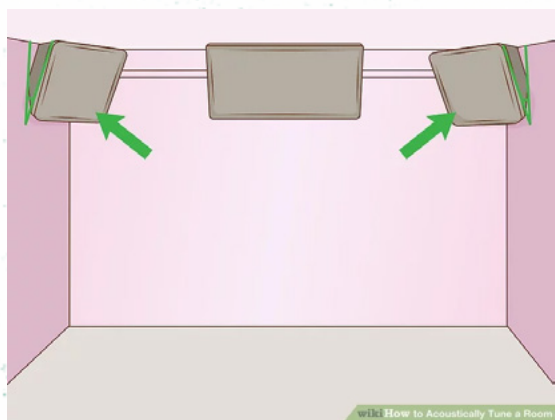
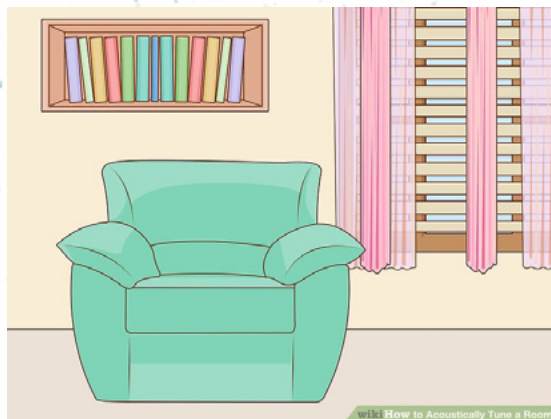
Om het project af te ronden, maken we opnieuw een opname van de klas. We kunnen deze opnames nu vergelijken met de vorige opnames. Horen we verschil? Op welke manier horen we vooral verschil?

4. Snelle aanpassingen aan een ruimte maken

vertaald van [wikihow.com/Acoustically-Tune-a-Room](https://www.wikihow.com/Acoustically-Tune-a-Room)

Haal grote harde oppervlakken weg waar geluid op kan weerkaatsen of die kunnen vibreren. Je wil harde oppervlakken en dingen die mee trillen tot een minimum beperken, van tafellampen tot kaders aan de muur.

Absorbeer en versplinter het geluid met meubels en decoratie. Meubilair zoals een zachte zetel of een boekenkast verstrooien en absorberen geluid zeer goed. Daarmee raak je al een heel eind. Aan de ramen hang je best zware gordijnen om geluid van buitenaf te verminderen.



Pas eerst en vooral de hoeken aan, dan pas muren! De hoeken waar twee muren en een plafond (of vloer) samenkomen, zouden je eerste prioriteit moeten zijn. De muren zelf zijn minder belangrijk. Begin dus – wanneer je met een beperkt budget werkt – eerst met geluidsabsorberend materiaal in de hoeken te plaatsen, vooral de hoeken die hiernaast met een pijl zijn aangeduid.

Bedek alle muren niet zomaar met panelen van dezelfde grootte. Het geheim om een ruimte goed te stemmen is om voor een goede balans te zorgen tussen absorptie en diffusie. Een dunne laag isolatie absorbeert de hoge frequenties, een dikke laag isolatie absorbeert zowel hoge als lage frequenties.

Diffusiepanelen verstrooien geluidsgolven en zijn nuttig in grote ruimtes. Voor kleinere ruimtes, zijn ze de kost niet waard. Een zachte zetel en een open boekenkast zijn goed genoeg.

Bereken hoeveel muurbedekking je nodig hebt. In de meeste ruimtes maakt 30 tot 40% oppervlaktebedekking al een enorm verschil. Om in te schatten hoeveel muuroppervlakte bedekt moet worden, vermenigvuldig je de lengte van de muur met de hoogte en deel je dat getal dan door drie. Bijvoorbeeld: wanneer je muur 3m lang is en 2m hoog, is zijn oppervlakte 6m². Gedeeld door 3, betekent dat dus dat het zou moeten volstaan om 2m² te bedekken.

Gebruik platen of rollen isolatiemateriaal. Als de kost van akoestische panelen je budget te boven gaat, kan isolatiemateriaal een betaalbare optie zijn. Ook al zijn ze iets minder effectief en minder mooi om naar te kijken, helpt het om rollen isolatiemateriaal in de hoeken van de kamer te plaatsen, en isolatieplaten aan de muren te hangen. Glasvezelisolatie of schuimisolatie vind je in je lokale bouwmarkt.



Bouw je eigen panelen door steenwol in te kaderen. Probeer vellen steen-, rots of houtwol; schuim of glasvezelisolatie op elkaar te lijmen en zo een variatie van dikte te creëren.

Zaag vervolgens houten panelen in stukken en bevestig die aan de zijkanten van je zelfgemaakte panelen om zo een kader te maken. Lijm of vijs de kaders aan de muren en in de hoeken van de ruimte.

Article provided by wikiHow, a wiki building the world's largest, highest quality how-to manual.

Please edit this article and find author credits at wikiHow.com.

Content on wikiHow can be shared under a Creative Commons License.

© beeldmateriaal Wikihow [CC BY-NC-SA 3.0](#)

5. **Inspiratie- en leeslijst**

Start to listen is een gratis online toolbox van aifoon en MATRIX Centrum voor Nieuwe Muziek voor leerkrachten en leerlingen van het basisonderwijs met luisterfragmenten en luistervragen.

Lawaai op school geeft leraren gehoorproblemen, Klasse.be (24/20/2016)

Lawaai in de klas, Schoolmakers.be (12/10/2018)

The classroom acoustical environment is critical to student learning and academic performance

Sound Business, a comprehensive review of how sound affects human beings, and how business can design sound to be positive, effective, productive and profitable.
door Julian Treasure

Geluidsblootstelling en gehoorschade in het onderwijs

Spaces speak, are you listening? Experiencing aural architecture. Barry Blesser and Linda-Ruth Salter

Wikihow: How to Acoustically Tune a Room

Het Lombard effect of de Lombard reflex is de onvrijwillige neiging van de sprekers om luider te spreken in een luidruchtige omgeving om de hoorbaarheid van hun stem te verbeteren.

The Egg Carton Acoustic Myth

Alvin Lucier - I'm sitting in a room: 'I am sitting in a room' is een geluidskunstwerk uit 1969 van de Amerikaanse componist Alvin Lucier. Hij spreekt een tekst in, en speelt die opname daarna af in de ruimte om ze opnieuw op te nemen. De nieuwe opname wordt daarna afgespeeld en opnieuw opgenomen, en dit proces wordt telkens herhaald. Zo wordt de resonantie van de ruimte telkens versterkt, totdat uiteindelijk de woorden onverstaanbaar worden, vervangen door de zuiver resonerende harmonieën en tonen van de ruimte zelf.

6. Pedagogisch lesplan

Hieronder zie je een model van hoe je een les rond Interioor kan opbouwen. Om de volledige Interioor-ervaring (met pedagogische opbouw) te beleven, laat je best elke lesfase aan bod komen. Binnen die lesfases kan je kiezen welke lesinhoud je gebruikt.

Lesfase	Lesinhouden	Werkvorm	Duur	Pagina	Materiaal
Oren openen.	Bewegingen horen	Spel	15'	p 15 (3.1.1)	Stoelen
	Invulblaadjes 'naar je omgeving luisteren' (thuis)	Zelfstandig werken		p 19 (3.2.1)	Schrijfgierief
	Luisterfragmenten	Luisteren en onderwijsgesprek	15'	p 15 (3.1.1)	Luidsprekers
Wat is geluid?	Video	Demonstratie		p 16 (3.1.2.1)	Schermp/projector
	Tegen ballonnen praten	Experimentje	10'	p 16 (3.1.2.2)	Ballonnen
	Speakers voor kaars	Experimentje	5'	p 16 (3.1.2.2)	Grote luidspreker en kaars
Hoe beweegt geluid?	Video	Demonstratie		p 16 (3.1.2.1)	Schermp/projector
	Vleermuisspel	Spel	20'	p 17 (3.1.3.2)	/
	Echolocatie	Experimentje	20'	p 17 (3.1.3.2)	Kussens, fruitschalen, blikken dozen ... harde en zachte oppervlakken
Akoestiek begrijpen.	Video ballonnen	Demonstratie		p 17 (3.1.4)	Schermp/projector
	Ballonnen prikken in verschillende ruimtes.	Onderzoek	30'	p 17 (3.1.4)	Ballonnen, smartphone (geluidsopname), luidsprekers
	Stem leerkracht opnemen en laten afspelen op een verstopt bluetooth luidsprekertje.	Onderzoek	10'	p 18 (3.1.4)	Bluetooth luidsprekertje, smartphone om geluid mee op te nemen
Akoestiek testen.	Luidheidsscore aan verschillende ruimtes in de school geven.	Samenwerken, onderzoek	30'	p 18 (3.1.4)	Schrijfgierief
	Meest stille plek op school vinden.	Samenwerken (zoektocht)	20'	p 18 (3.1.4)	Smartphone (geluidsopname), luidsprekers
	Verstaanbaarheid testen	Onderzoek	20'	p 18 (3.1.4)	Eventueel: smartphone, maar kan ook zonder.
Hoe klinkt de klas?	Naar de klas luisteren (eventueel met opname?)	Onderwijsgesprek	15'	p 19 (3.3.1) p 20 (3.3.2)	Eventueel: smartphone (geluidsopname)
	Geluidsplan van de klas maken.	Samenwerken	15'	p 19 (3.3.1)	Schrijfgierief en papier.

Credits

Concept

aifoon vzw

Denktank

Leslie Burm (architect), Sigert De Jean (akoestisch expert),
Thomas Vertongen (sound designer) & Stijn Dickel (artistiek leider aifoon)

Uitwerking

Sterre De Vresse

Eindredactie

Nele De Cocker

Vormgeving

Gunther Fobe

Gelezen & goedgekeurd door

Lode Godderis (Professor Omgeving en Gezondheid KU Leuven),
Timothy Van Renterghem (Professor Akoestiek UGent)

Met dank aan

Marco Andriessens, Sofie Peyskens, Lisa Verniers, Lotte De Vuyst, Eva Coppens
& Hannes Van Wynendaele (leerkrachten)

Over aifoon

aifoon is een kunstenorganisatie die werkt rond geluid en luisteren. Bij aifoon draait het niet rond muziek of stem. Onze focus ligt op geluiden en vooral op luisterbeleving. We leven in een maatschappij waarin beelden en visuele prikkels dominant zijn. aifoon wil mensen stimuleren om hun oren te spitsen en hun omgeving niet alleen met hun ogen maar ook al luisterend af te tasten.

Tijdens onze creatieve projecten ontdekken deelnemers het kader van waaruit ze zelf luisteren, maar ook hoe anderen luisteren. We laten hen zo op een open en avontuurlijke manier het luisteren herontdekken. Als een nomadische kunstenorganisatie zien we de wereld als ons werkveld. Co-creatie staat daarbij centraal: met verschillende partnerorganisaties, kunstenaars en het brede publiek, maar evengoed met spelers uit de jeugd-, onderwijs-, zorg-, architectuur-, leefmilieu- en stedenbouwsectoren.

Lees meer op aifoon.org en ga in je klas ook zeker aan de slag met [Start to Listen](#), onze gratis online toolbox rond luistervaardigheid voor leerkrachten en leerlingen van het basisonderwijs.

Opmerkingen? Feedback?
We horen het graag op info@aifoon.org.

Dit is een publicatie van aifoon vzw.

Fragmenten uit deze publicatie mogen gedeeld en verspreid worden onder vermelding van de bron.

www.aifoon.org



aifoon