

4.2 Hinderbeleving en gezondheidseffecten

Algemeen

De individuele beleving van geluid speelt een belangrijke rol of het als hinder wordt ervaren. Naast geluidsstrekte zijn elementen als attitude en geluidsgevoeligheid heel belangrijk.

Ongewenste geluiden in de woonomgeving kunnen bij de bewoners tot gevoelens van irritatie, wreveld, afkeer, boosheid en ergernis leiden. Dit wordt geluidhinder genoemd. Of een geluid daadwerkelijk tot hinder leidt verschilt van persoon tot persoon en van situatie tot situatie. Wat voor de één een uitermate prettig geluid is, kan voor de ander een bron van hevige irritatie zijn.

Geluidhinder kan tot gezondheidseffecten bij de betrokkene leiden vanwege de stressreacties en slaapverstoring. Reacties op geluid zijn gedeeltelijk ook afhankelijk van de karakteristieken van het geluid (bijvoorbeeld intensiteit, frequentie, duur en betekenis). Daarnaast spelen zogenaamde niet-akoestische aspecten een belangrijke rol, zoals context, de wijze waarop men over de bron en de geluidsproducent denkt (attitude), verwerkingsgedrag (coping stijl), angst, de kwaliteit van de informatievoorziening over de geluidsbron en de geluidsgevoeligheid. In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat hinderbeleving beïnvloedt wordt door de volgende factoren:

Akoestische factoren

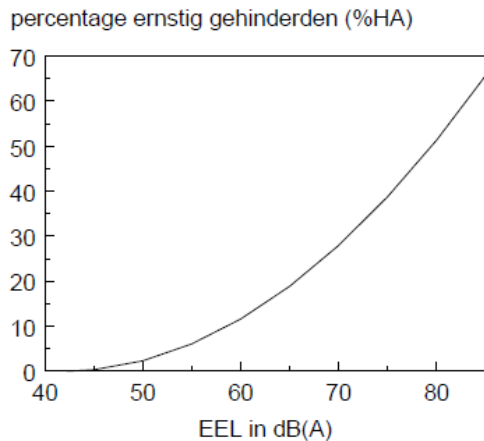
1. de hoogte van het geluidsniveau
2. frequentie van optreden van de geluidsniveaus
 - hoe vaker het geluid per jaar optreedt hoe eerder het hinderlijk wordt ervaren
3. tijdstip op de dag waarop ze optreden (dag, avond, nacht)
 - overdag is men vaak aan het werk
 - de nachtrust is uiterst belangrijk
4. de duur van de maximale geluidsniveaus
 - hoe langer het geluidniveau aanhoudt hoe hinderlijker het wordt ervaren
5. maskerend effect van het overige geluid in de omgeving
 - als het geluid wegvalt ten opzichte van het omgevingsgeluid wordt het minder snel als hinderlijk ervaren
6. karakter van het geluid (impulsachtig, herkenbaarheid, tonaal, muziek)

Niet-akoestische factoren

Geluidhinder ontstaat in veel gevallen door zogenaamde niet-akoestische factoren. Communicatie is hierbij een zeer belangrijke factor. Men is in veel gevallen onbekend met het geluid of is niet op de hoogte waar het geluid vandaan komt en hoe lang het geluid aanwezig is. Op het moment dat een melder aan de veroorzaker aangeeft dat er overlast is, heeft de overlast bij de melder al een drempel bereikt terwijl de veroorzaker zich van geen geluidhinder bewust is. Vervolgens geeft een actie een reactie en is het vaak moeilijk communiceren. De melder is inmiddels gefocust op het geluid en gaat zich er meer en meer aan storen. Niet akoestische factoren zijn:

7. het zich kunnen onttrekken aan de geluidsbron (vermijdbaarheid, rustige plek opzoeken)
8. voorspelbaarheid van het geluid (hinderbeleving is lager als het geluid valt te voorspellen qua tijdstip, karakter en duur, hierdoor kan men zich erop instellen)
9. algemene houding ten opzichte van de geluidsbron (hoe iemand denkt over het sociale en economische belang van de geluidsbron)
10. de mate waarin het geluid beheerst kan worden door de initiatiefnemer en de gemeente (naarmate er meer mogelijkheden zijn om wat aan het geluid te doen wordt er minder geaccepteerd)

In diverse onderzoeken is nagegaan wat het verband is tussen de hoogte van het geluidsniveau van bedrijfsgeluiden in dB(A) en de hinderbeleving. Zie hiervoor de onderstaande figuur.



Figuur 1 Percentage ernstig gehinderden in relatie met de hoogte van de geluidsbelasting (bron: Gezondheidsraad Omgevingslawaaï beoordelen 1997 pag. 33). de EEL staat voor 'environmental exposure level', geassocieerd met de hinder die, op lange termijn, veroorzaakt wordt door dagelijkse blootstelling aan omgevingsgeluid

De jaargemiddelde waarde blijkt maatgevend voor de hinderbeleving (dosis-effect relatie, tot maximaal 90 dagen). Zoals hierboven weergegeven spelen veel sociaal-psychologische factoren in op de hinderbeleving. Het is daarom niet mogelijk om uitsluitend op basis van de fysische samenstelling van het geluid (in bijvoorbeeld dB) een voorspelling te doen over de hindereffecten, maar een andere objectieve maat is niet voorhanden.

Vanuit de achtergronden voor hinderbeleving kan in zijn algemeenheid gesteld worden dat:

- een jaargemiddelde geluidsbelasting L_{den} van 50 dB acceptabel wordt geacht.
- geluidshinder met een jaargemiddelde geluidsbelasting L_{den} in een range van 55 tot en met 65 dB kan acceptabel zijn, afhankelijk van de situatie.

De dosismaat L_{den} en staat voor 'Level day-evening-night'. Voor de bepaling van L_{den} wordt een etmaal in drie periodes verdeeld:

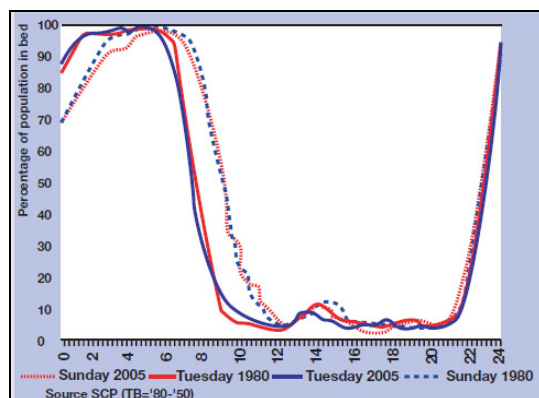
- dagperiode 07.00-19.00 uur
- avondperiode 19.00-23.00 uur
- nachtperiode 23.00-07.00 uur

Een bepaald geluidsniveau in de avond en de nacht wordt door het verminderen van geluiden uit de omgeving als hinderlijker ervaren dan het geluid van overdag. Daarom wordt het niveau dat voor de avond wordt bepaald verhoogd met een 'straffactor' van 5 dB en het nachtniveau met een factor van 10 dB. L_{den} is het gemiddelde van de dag-, avond- en nachtwaarde, waarbij gebruik wordt gemaakt van een 'energetische' middeling. Dit betekent dat de duur van elke periode wordt meegewogen.

Slaaptijden

De slaaptijden van mensen lopen nogal sterk uiteen. Naar schatting slaapt ongeveer 15 procent van de volwassenen al vóór 23 uur 's avonds en 50 procent nog na 7 uur 's morgens.

De gemiddelde slaaptijd ligt tussen de 7 en 8 uur. Gedurende het weekend en op werkdagen is er vaak wel een verschil in slaaptijd. Op vrijdag en zaterdagavond gaan mensen over het algemeen wat later naar bed en staan 's ochtends ook wat later op dan op een werkdag.



Figuur 2 Gemiddelde slaaptijd

Extra hinderlijke geluiden

Uit onderzoek is gebleken dat bepaalde soorten ongewenste geluiden extra hinderlijk zijn. Hieronder valt ook muziekgeluid. Ook laagfrequent geluid wordt als hinderlijk ervaren. Dit is geluid met frequenties tussen de 20-125 Hz, waardoor het zich sterk van gewoon hoorbaar geluid onderscheidt. Bepaald soort muziek met extra basgeluiden wordt daardoor als extra hinderlijk ervaren. Om de extra hinderlijkheid getalsmatig tot uitdrukking te brengen is in de Handleiding meten en rekenen industrielawaai bepaald dat een toeslag van 10 dB(A) in rekening moet worden gebracht voor muziekgeluid. Ongewenste muziek wordt dus zwaarder beoordeeld dan omgevingseigen en geaccepteerde geluiden.

Effecten van muziekgeluid

In de praktijk kan muziekgeluid op een niveau tussen de 20-25 dB(A) nog waargenomen worden in een verder stille omgeving. Beneden de 20 dB(A) zijn geluidsniveaus niet meer te meten omdat de geluidsniveaumeters een fysieke ondergrens hebben van circa 20 dB(A).

Het normale geluidsniveau in een woning varieert. Dit is afhankelijk van het omgevingsgeluid als gevolg van verkeer en bedrijvigheid en van de activiteiten in de woning. Het normale geluidsniveau in veel woningen varieert overdag van 25 tot 35 dB(A). In de avond- en nachtperiode is het achtergrondniveau circa 5 à 10 dB lager. Tijdens het tv-kijken of het draaien van achtergrondmuziek ligt het geluidsniveau op circa 50 dB(A). Tijdens een normale conversatie ligt het geluidsniveau op circa 55 dB(A). Vanaf een binnenniveau vanwege de muziek van 50 dB(A) of meer

Etmaalperiode	Tijdstip	Gemiddelde achtergrondniveau in de woning
Dagperiode	07.00u. – 19.00u.	35 dB(A)
Avondperiode	19.00u. - 23.00u.	30 dB(A)
Nachtperiode	23.00u. - 07.00u.	25 dB(A)

Bij een stijging van het achtergrondniveau in de woning van 0-5 dB(A) begint al enige hinder op te treden. Bij een stijging van > 20 dB(A) wordt zeer ernstige hinder ondervonden. Een toename van 25 dB(A) tot 40 dB(A) binnen is goed hoorbaar en zal leiden tot het ondervinden van hinder c.q. het toenemen van hinder. Indien het geluidsniveau binnen stijgt boven de 40 a 45 dB(A) zal dat tot gevolg hebben dat de bewoners van die woning daardoor 'luider' moeten gaan spreken om verstaanbaar te zijn. Vanaf een niveau van 50 dB(A) of meer is er sprake van ernstige geluidsoverlast.

In de onderstaande tabel zijn de geluidsniveau's en de effecten op een rijtje gezet. Hierbij zijn de binnenwaarden omgerekend naar een geluidsniveau op de gevel waarbij uitgegaan is van een woningisolatie van 20 dB(A). De wat nieuwere woningen hebben over het algemeen een beter isolatie (tot circa 25 dB(A)).

Geluidsniveaus van muziek in de woning	Effect	Omrekening naar geluidsniveau op de gevel bij een geluidsisolatie van 20 dB(A) met de ramen dicht
< 20 dB(A)	Niet meetbaar	40 dB(A)
20-25 dB(A)	is licht hoorbaar	40-45 dB(A)
30-35 dB(A)	Wordt hinderlijk in de avond- en nachtperiode	50-55 dB(A)
40 dB(A)	Begin van ernstige slaapverstoring	60 dB(A)
40 dB(A)	Wordt overdag hinderlijk niveau wordt storend t.o.v. het TV geluid	60 dB(A)
42 dB(A)	Kun je wakker worden van geluidspieken	62 dB(A)
45 dB(A)	TV is niet meer goed te volgen	65 dB(A)
50 dB(A)	Achtergrondmuziek in de woonkamer wordt overstemd TV is ook door hard te zetten niet meer goed te volgen. Er begint ernstige hinder op te treden	70 dB(A)
> 50 dB(A)	Mensen hebben zeer ernstige hinder c.q. overlast Meeste mensen willen dit maar een paar keer per jaar accepteren	> 70 dB(A)

Tabel 1: Effecten van geluidsniveaus

Mensen die extra gevoelig voor geluid zijn beginnen de muziek al hinderlijk te vinden zodra het hoorbaar is ten opzichte van het achtergrondniveau. Geluidsniveaus in de woning vanaf 50 dB(A) bepalen nadrukkelijk het akoestische klimaat in de verblijfsruimten en beïnvloeden rustige activiteiten.

Over het algemeen zijn mensen nog wel bereid om een geluidsniveau van 70 dB(A) als tijdelijk ongemak te accepteren. Als het maar niet te vaak in een jaar optreedt en het 's avonds om 23.00 uur maar ophoudt omdat men op een gegeven moment wil slapen. In het weekend wil men een wat latere tijd nog wel accepteren omdat men de volgende dag niet hoeft te werken en men kan uitslapen.

Bij hogere geluidsniveaus van 80 tot 90 dB(A) voor de gevel wordt het muziekgeluidsniveau in de kamers grenzend aan de belaste gevel zo hoog (rond de 65 dB(A)) dat men daar echt overlast van ondervindt. Men is eigenlijk gedwongen een andere ruimte in de woning op te zoeken aan de geluidsluwe zijde waar het rustiger is. Aan de geluidsluwe zijde van de woning liggen de geluidsniveaus als regel 10 tot 15 dB(A) lager. In kamers die aan deze geluidsluwe zijde van de woning liggen, bedragen de geluidsniveaus binnen ca. 50 dB(A). Vanwege het min of meer gedwongen karakter hiervan ervaart men dit niet als prettig. Een aantal mensen zal overigens besluiten tijdens een dergelijk muziekevenement elders bezigheden te gaan zoeken.

Langdurige aan stress gerelateerde gezondheidseffecten (zoals hart- en vaatziekten) van geluid zijn aangetoond voor relatief hoge structurele geluidsniveaus in de woon- en de werkomgeving: vanaf een L_{Aeq} waarde van 70 dB(A) tussen 06.00 en 22.00 uur (*Bron: Geluid en gezondheid, Gezondheidsraad 1994*).

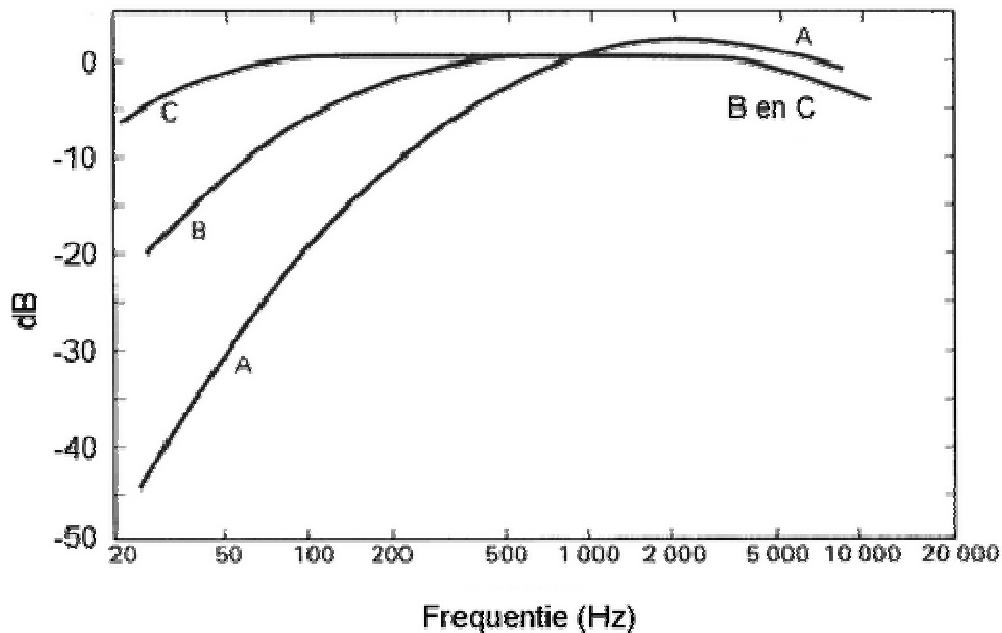
Gevoeligheid voor hoge en lage tonen

Ons gehoor is minder gevoelig bij lage en heel hoge frequenties. Verder worden tonen met een heel hoge geluidsdruk minder hard waargenomen. Dit komt onder andere door een spiertje in het oor dat reflexmatig de gevoeligheid van het oor aanpast als er harde geluiden optreden. Daarom is er in het verleden een schaal ontwikkeld waarin het effect van de frequentie op onze waarneming is uitgezet: de Phonschaal. De phon is de eenheid van waargenomen luidheid van geluid in de vorm van een zuivere toon. Per definitie is 1 phon gelijk aan 1 decibel bij een frequentie van 1 kHz. De Fletcher-Munson curves brengen het verband in beeld tussen een decibel geluidsdruk en de luidheid in phon.

Het feit is dat de mens lagere tonen (onder de 500 Hz) minder goed kan horen dan hogere. Dit betekent dat bij het optellen van de geluidsniveaus in de verschillende octaafbanden de lagere tonen (< 500 Hz) minder zwaar moeten meetellen dan de midden en hogere tonen. De geluidsniveaus in de octaafbanden worden overeenkomstig de gevoeligheid van het menselijk oor gecorrigeerd c.q. verlaagd. Op deze wijze verkrijgt men de ééngetals-waarde uitgedrukt in dB(A). Bij 1000 Hz wordt geen correctie uitgevoerd, de weging is daar 0 dB. Bij 10 Hz bedraagt de weging -70 dB. Dat betekent dat een mens een toon van 10 Hz veel zachter hoort dan een toon van 1000 Hz met dezelfde fysische geluidsterkte, namelijk 70 dB zachter. Mensen zijn dan ook 'doof' voor zulke lage tonen. Eigenlijk bedoelen we daarmee dat het menselijk gehoor niet meer in staat is dermate lage frequenties te horen.

Doordat het oor niet voor alle frequenties even gevoelig is, is het gewone lineair gemeten geluiddrukkniveau geen goede maat voor de ondervonden hinder van een bepaald geluid. Een veel betere hindermaat wordt verkregen indien het meetinstrument waarmee wordt gemeten niet alle frequenties even sterk meetelt. Dit wordt bereikt door het instrument te voorzien van een filter dat qua vorm de karakteristiek van ons gehoorzintuig benadert. De met ingeschakeld filter gemeten niveaus worden gewogen niveaus genoemd. Er is op het signaal een frequentieafhankelijke weging toegepast.

Er zijn vier genormeerde filters voor de weging van geluid beschikbaar die als A-, B- en C-filter worden aangeduid. Niveaus met deze filters gemeten geeft men aan met dB(A), dB(B) en dB(C). De onderstaande figuur geeft het verloop van deze filters weer.



Figuur 3: Verloop van de A, B en C filters per frequentie (wegingsfactor per octaafband)

Het A-filter sluit zo goed mogelijk aan bij de 40 foon isofoon en is geschikt voor niveaus onder de 55 dB. Het B-filter is geschikt voor ongewogen niveaus tussen 55 dB en 85 dB en sluit aan bij de 70 foon lijn terwijl het C-filter geschikt is voor niveaus daarboven en zo goed mogelijk overeenkomt met de 100 foon lijn.

Hoewel er voor verschillende niveaus dus verschillende filters moeten worden gebruikt, wordt in de praktijk met uitzondering van luchtverkeerslawaaimetingen, vrijwel altijd weging met het A-filter toegepast. Gebleken is namelijk dat juist dit filter over een groot gebied van niveaus een goede hindermaat dan wel de basis daarvoor oplevert. Het B-filter wordt nooit gebruikt. Het C-filter wordt gebruikt voor zeer hoge niveaus.

Voor ongewogen niveaus is de dB de correcte eenheid. Deze worden echter ook wel aangeduid als het lineaire niveau dB_{lin} . Op moderne meetapparatuur wordt ook wel de term Z-weging of Z-filter (van Zero) voor een ongewogen meting gebezigd.

Gehoorschade

Als de oren veel hard geluid te verduren krijgen dan heeft dit vaak eerst een tijdelijk gehoorverlies, oorsuizingen of het horen van pieptonen tot gevolg. Van incidentele blootstellingen kan het oor zich in principe redelijk herstellen. Wanneer de blootstelling aan lawaai echter voortduurt en de oren niet de noodzakelijke herstelperiode krijgen, ontstaat blijvend gehoorverlies. Dat gebeurt over het algemeen heel geleidelijk en ongemerkt, maar eenmaal opgelopen schade is niet meer te herstellen.

Een veilige grens voor een langdurige blootstelling is 80 dB(A). Als iemand gedurende enkele jaren, 5 dagen per week en 8 uur per dag aan dit niveau is blootgesteld is er geen schade.

Boven de 80 dB(A) neemt het risico op gehoorschade toe. Iedere verhoging van 3 dB(A) betekent een verdubbeling van de intensiteit van het geluid. De tijd dat mensen er verantwoord aan blootstaan, halveert. Een verschil van 3 dB(A) is nauwelijks hoorbaar. Een verdubbelde geluidssterkte ervaren mensen pas als het geluid 10 dB(A) harder klinkt. Schadelijk geluid wordt dus vaak onderschat. De ARBO-wetgeving geeft de volgende verplichtingen:

- Bij een geluidsniveau van méér dan 80dB(A) per dag moeten werknemers kunnen beschikken over (individuele aangemeten) gehoorbeschermers.
- Bij lawaai boven de 85dB(A) moeten werknemers verplicht gehoorbeschermers dragen. De plaatsen waar het geluidsniveau boven de 85dB(A) komt moeten duidelijk herkenbaar gemaakt worden.
- De dagelijkse blootstelling mag nooit hoger zijn dan 87dB(A), inclusief de dempende werking van een individuele gehoorbeschermer. Komt het lawaainiveau toch boven deze 87dB(A) uit dan moeten maatregelen getroffen worden om het lawaainiveau te verminderen.

De effecten zijn in de onderstaande tabel samengevat.

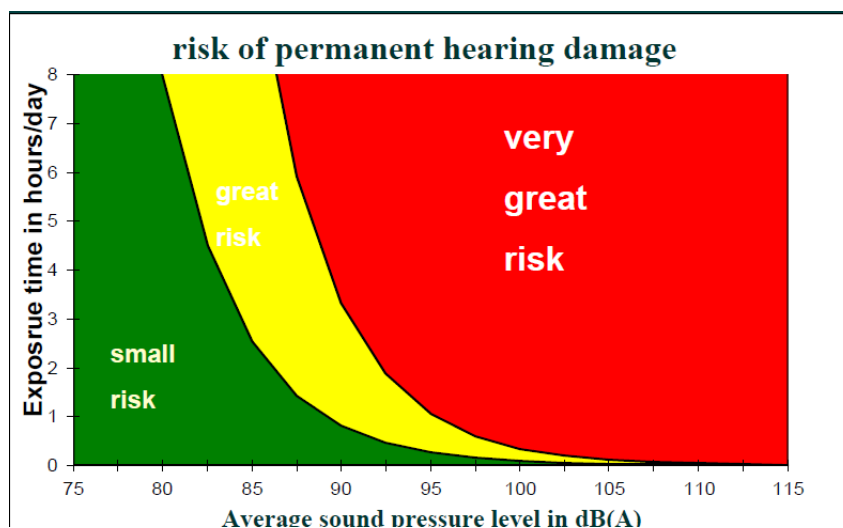
	blootstellingsduur	Geluidsniveau
Geen gehoorschade, veilig	8 uur	< 80 dB(A)
Geen gehoorschade, veilig	1 uur	< 89 dB(A)
Maximale ARBO-norm	8 uur	87 dB(A)
Kans op gehoorschade (bij regelmatige blootstelling zonder tussentijdse hersteltijd)	4 uur	90 dB(A)
	2 uur	93 dB(A)
	1 uur	96 dB(A)
	0,5 uur	99 dB(A)
	5 minuten	107 dB(A)
Gehoorschade	pieken	> 140 dB(C)
Pijngrens (=afhankelijk van de persoon)	pieken	120-140 dB(A)

Wanneer deze tolerantiegrens van 87 dB(A) wordt overschreden, heeft het oor extra tijd nodig om te herstellen. Als je een lange tijd een hard geluid aan je oren hebt gehad, worden ze minder gevoelig voor hoge tonen. Na een tijd hertelt zich dat wel weer, afhankelijk van de sterkte van het geluid, de duur en de rustperiode. Stel dat je 36 uur lang bloot staat aan geluid van 100 decibel, dan heb je 36 uur nodig om te herstellen.

In het begin van een popconcert ervaar je het geluid harder dan na verloop van tijd. Dit komt omdat je oren wennen aan het geluidsniveau. Al het gehoor vermoeid raakt door hoge volumes ga je minder horen. Enkele uren na het verlaten van een popconcert ga je langzaam weer meer horen en verdwijnt de "verdooving". Alcohol heeft invloed op het zenuwstelsel en daarmee ook op je gehoorzenuwen. Het maakt je oren minder gevoelig voor hoge tonen. Ga je die dan als compensatie harder zetten, dan krijg je nog eerder gehoorschade omdat de trilhaartjes het dan nog harder te verduren hebben. De zenuw herstelt zich weer als de alcohol is afgebroken, de kapotte trilhaartjes niet.

Bij een popconcert op de Grote Markt waarbij er op de omliggende gevels een geluidsbelasting van 85 dB(A) wordt toegelaten heersen er op een afstand van een geluidsbox globaal de volgende geluidsniveaus:

- 2 meter: 115 dB(A)
- 5 meter: 108 dB(A)
- 10 meter: 102 dB(A)
- 50 meter: 88 dB(A)
- 75 meter: 84 dB(A)



Figuur 4: Kans op gehoorschade