

# VOLUME I

## VADEMECUM VOOR WEGVERKEERSLAWAAI IN DE STAD



### Basisbegrippen van de akoestiek





Op de rechter pagina vindt de lezer een geordende en doorlopende tekst.  
Op de linker pagina wordt aanvullende informatie weergegeven.



Bij tekst die **VET**, in **HOOFDLETTERS** of in het **ZACHTPAARS** is afgedrukt, kan de lezer zich wenden tot een kader op de linkerpagina voor bijkomende informatie.



Voor nadere informatie kan de lezer zich wenden tot de fiche waarvan het nummer is weergegeven op het uithangbord.

Tekst <sup>x</sup>

De cijfers die worden weergegeven als exponent verwijzen naar referenties aan het einde van de fiche.

**Tekst**

Verklaring van een begrip of een belangrijk element.

**Tekst**

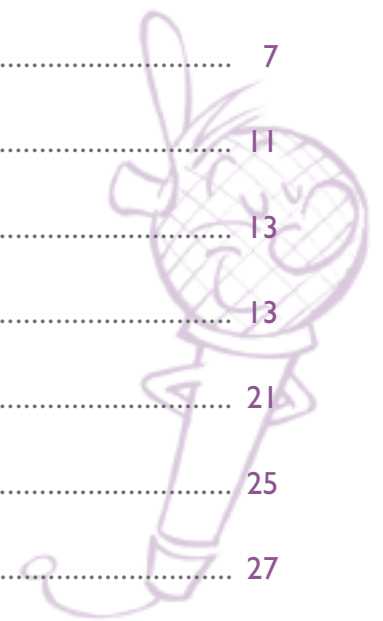
Woord of begrip gevolgd door zijn definitie.



# INHOUDSOPGAVE



Inleiding.....	3
Geluid en geluidsvoortplanting .....	7
Het gehoor .....	11
Eigenschappen van geluid .....	13
De amplitude .....	13
De frequentie .....	21
De duur van een geluid .....	25
Objectieve karakterisatie van lawaai .....	27
Factoren die het geluid versterken of verzwakken.....	33



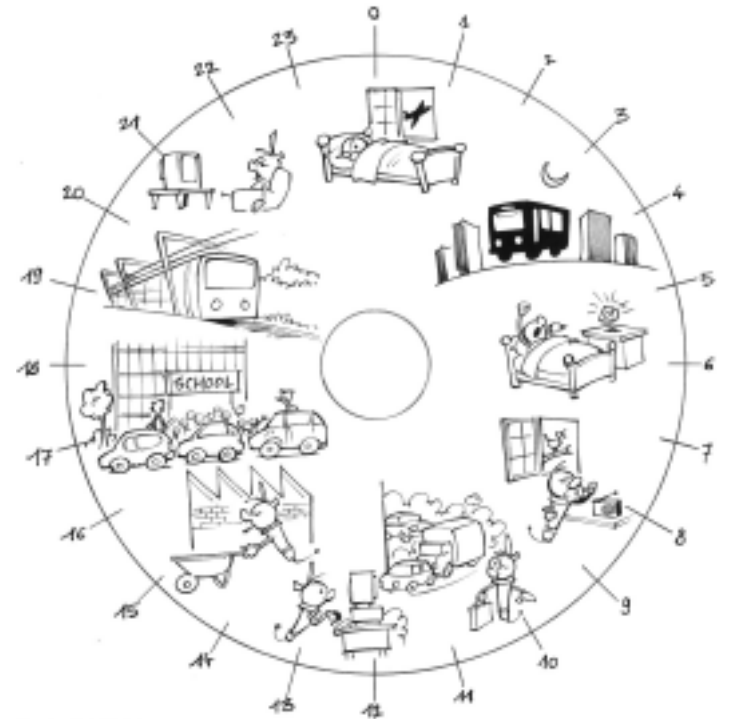


# INLEIDING

Op de dag van vandaag is niet minder dan 30 % van de Europese gezinnen ontevreden over hun woon-omgeving<sup>1</sup>. Onder de verschillende oorzaken die het wooncomfort aantasten, spant lawaai de kroon. Deze vorm van hinder laat ruimschoots het onveiligheidsgevoel, het gebrek aan ruimte, ongezonde woningen en luchtvervuiling achter zich.

Vooreerst is het heel belangrijk een onderscheid te maken tussen de begrippen “geluid” en “lawaai”. “**Geluid**” is een zuiver fysisch verschijnsel dat wij met ons gehoor kunnen waarnemen. “**Lawaai**” is een geluid waaraan wij een negatieve betekenis geven. Anders gesteld: lawaai is geluid dat wij niet wensen te horen.

Dagelijks wordt ieder van ons blootgesteld aan tal van vormen van lawaai.







Onder de verschillende geluiden die men dagelijks waarneemt, zijn er heel wat die nuttig zijn (spraak, rinkelen van de telefoon). Sommige geluiden zijn niet zozeer nuttig dan wel aangenaam (het zingen van de vogeltjes). Nog andere geluiden kunnen ons echter op de zenuwen werken (het laag overvliegen van een vliegtuig) of ons doen schrikken (een alarmsirene).

De grote meerderheid van de storende geluiden, die dus kunnen omschreven worden als lawaai, worden veroorzaakt door menselijke activiteiten. Een geluid kan dus hinderlijk zijn, maar de absolute afwezigheid van geluid is beangstigend en kan de gemoedsgesteldheid danig verstoren. De absolute stilte bestaat overigens niet in de natuur. De aanwezigheid van enige geluiden stelt ons op ons gemak want het verzekert ons dat er leven is in onze omgeving. Spreekt men immers niet van een “doodse stilte”?



Geluid omringt ons en vergezelt ons in ons dagelijks leven, maar wat weten wij eigenlijk over geluid? Een hele resem vragen kan worden gesteld:

- ♪ Wat is geluid en hoe plant het zich voort?
- ♪ Hoe ontstaat het lawaai van een auto die door een straat rijdt?
- ♪ Waarom is het lawaai van een auto verschillend van dat van het blaffen van een hond?
- ♪ Hoe bereikt het lawaai van de straat ons oor?
- ♪ Waarom stoort het lawaai van een brommertje meer dan het lawaai van een vrachtwagen?
- ♪ Hoe kan men zich tegen verkeerslawaai beschermen?

Deze eerste fiche tracht de lezer een antwoord te bieden op deze en andere vragen.

## DE DRUK

Geluid kan in cijfers worden uitgedrukt via een fysische grootheid: “de druk”. De druk stelt de hoeveelheid energie voor die zich in een bepaald volume materie bevindt. In het specifieke geval van de akoestiek betreft het de energie van de luchtdeeltjes die trillen rond een evenwichtstoestand.

Een **geluid** kan worden gedefinieerd als de verandering van de druk ten opzichte van de normaal heersende luchtdruk en die kan worden waargenomen met het menselijk gehoor. Deze drukvariatie wordt de “**geluidsdruk**” genoemd en aangeduid met het symbool  $p$ .

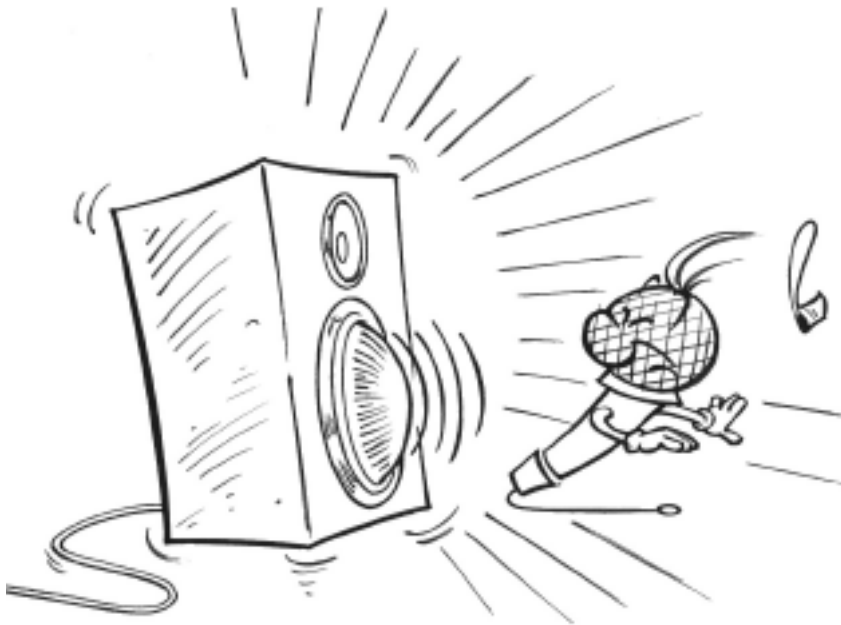




# GELUID EN GELUIDSVOORTPLANTING



De uitdrukking “een daverend concert” kan ook letterlijk worden opgevat. In feite is iedere vorm van **GELUID** een trilling van de lucht.



Men kan zich hiervan vergewissen door een grote luidspreker, zoals die gebruikt worden op popconcerten, te benaderen en letterlijk de luchtverplaatsingen en trillingen die hij uitzendt te voelen. Om geluid te kunnen horen moet de lucht, of beter gezegd de deeltjes waaruit die bestaat, aan het trillen worden gebracht.

Waar komen de geluiden die wij horen vandaan en hoe kunnen zij ons oor bereiken?

Elk geluid vindt zijn oorsprong in een gebeurtenis met een welbepaalde duur op een welbepaalde plaats. Het geluid van een slag met een hamer op een aambeeld heeft als oorsprong het tegen elkaar stoten van de twee massa's en dit gedurende een zeer korte tijdspanne.

## VOORTPLANTING VAN GELUID

De lucht, waardoor de geluiden zich dus voortplanten, is een elastisch medium. Dankzij deze elasticiteit kan een luchtdeeltje dat trilt zijn energie doorgeven aan naburige deeltjes en dit in elke richting. De voortplanting van geluid in de ruimte kan worden voorgesteld als een golf.

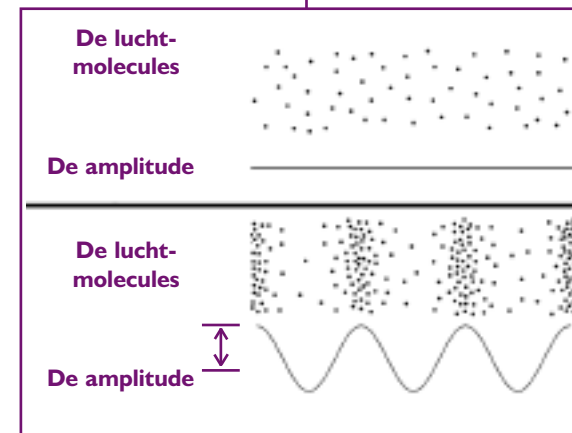
Deze golf is een opeenvolging van plaatsen waar er zich méér deeltjes bevinden dan in de evenwichtstoestand en plaatsen waar er zich minder deeltjes bevinden dan normaal en dit op gegeven afstanden van elkaar. Het bovenste gedeelte van de figuur stelt de situatie van de luchtdeeltjes voor zonder geluid. De luchtdeeltjes zijn “in rust”. In het onderste deel van de figuur is er een geluid aanwezig en de deeltjes geven hun trillingen door aan hun burens.

De snelheid van het geluid in de lucht is constant en van de orde van 340 m/s, dit is meer dan 1000 km/h. Geluid kan zich ook voortplanten in water en in vaste stoffen. In water bedraagt de voortplantingssnelheid 1425 m/s. De geluidssnelheid in vaste stoffen hangt sterk af van hun samenstelling en structuur.

Over het algemeen kan men stellen dat de snelheid van het geluid toeneemt met de dichtheid van het doorlopen medium:

**$v_{\text{geluid, vaste stof}} > v_{\text{geluid, water}} > v_{\text{geluid, lucht}}$**

Het spel van een kind dat een “telefoon” maakt door twee conservenblikjes met elkaar te verbinden met een draad is een voorbeeld van de voortplanting van geluid (trillingen) in een vaste stof (de draad).

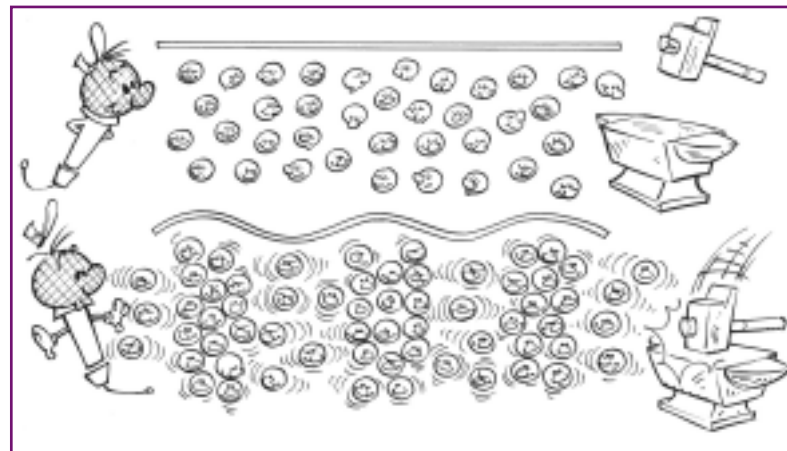




**DE VOORTPLANTING VAN GELUID** kan worden vergeleken met de bewegingen van het wateroppervlak wanneer men een steen in een stilstaand water gooit: er vormt zich onmiddellijk een golving rond de plaats waar de steen is terechtgekomen. Deze golving wordt gevolgd door een reeks andere, die samen een reeks concentrische cirkels vormen. De slag met de hamer waarvan eerder sprake is, is vergelijkbaar met het gooien van de steen.



In feite beginnen de waterdeeltjes te trillen door de impact van de steen en geven die beweging vervolgens door aan de naburige deeltjes en dat in alle richtingen. Geluid bereikt ons oor op dezelfde manier.



## MIDDEN- EN BINNENOOR

Het oor bestaat uit drie gedeelten:

- het buitenoor: oorschelp, gehoorgang en trommelvlies;
- het middenoor met de drie gehoorbeentjes en de buis van Eustachius;
- het binnenoor met het slakkenhuis, de gehoorzenuw en de drie halfcirkelvormige kanalen.

Het **slakkenhuis** bevat haarcellen, die gevoelig zijn voor trillingen.

De **gehoorbeentjes**, die een keten vormen die het geluid doorgeven, zijn:

- Hamer
- Aambeeld
- Stijgbeugel

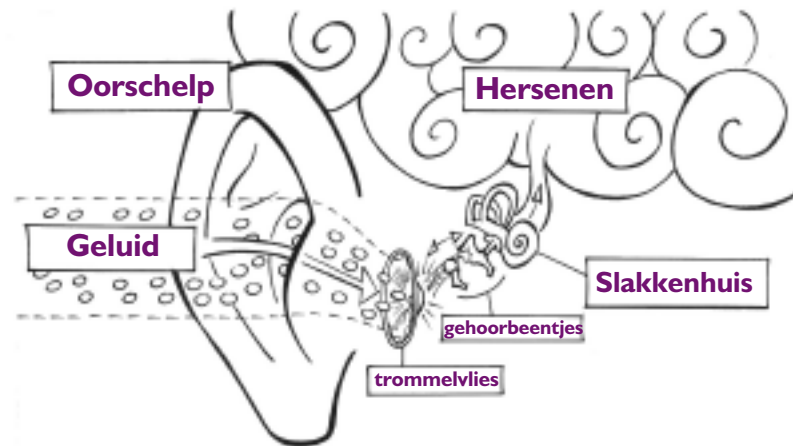
De **drie halfcirkelvormige kanalen** zijn opgesteld in de drie vlakken van de ruimte (X,Y en Z) en zorgen voor het evenwicht van het individu.



# HET GEHOOR



Zoals iedereen weet stelt **HET OOR** ons in staat om geluiden te horen. Het uitwendige gedeelte van het oor wordt de oorschelp genoemd. De oorschelp mondt uit in de gehoorgang, die een soort buis is die doorloopt tot aan het trommelvlies. Het trommelvlies is vergelijkbaar met het membraan van een luidspreker. De keten van drie gehoorbeentjes verbinden het trommelvlies met het slakkenhuis, dat trillingsgevoelige haarcellen bevat.



De trillingen van de luchtdeeltjes brengen het trommelvlies aan het trillen. Deze beweging wordt door de reeks gehoorbeentjes doorgegeven aan de haarcellen in het slakkenhuis.

Uiteindelijk zijn het de haarcellen die reageren op de trillingen voortgebracht door de verschillende geluiden en ze omzetten in zenuwprikkels. De gehoorzenuw brengt deze prikkels over naar de hersenen.

Veel factoren beïnvloeden de manier waarop wij geluiden waarnemen. Zo kan een geluid meer of minder hinderlijk zijn naargelang de **leeftijd**, de **voorgeschiedenis** en de **context**. Technomuziek wordt door sommigen als een hels en oorverdovend kabaal beschouwd, terwijl anderen, vooral jongeren, niets liever doen dan zich te laten meevoeren door de ritmes van dit type muziek. Het geluid van voetstappen in een straat is geenszins hinderlijk voor diegene die in de straat wandelt, maar kan dit wel zijn voor een omwonende die 's nacht de slaap probeert te vatten. **De verschillen tussen de geluidsbronnen** zelf beïnvloeden ook onze perceptie.

## DE AMPLITUDE

Zoals al gesteld wordt het geluid in cijfers uitgedrukt via de fysische grootte druk. Druk wordt uitgedrukt in “Pascal”, afgekort tot “Pa”.

De **amplitude** van een geluid stelt de maximale drukvariatie voor en wordt aangeduid met **p**. Het hoorbare gebied van de mens reikt van  $20 \mu\text{Pa}$  (20 miljoensten van een Pascal), dat overeenkomt met net hoorbare geluiden (de gehoordrempel), tot enkele honderden Pascal, waarbij het geluid pijnsensaties veroorzaakt (de pijndrempel).

De verhouding tussen deze twee drempels is dus meer dan 5 miljoen.



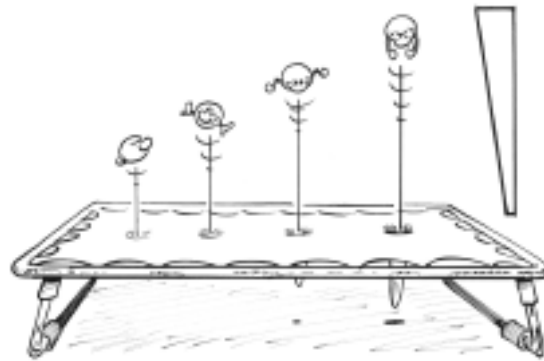
# EIGENSCHAPPEN VAN GELUID



Drie parameters kunnen verschillen van het ene geluid tot het andere: de amplitude, de frequentie en de duur.



## DE AMPLITUDE

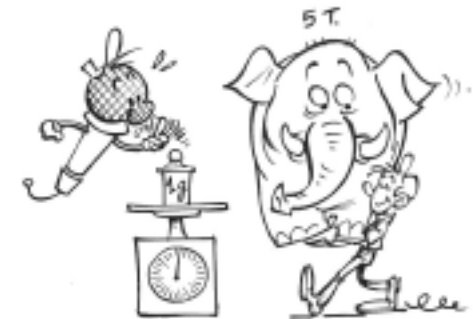


Als men de dikste snaar van een gitaar heel licht beroert, trilt ze bijna niet en hoort men een zeer zwak geluid. Als men er echter hard aan trekt en loslaat, beschrijft ze veel grotere amplitudes en het geluid klinkt veel luider.

Het verschil in volume van de verschillende geluidsbronnen kan worden verklaard door de verschillende manier waarop de luchtdeeltjes trillen. De trillingen kunnen klein of groot zijn. De grootte ervan is wat men noemt de **amplitude** van het geluid. Hoe heftiger de trillingen, des te groter de amplitude en des te sterker het volume van het geluid.

### *Waarom gebruik maken van het begrip decibel om de amplitude van een geluid aan te duiden?*

Tussen de maximale amplitude die zonder pijn voor de mens waarneembaar is (**pijndrempel**) en de kleinste amplitude die nog net hoorbaar is (**gehoordrempel**), is er dus een factor van 5 miljoen. Dit wil zeggen dat de luchtdeeltjes bij de pijndrempel 5 miljoen maal “hoger springen” dan bij de gehoordrempel. Het menselijk gehoor kan dus worden vergeleken met een balans die in staat is gewichten te wegen gaande van 1 gram tot 5 ton.



## DE DECIBEL

Zoals uitgelegd op de andere bladzijde blijkt een logaritmische schaal nuttig te zijn om er gemakkelijk verschillende geluidsamplitudes in uit te drukken en onderling te vergelijken.

Men spreekt van het **geluidsdrukniveau**, genoteerd  $L_p$ , dat men definieert als tien maal het Briggse logaritme van de verhouding tussen het kwadraat van de geluidsdruk  $p$  en het kwadraat van een referentiedruk  $p_0$ :

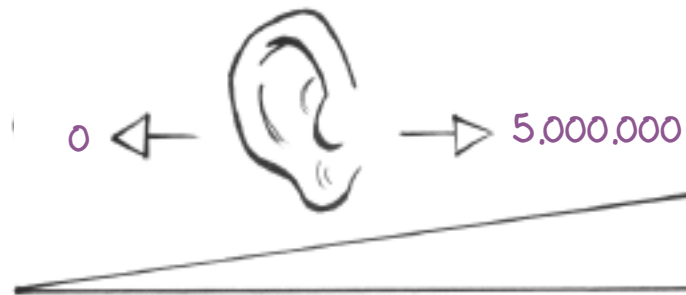
$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2}$$

Aangezien  $p$  en  $p_0$  uitgedrukt worden in Pascal (Pa), is het geluidsdrukniveau  $L_p$  een grootte zonder dimensie. Toch wordt de “eenheid” **decibel** toegevoegd, kortweg genoteerd als **dB**.





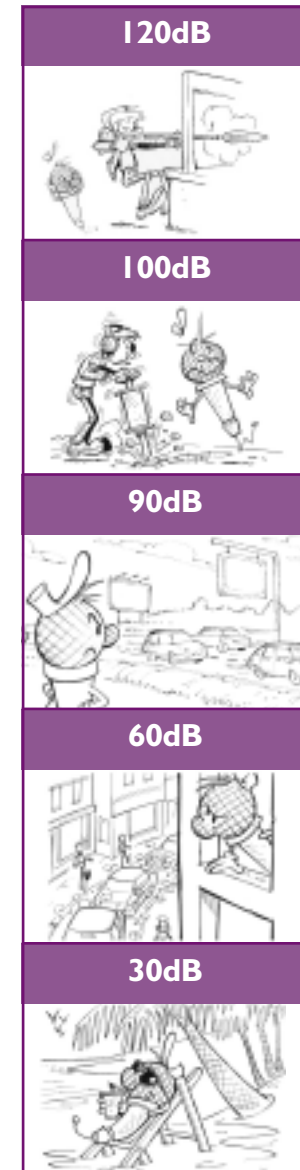
Deze aanzienlijke verschillen in grootte zijn moeilijk hanteerbaar met een gewone, lineaire meetschaal.



Om het probleem van de lineaire schaal op te lossen, gebruikt men een zogenaamde logaritmische schaal (**IN DECIBEL**), die als voordeel biedt dat zij de kleine waarden uit elkaar trekt en de grote waarden samendrukt. Een variatie van de amplitude van 0 tot 5 000 000 komt overeen met een variatie van het geluidsdruk niveau in decibel van 0 tot 134 dB.

De geluidsdruk niveaus die van belang zijn voor het menselijk gehoor gaan van 0 dB (gehoordrempel) tot 120 dB (pijndrempel).

De figuur hiernaast stelt een schaal uitgedrukt in decibel voor met enkele geluiden die in het dagelijks leven voorkomen.



## OPTELLING VAN GELUID

Een eenvoudige optelregel voor geluidsdrukniveaus laat toe om bij het hoogste geluidsdrukniveau van de beide op te tellen geluidsdrukniveaus een waarde op te tellen tussen 0 en 3 dB. Deze waarde hangt af van het verschil tussen beide op te tellen geluidsdrukniveaus.

Het hieronder afgebeelde diagram laat toe twee geluidsdrukniveaus op te tellen.

Eerst wordt het (gewone) verschil tussen de twee geluidsdrukniveaus berekend. Deze waarde wordt opgezocht op de abscisas. De bij de hoogste van de twee geluidsdrukken op te tellen waarde is de overeenkomstige ordinaatwaarde. Stel dat twee geluidsbronnen op een bepaalde plaats afzonderlijk respectievelijk 64 en 60 dB produceren. Wanneer beide geluidsbronnen gelijktijdig in werking zijn, wordt een geluidsdrukniveau van  $64 + 1,4 = 65,4$  dB waargenomen.

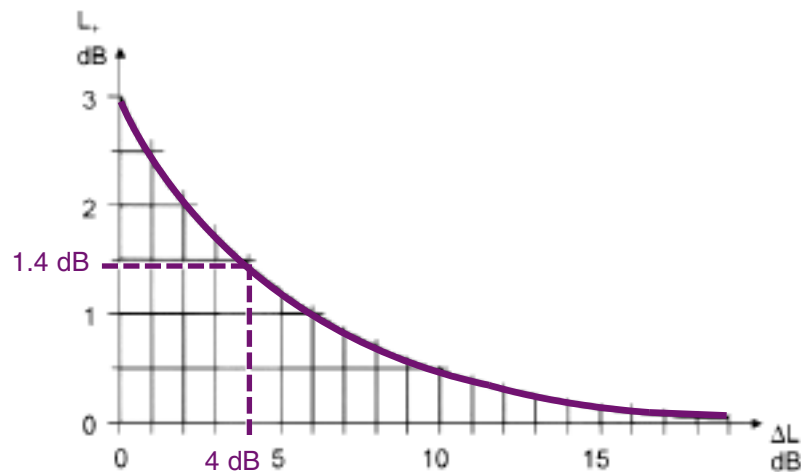


Diagram voor de optelling van twee geluidsdrukniveau

Bron: Brüel & Kjær



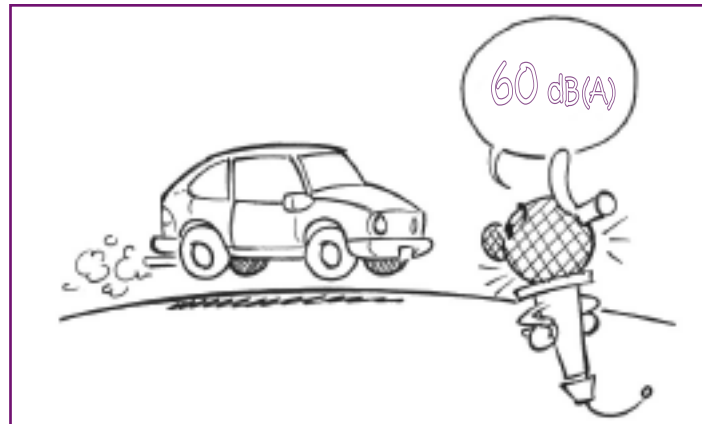
## OPTELLEN VAN TWEE GELUIDSDRUKNIVEAU

Produceren twee auto's die gelijktijdig door de straat rijden een geluidsdruk niveau dat twee maal hoger is dan het geluidsdruk niveau dat men ervaart bij de passage van één auto? Helemaal niet !

Door het logaritmische karakter van de decibelschaal kan men geluidsdruk niveaus niet zomaar optellen. Men dient rekening te houden met de speciale wetmatigheden die het invoeren van een logaritmische schaal met zich meebrengt.



Een eenvoudige vuistregel is dat **ingeval de twee auto's evenveel lawaai maken, HET TOTALE GELUIDSDRUK-NIVEAU van de passage van beide voertuigen samen slechts 3 dB hoger ligt dan bij de passage van slechts één wagen.**



*dB(A): A-gewogen decibel (zie infra)*

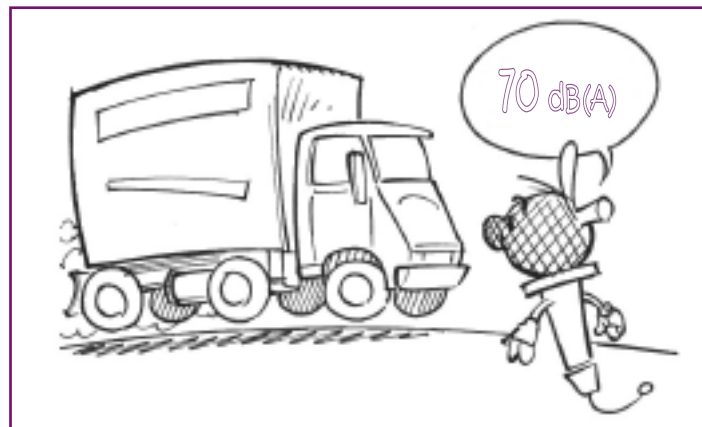




Wanneer een vrachtwagen en een auto op hetzelfde moment voorbijrijden, hoort een waarnemer langs de weg alleen het lawaai van de vrachtwagen. Het lawaai van de vrachtwagen overstemt het lawaai van de auto. Men noemt dit het “maskeren” van geluid.

Hetzelfde effect kan men waarnemen met een autoradio: deze stelt men op een hoger volume in naarmate men harder rijdt om te voorkomen dat de muziek of de spraak gemaskeerd wordt door het toenemend lawaai in de auto.

Een bron die veel zwakker is dan een andere hoort men dus niet meer. Het maskeringseffect treedt op **wanneer er een verschil is van minstens 10 dB**. Het resultaat van de optelling van de twee geluiden is in dit geval gelijk aan **het geluidsniveau van de luidste bron**.



*dB(A): A-gewogen decibel (zie infra)*

Een geluid is duidelijk herkenbaar wanneer het geluidsdrukkniveau ervan hoger ligt dan het achtergrondniveau. Een voorbeeld van een dergelijk geluid is het blaffen van een hond tijdens de nacht.

## DE FREQUENTIE

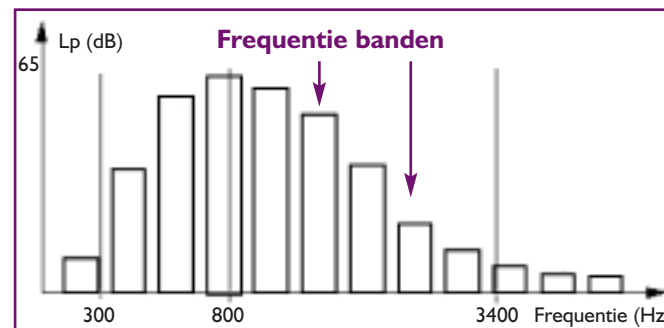
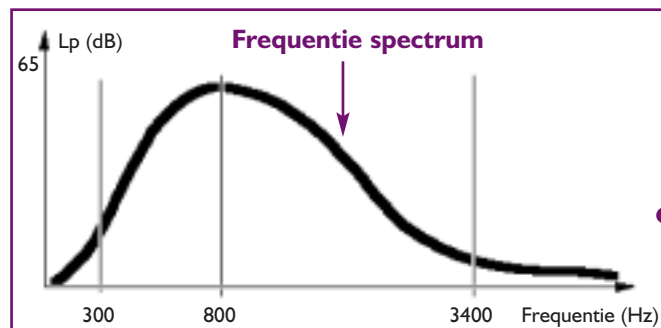
De **frequentie** is de grootheid die het tempo aangeeft waarmee de luchtmoleculen trillen. Hoe sneller ze trillen, des te hoger de frequentie.

De frequentie wordt uitgedrukt in Hertz (Hz). Een frequentie van 1 Hz staat voor één trilling per seconde.

Het menselijk gehoor is gevoelig voor geluiden met frequenties gaande van 20 Hz tot 20 000 Hz. Geluiden met een frequentie lager dan 20 Hz worden infrasonen genoemd. Ultrasonen zijn geluiden met een frequentie van meer dan 20 000 Hz. Het menselijk gehoor is extra gevoelig voor geluiden met frequentie tussen de 500 Hz en 2 000 Hz.

Zuivere tonen, d.i. geluiden met maar één frequentie, zijn zeldzaam in de natuur. Dagdagelijkse geluiden zijn doorgaans samengesteld uit meerdere tot zeer veel zuivere tonen. Deze “samengestelde” geluiden kunnen steeds worden ontbonden in de samenstellende zuivere tonen. Het frequentiespectrum - of kortweg spectrum - van een geluid geeft de geluidsdrumniveaus van de samenstellende zuivere tonen. De frequentie-as van een spectrum wordt in de praktijk meestal onderverdeeld in frequentiebanden, waarvan octaafbanden de meest bekende zijn.

Een frequentieband groepeert een aantal naburige frequenties rond één centrale middenfrequentie. Dit procédé wordt bijvoorbeeld aangewend in een equalizer van een muziekinstallatie.



*Omzetting van een frequentiespectrum in frequentiebanden*

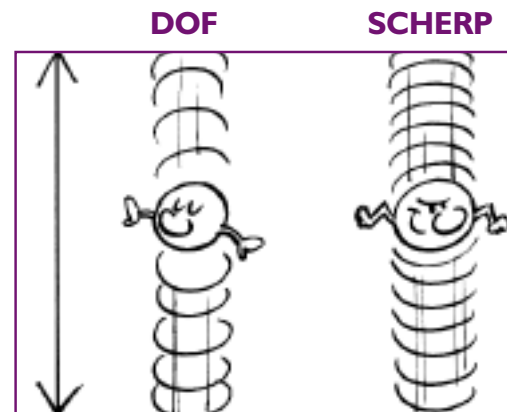
## DE FREQUENTIE

Een geluid klinkt scherp of dof, afhankelijk van de snelheid waarmee de luchtdeeltjes trillen. Als men de dikste snaar van een gitaar beroert en over zijn hele lengte laat trillen, is de beweging van de snaar relatief traag en wordt er een **dof geluid** geproduceerd. Als men daarentegen de dunste snaar laat trillen over een klein deel van haar lengte, gebeurt dit veel sneller en wordt een **scherp geluid** voortgebracht. Men kan besluiten dat een geluid als scherp wordt ervaren wanneer de luchtdeeltjes snel trillen (zoals bij de beweging van een klein stuk van een dunne snaar). Een geluid klinkt dof bij een trage beweging van de luchtdeeltjes (zoals bij de beweging van een dikke snaar over haar gehele lengte).



Een ander voorbeeld van een geluid met een hoge **FREQUENTIE** is het fluiten van een televisie die afgestemd staat op het testbeeld. Het rommelen van de donder is een voorbeeld van een geluid met een lage **FREQUENTIE**.

De frequentiegevoeligheid van het gehoor verschilt van de ene soort levend wezen tot de andere. Een vleermuis zendt geluiden uit met een zeer hoge frequentie en kan die - in tegenstelling tot de mens - ook horen. Een hond kan geluiden met een lage frequentie horen die voor de mens onhoorbaar zijn.

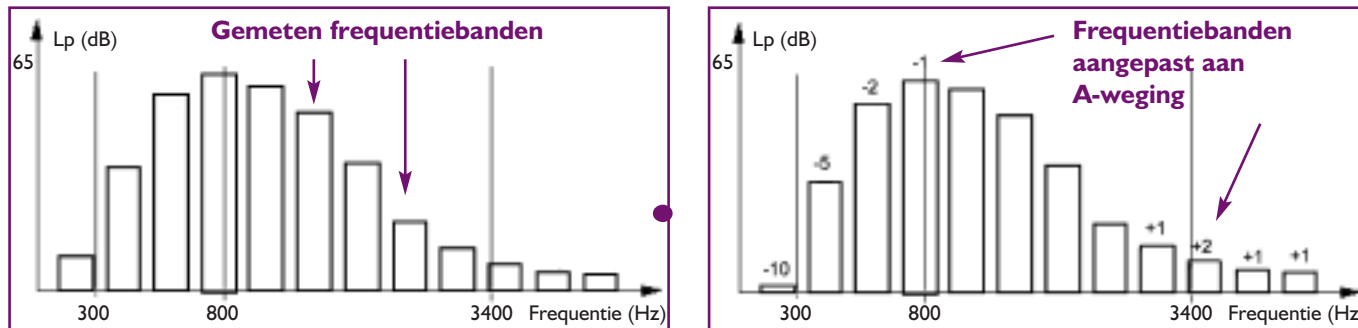


Luchtdeeltjes die snel of traag trillen

## DE FREQUENTIEWEGING A

De berekening van een geluidsdrukniveau, uitgedrukt in decibel, gebeurt in de praktijk dikwijls met toepassing van een frequentiewegingsfilter A. Er wordt bij het geluidsdrukniveau van elke band van het spectrum een correctiefactor opgeteld om een spectrum te bekomen dat aangepast is aan de frequentiegevoeligheid van het menselijk gehoor. Op die manier verkrijgt men voor elke frequentieband van het spectrum een geluidsdrukniveau uitgedrukt in decibel A (afgekort dB(A)).

Op de figuur hieronder past men de frequentieweging A toe op de frequentiebanden van de eerder vermelde equalizer. Men kan zien dat de filter voor de lage frequenties de geluidsdrukniveaus verlaagt en voor de hogere frequenties lichtjes verhoogt.



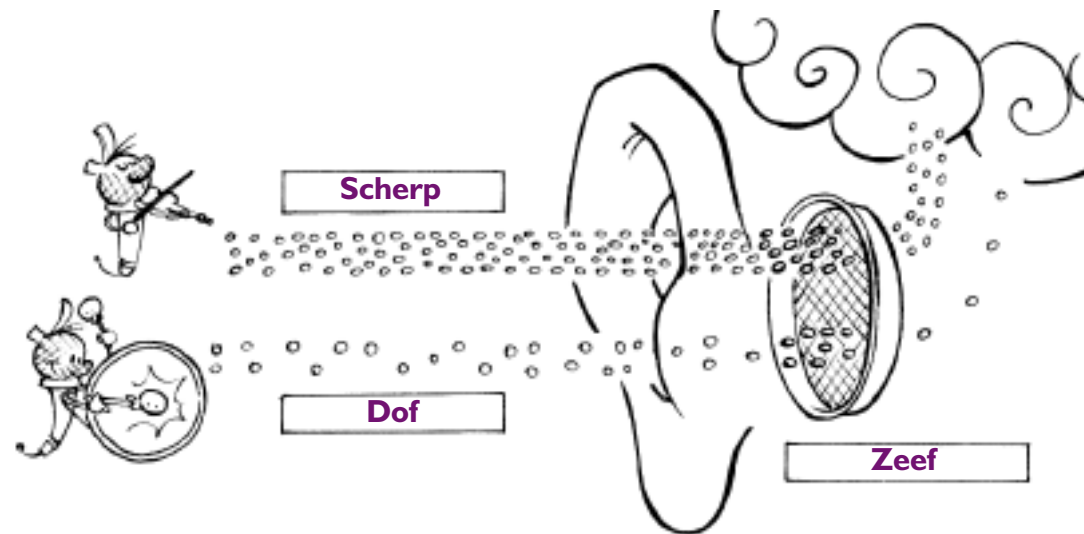
*Toepassing van de frequentieweging A op de frequentiebanden*





## FREQUENTIEGEVOELIGHEID

Bij eenzelfde geluidsniveau klinkt een scherpe toon veel luider dan een doffe toon. Het snerpnd lawaai van een slecht afgesteld brommertje is moeilijk te verdragen, terwijl het geluid van een vrachtwagenmoter met hetzelfde volume als dragelijker wordt ervaren. Dit verschil in perceptie kan worden verklaard door het feit dat het menselijk gehoor functioneert als een soort filter dat bepaalde frequenties meer doorlaat dan andere. Men kan het gehoor vergelijken met een zeef die kleine steentjes doorlaat en de grote tegenhoudt. Het gehoor laat op een vergelijkbare manier scherpe tonen gemakkelijker door dan doffe tonen.



Dit verschil in gevoeligheid moet in rekening worden gebracht bij het uitvoeren van geluidsmetingen. Hiertoe laat men het akoestisch signaal dat wordt gemeten met een sonometer (apparaat om het geluidsdrukkniveau te meten) door een frequentiefilter gaan. Op die manier krijgt men een resultaat dat een goed aansluit bij de menselijke perceptie van het gemeten geluid. Wanneer deze filter, de **FREQUENTIEWEGING “A”** genoemd, wordt gebruikt, verkrijgt men een geluidsdrukkniveau dat uitgedrukt wordt in “A-gewogen decibels”, genoteerd als dB(A).



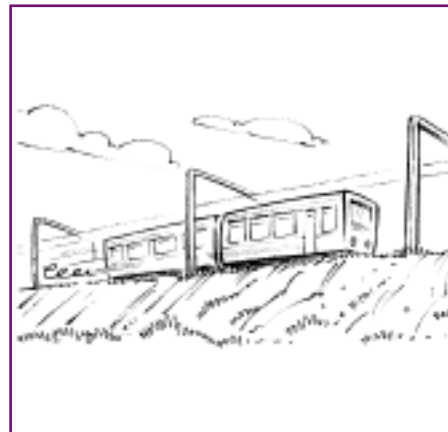
## DE DUUR VAN EEN GELUID

De laatste parameter die een geluid karakteriseert is zijn duur. In functie van de duur onderscheidt men drie types geluid.

Geluiden kunnen **continu** zijn; dit is het geval voor het geluid veroorzaakt door een waterval of een fontein. De opeenvolgende passages van treinen zijn voor een waarnemer langs de spoorlijn **intermitterende** geluiden. Het zeer kortstondige geluid van een klap, een slag of een explosie (bijvoorbeeld een gewerschot) noemt men **impulsachtig**.



Continu geluid



Intermitterend geluid



Impulsachtig geluid

## HET EQUIVALENT GELUIDSDRUKNIVEAU

Het **equivalent geluidsdruk niveau** met A-weging,  $L_{Aeq,T}$ , van een gegeven fluctuerend geluid is het geluidsdruk niveau van een stabiel geluid met dezelfde energie-inhoud als het beschouwde geluid, bepaald over dezelfde meetperiode T.

Normen (met een dwingend karakter) en richtwaarden (met een niet-dwingend karakter) voor lawaai geven meestal waarden aan voor het equivalent geluidsdruk niveau die niet mogen worden overschreden. De normen of richtwaarden kunnen variëren alnaargelang het gebied (residentieel, industrieel, stedelijk, landelijk,...) dat aan lawaai wordt blootgesteld. De waarden kunnen ook verschillen van periode tot periode en bijvoorbeeld strenger zijn gedurende de nacht of op feestdagen. In die perioden is het risico op hinder immers groter door de mogelijke verstoring van de slaap of de rust.



# OBJECTIEVE KARAKTERISATIE VAN LAWAAI



## Het equivalent geluidsdruk niveau en ervan afgeleide indices

De indicator  $L_{Aeq,T}$ , **HET EQUIVALENT GELUIDSDRUKNIVEAU**, laat toe om de dosis hinder waaraan de waarnemer gedurende een periode  $T$  (een uur, een dag, een week,...) is blootgesteld te evalueren. Er wordt rekening gehouden met de amplitude van het lawaai op elk moment van de meetperiode  $T$  door een soort gemiddelde waarde te berekenen van de geluidsdruk niveaus.

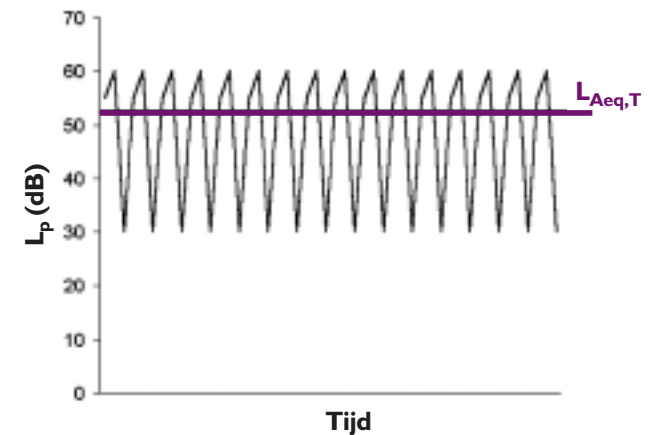
De indicator  $L_{Aeq,T}$  smeert als het ware kortstondige pieken van de amplitude uit over de gehele meetperiode. Hierbij gaat uiteraard detailinformatie over de meting verloren.

Uit wat voorafging is duidelijk dat de manier waarop een geluid wordt waargenomen niet alleen afhangt van de fysische karakteristieken van dat geluid, maar ook van de voorgeschiedenis en de leeftijd van de waarnemer en van de context.

Hoe kan men de hinder veroorzaakt door bepaalde vormen van lawaai in rekening brengen?

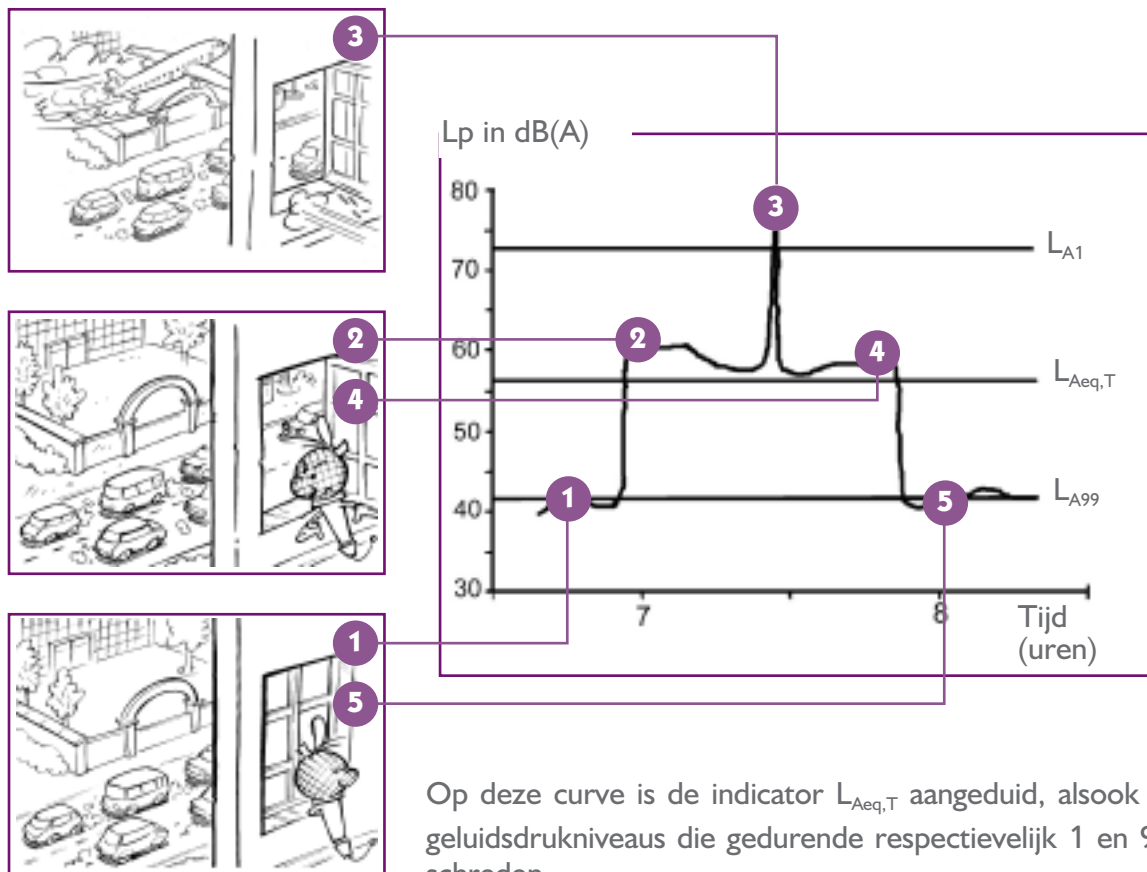
Voor het karakteriseren van de hinder, veroorzaakt door een bepaald lawaai, maakt men gebruik van indicatoren. Deze indicatoren zijn fysische grootheden die het omgevingslawaai beschrijven en die een correlatie hebben met een schadelijk effect.

Er bestaan veel indicatoren, waarvan heel wat specifiek aangepast aan een bepaald type bron. De waarden die men bekomt voor deze indicatoren laten toe de veroorzaakte hinder te vergelijken met vastgelegde normen.





De curve in de grafiek hieronder is een voorbeeld van een meting van lawaai in een kamer tussen 7 en 8 uur. De horizontale as geeft de tijd weer en de verticale het geluidsdrumniveau in dB(A).



De chronologie van de gebeurtenissen is de volgende:

- 1) Het venster is gesloten; het is stil in de kamer.
- 2) Om 7 uur opent de waarnemer het raam en hoort het lawaai van het verkeer dat de kamer binnendringt.
- 3) Om 7.30 uur vliegt een vliegtuig over. Het lawaai van het vliegtuig komt bovenop het verkeerslawaai, dat nog steeds hoorbaar is in de kamer. Het maximale geluidsdrumniveau tijdens de meetperiode wordt bereikt.
- 4) Tussen 7.30 uur en 8 uur komt er geen vliegtuig meer voorbij en is enkel nog het verkeerslawaai in de kamer hoorbaar.
- 5) Om 8 uur sluit de waarnemer het venster opnieuw en het wordt weer rustig in de kamer.

Op deze curve is de indicator  $L_{Aeq,T}$  aangeduid, alsook de parameters  $L_{A1}$  en  $L_{A99}$ .  $L_{A1}$  en  $L_{A99}$  zijn de geluidsdrumniveaus die gedurende respectievelijk 1 en 99 % van de meettijd T (hier 1 uur) zijn overschreden.

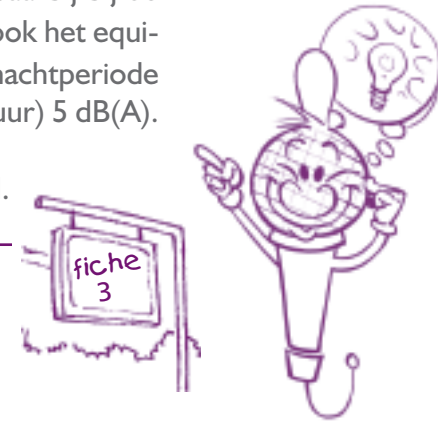
$L_{A99}^*$  is kenmerkend voor de stilste momenten van de meetperiode en dus (meestal) voor het achtergrondgeluid.

\* In bepaalde gevallen gebruikt men de indicatoren  $L_{A95}$  of  $L_{A90}$  (geluidsniveaus bereikt of overschreden gedurende respectievelijk 95 en 90 % van de meettijd T).

## DE HINDERINDICATOREN $L_{dn}$ EN $L_{den}$

De indicator  $L_{dn}$  stelt het equivalent geluidsdruk niveau voor over een gehele dag (24 uur), waarbij bij de niveaus in de nachtperiode (22 uur tot 7 uur) 10 dB(A) werd opgeteld. De indicator  $L_{den}$  stelt ook het equivalent geluidsdruk niveau voor over een gehele dag, waarbij echter bij de niveaus in de nachtperiode (22 uur tot 7 uur) 10 dB(A) werd opgeteld en bij de niveaus in de avondperiode (7 uur tot 22 uur) 5 dB(A).

Hierbij dient opgemerkt dat de geciteerde tijdsperioden kunnen verschillen van land tot land.







$L_{A1}^*$  is kenmerkend voor het geluidsdrukniveau tijdens de meest lawaaielige momenten van de meting. Deze worden dikwijls bepaald door de kortstondige en impulsachtige geluiden.  $L_{A1}$  en  $L_{A99}$  geven bijkomende informatie en vullen de parameter  $L_{Aeq,T}$  aan.

Signaleren wij tenslotte ook nog het bestaan van twee andere indicatoren: de parameter  $L_{Amax}$ , die overeenkomt met het geluidsniveau dat net niet overschreden wordt tijdens de meting en  $L_{Amin}$ , de parameter die het hoogste geluidsniveau aangeeft dat net wel gedurende de gehele meting wordt overschreden.



Er bestaan ook **INDICATOREN** die toelaten de globale **HINDER** te beschrijven, die in de loop van een dag wordt ondervonden.

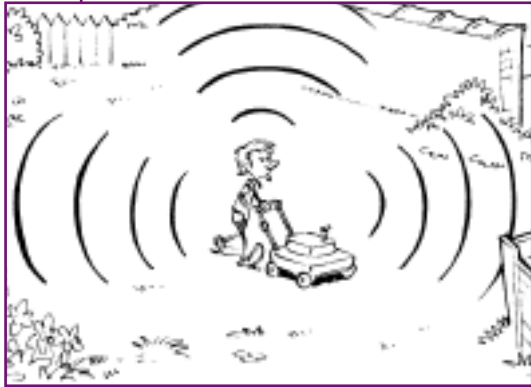
\* In bepaalde gevallen gebruikt men de indicatoren  $L_{A5}$  of  $L_{A10}$  (geluidsniveaus bereikt of overschreden gedurende respectievelijk 5 en 10 % van de meettijd T).

## DE AFNAME VAN HET GELUIDSDRUKNIVEAU MET DE AFSTAND

De afname van het geluidsdrukkniveau met de afstand is afhankelijk van het type van de bron.

### Puntbron

Als de afmetingen van de bron klein zijn in vergelijking met de afstand tussen bron en waarnemer, lijkt het voor de waarnemer alsof alle energie van de bron wordt uitgestraald vanuit één punt. Men spreekt in een dergelijk geval van een **puntbron**. Bij een puntbron in de nabijheid van de grond, plant de energie zich voort in halfbolvormige golffronten, waarbij de puntbron zich in het centrum bevindt. Het geluidsdrukkniveau  $L_p$  neemt af met 6 dB per verdubbeling van de afstand tussen bron en waarnemer. Indien het geluidsdrukkniveau van een grasmaaier op 10 m afstand 70 dB(A) bedraagt, bedraagt het geluidsdrukkniveau op 20 m afstand nog 64 dB(A). Om het geluidsdrukkniveau te laten afnemen tot 46 dB(A), moet de waarnemer zich verwijderen tot van 160 m van de bron. Hierbij dient aangestipt dat deze regel enkel rekening houdt met het afstandseffect. Andere factoren die de voortplanting van het geluid in de praktijk beïnvloeden, zoals de aanwezigheid van obstakels, absorptie door de bodem enz., worden hiermee niet in rekening gebracht.

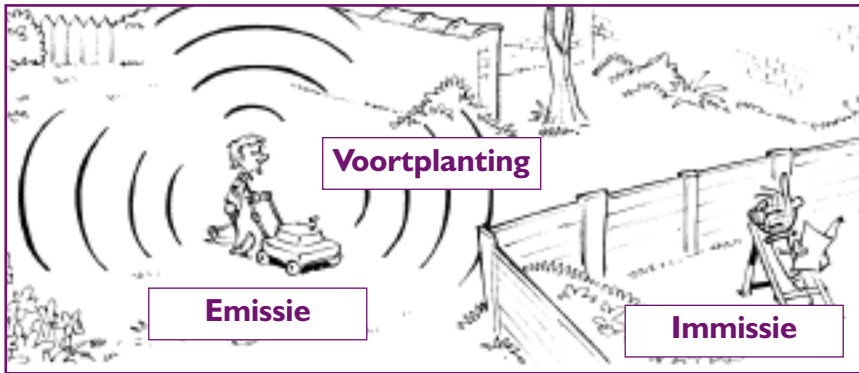


### Lijnbron

Verkeer op een drukke weg kan vanuit akoestisch oogpunt worden beschouwd als een verzameling bewegende puntbronnen. Door de aanwezigheid van al deze puntbronnen samen kan een stuk weg bij voldoende druk verkeer beschouwd worden als een **lijnbron**: het stuk weg straalt dan geen halfbolvormige maar cilindrische golffronten uit. Het geluidsdrukkniveau neemt in het geval van een lijnbron slechts af met 3 dB(A) per afstandsverdubbeling. Indien op 10 m van (de as van) een drukke verkeersweg een geluidsdrukkniveau van 70 dB(A) wordt waargenomen, dan bedraagt dit op 20 m nog 67 dB(A). Op 160 m van de weg bedraagt het geluidsdrukkniveau nog 58 dB(A). Om een afname tot dit niveau te bereiken dient men zich in het geval van de vermelde puntbron slechts te verwijderen tot 40 m van de bron.



# FACTOREN DIE HET GELUID VERSTERKEN OF VERZWAKKEN

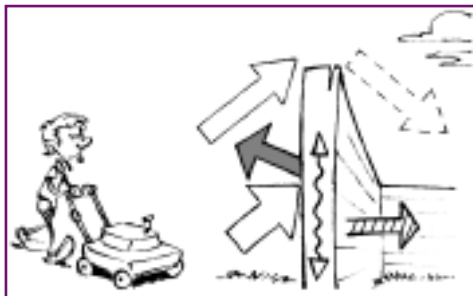


Bij een geluidsbron kunnen drie zones worden onderscheiden: de emissiezone, de transmissiezone en de immissiezone.

- ♪ De emissiezone is de plaats waar het geluid wordt uitgezonden, d.i. de plaats waar de bron zich bevindt.
- ♪ De immissiezone is de plaats waar het geluid wordt waargenomen, dus waar de persoon zich bevindt die potentieel hinder kan ondervinden van het geluid.
- ♪ De transmissiezone bevindt zich tussen de twee eerder genoemde zones.



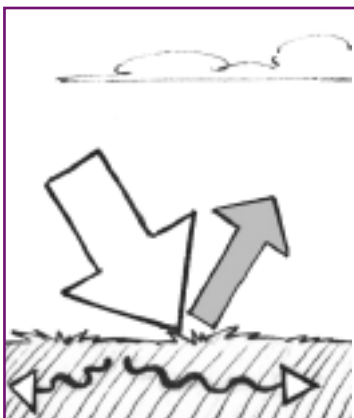
De beïnvloedende factor die het meest voor de hand ligt is de hierboven besproken **AFSTANDSVERZWAKKING**. Het ligt voor de hand dat, hoe verder de waarnemer verwijderd is van een grasmaaier, des te minder hij blootgesteld wordt aan lawaai. De **afstand** tussen bron en ontvanger is dus een eerste en belangrijkste factor die het geluid verzwakt.



De aanwezigheid van **obstakels** tussen de bron en de ontvanger is een tweede factor. Indien er zich een muur bevindt tussen de twee tuinen zal er door de waarnemer minder lawaai worden waargenomen. De gebruiker van de grasmachine zal het lawaai van zijn machine echter sterker waarnemen. De muur stuurt een deel van de geluidsenergie die erop invalt immers terug (reflectie van geluid, aangeduid met grijze pijl). De muur absorbeert verder een gedeelte van het geluid (absorptie, gegolfde pijl) en laat ook een deel van de geluidsenergie door (transmissie, gearceerde pijl). Tenslotte gaat ook een gedeelte over de muur: de natuurkunde leert dat als de golflengte van een golf (bijvoorbeeld geluid) niet veel kleiner is dan een obstakel, deze golf gedeeltelijk “rond het obstakel heen kan lopen”. Dit verschijnsel noemt men diffractie (gestippelde pijl).





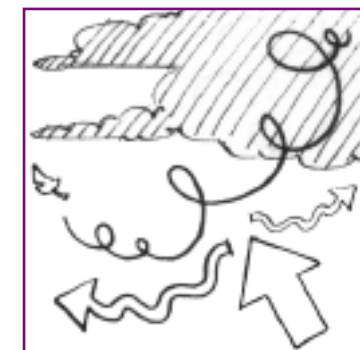


Een andere “natuurlijke” factor die het geluid verzwakt is **de bodem**. Een gedeelte van de geluidsenergie geproduceerd door de grasmaaier komt op de grond terecht. De bodem absorbeert een gedeelte van de energie en stuurt de rest door naar de buur. Een bodem bedekt met beton absorbeert minder dan een met gras begroeide bodem.

Het is belangrijk op te merken dat - in tegenstelling tot wat algemeen wordt aangenomen - vegetatie (rijen bomen of hagen) geluid niet efficiënt absorbeert.

Absorptie treedt niet alleen op wanneer geluidsgolven invallen op de bodem of op muren: ook **de lucht** absorbeert een deel van de geluidsenergie. Deze absorptie wordt belangrijker naarmate men zich verwijderd van de grasmaaier.

Tenslotte spelen ook de **meteorologische omstandigheden** (wind, temperatuur) een rol bij de verzwakking (of versterking) van geluid. Deze effecten spelen vooral op grotere afstanden (minstens een honderdtal meter). Er kunnen verschillen optreden van meer dan 20 dB, afhankelijk van de weersomstandigheden. Het feit dat men een snelweg beter hoort wanneer de wind waait van de snelweg naar de ontvanger is een voorbeeld van de invloed van de meteorologische omstandigheden op de voortplanting van het geluid. Wanneer de waarnemer zich aan de andere zijde van de snelweg bevindt, wordt het geluid er aanzienlijk verzwakt.



Men merkt op dat ook het **reliëf** van het terrein een rol kan spelen en het geluid kan verzwakken.

## REFERENTIES

### ALGEMENE REFERENTIES

Brüel & Kjær, *Bruit de l'environnement*, 2000.

Brüel & Kjær, *Basic concepts of sound*, 1998.

Ciattoni J.-P., Les classiques santé, *Le bruit*, éditions Privat, mai 1997.

Echo bruit, *Le bruit aujourd'hui*, hors série, édité par le Centre d'Information et de Documentation sur le Bruit (CIDB), février 1992.

Victor N°17, *Le bruit des autres*, édité par "Le Soir", avril 2002.

Vif/l'express, *Dans l'enfer du bruit*, pp. 30-44, 14 décembre 1990.

### STUDIREFERENTIES

1. European community household panel, Eurostat, *Consumers in europe - Facts and figures*, data 1996-2000, 2001.

