

# Geluid

Opgesteld door:  
Ep Marinus  
Jos Putman  
Guus Hoorenman  
Bas Sorgdrager

5 mei 2008

# Inhoudsopgave

<b>1. Beschrijving van risicofactor</b> .....	3
1.1 Beschrijving risico's .....	3
1.2 Omvang problematiek .....	5
<b>2. Relevante werksituaties</b> .....	6
2.1 Relevante branches .....	6
2.2 Relevante beroepen .....	7
<b>3. Inventarisatie en evaluatie</b> .....	7
3.1 Risico inventarisatie .....	7
3.2 Blootstellingsmeting .....	7
3.3 Effectmeting .....	9
<b>4. Wetgeving</b> .....	10
4.1 Arbowet .....	10
4.2 Arbobesluit .....	10
4.3 Arboregelingen .....	10
4.4 Overige nationale wetgeving .....	11
4.5 Europese wetgeving .....	11
<b>5. Beleid</b> .....	11
5.1 Arboconvenanten .....	11
5.2 CAO afspraken .....	11
5.3 Brancheafspraken .....	12
5.4 Standarisatie en normalisatie .....	12
5.5 Certificering .....	14
<b>6. Beheersmaatregelen</b> .....	14
6.1 Arbeidshygiënische strategie .....	14
6.2 Bronmaatregelen .....	19
6.3 Organisatorische maatregelen .....	20
6.4 Technische maatregelen .....	20
6.5 Persoonlijke beschermingsmiddelen .....	20
<b>7 Medisch onderzoek en kwetsbare groepen</b> .....	25
7.1 Medisch onderzoek .....	25
7.2 Kwetsbare groepen .....	28
<b>8. Werkgeversverplichtingen</b> .....	28
<b>9. Werknemersverplichtingen</b> .....	28
<b>10. Werknemersrechten</b> .....	28
10.1 Rechten individuele werknemer .....	28
10.2 Rechten medezeggenschapsorgaan .....	29
<b>11. Praktijkverhalen</b> .....	29
<b>12. Referenties</b> .....	29
<b>13. Referentie auteur</b> .....	30
<b>14. Peer Review</b> .....	30

# 1. Beschrijving van risicofactor

## 1.1 Beschrijving risico's

Onze oren zijn bijzondere en gevoelige zintuigen. Ons gehoor stelt ons in staat om geluid waar te nemen. Geluid is een belangrijk fenomeen in het dagelijkse leven. Een groot deel van onze communicatie is afhankelijk van geluid. Veel informatie bereikt ons via het medium geluid. Behalve nuttig en aangenaam kan geluid ook ongewenst zijn: we spreken dan over lawaai. Nagenoeg iedereen staat wel eens bloot aan geluiden die schadelijk kunnen zijn voor ons gehoororgaan. Denk maar aan een overvliegende straaljager, of het boren van een gaatje in beton. Maar ook luisteren naar muziek op een hoog volume kan ons gehoor beschadigen. Gelukkig is ons gehoororgaan in staat om zich van kortdurende blootstelling te herstellen. In de arbeidssituatie zijn twee soorten lawaai te onderscheiden: schadelijk en hinderlijk geluid.

### Verschil hinderlijk en schadelijk geluid

Schadelijk geluid is het niveau van het geluid boven 80 dB (A). Gemiddeld betekent een blootstelling vanaf 80 dB (A) gedurende 8 uur per dag vijf dagen per week bij 40 dienstjaren dat er schade kan ontstaan. Omdat de decibel een logaritmische maat is geldt dat bij een geluidsniveau van 83 dB(A) men maximaal 4 uur mag bloot mag staan, bij 86 dB(A) 2 uur, enzovoort. Dat betekent een verdubbeling van het geluid (3 dB) een halvering van de expositietijd.

In [ISO 1999](#) kan worden berekend welke percentage van de medewerkers gehoorverliezen hebben na veertig jaar blootstelling in relatie met de geluidbelasting. Gehoorschade door lawaai start meestal in het frequentiegebied tussen 3000 en 6000 Hz, daar liggen de meest gevoelige zenuwcellen. De effecten van te veel geluid kunnen zowel lawaaislechthorendheid zijn als een akoestisch trauma (bij schietlawaai en vuurwerk). Hinderlijk geluid kan zowel boven als onder de 80 dB(A) liggen. Klachten over hinderlijk geluid kunnen zeer divers zijn: hoge geluidsniveaus, slechte spraakverstaanbaarheid, onvoldoende privacy, concentratieverlies, eentonigheid, schrikreacties. In de volgende paragrafen beperken we ons tot schadelijk geluid.

### Geluidvermogeniveau

Het geluidsvermogen,  $L_w$ , wordt vaak opgegeven van machines om aan te geven wat de totale geluidsenergie is die per seconde wordt afgestraald. Ook hier wordt een decibel schaal gebruikt ten opzichte van een referentie vermogen. Het referentieniveau van geluidsvermogen is 1 picowatt (pW) =  $1 \times 10^{-12}$  Watt. Één Watt afgestraald geluidsvermogen wordt aangeduid met "Lw=120 dB re 1 picowatt". Als het geluidvermogen wordt opgegeven met de A-weging, dan wordt de notatie in dB(A) gegeven. Het is dus van belang bij een opgave van een geluidsniveau van een machine een onderscheid te maken tussen geluidvermogeniveau en geluiddrukkniveau.

### Infrageluid

Onder infrageluid verstaan we geluid met de frequentie van 1 tot en met 20 Hz. Het ligt onder het gebied (16 Hz) dat we met het menselijk oor kunnen waarnemen. Toch is dit niet helemaal waar. Als het geluidsniveau voldoende hoog is, zijn zelfs die geluiden waarneembaar. Niet zo zeer hoorbaar maar waarneembaar.

Infrageluid komt voornamelijk voor bij grote industrieën, zoals hoogovens, betonindustrie, maar ook in discotheken. Over het algemeen is er geen relatie gevonden tussen infrageluid en gehoorschade. Wel is er sprake van hinder en extra-auditieve invloeden, zoals misselijkheid en hoofdpijn. In het dossier geluidhinder zal verder ingegaan worden op infrageluid.

### Ultrageluid

Ultrasonische trillingen zijn mechanische trillingen met frequenties boven het gebied dat door het menselijk gehoor kan worden waargenomen. Als ondergrens wordt meestal 16 kHz aangenomen en de maximale grens reikt zelf tot boven de 1000 MHz. Toepassing van ultrasonische trillingen zijn te onderscheiden in onder andere de geneeskunde en in de industrie.

Zowel de frequentie als de intensiteit verschilt per toepassing. Zo zullen de hogere frequenties met een lage intensiteit voornamelijk voor medische toepassingen gebruikt worden en de lagere frequenties met een hogere intensiteit voornamelijk in de industrie. De voor industrieel gebruik meest toegepaste frequenties liggen tussen 20 en 60 kHz, met een intensiteit tot  $10^5$  W/cm<sup>2</sup>.

### **Schietlawaai/ vuurwerknallen (akoestisch trauma)**

Bij zeer hoge geluidsniveaus kan mechanische schade aan het gehoororgaan optreden (knaltrauma). Bijvoorbeeld bij een explosie kan het (kortdurend) optredende piekniveau zo hoog (vanaf 185 dB lineair, piek), dat een gezond trommelvlies scheurt en/of de structuur van het binnenoer verwoest wordt. Bij ontstoken oren kan dat al vanaf een niveau van 170 dB piek.

Zulke hoge niveaus zullen zich in het algemeen niet voordoen op de werkvloer. Een grote groep medewerkers die wel met de hoge piekniveaus te maken hebben zijn de medewerkers die schieten.

Bij het schieten komen piekniveaus voor van boven de 140 dB en zelf tot 180 dB.

Bij onbeschermd oren bestaat dus het gevaar van direct verwoesting van het trommelvlies, of de gehoorbeentjes.

Maar ook bij onvoldoende bescherming tegen deze hoge niveaus is permanente gehoorschade mogelijk. Bij personen die aan bijvoorbeeld schietlawaai hebben blootgestaan zie je in het audiogram een kleine verschuiving van het verlies in de frequenties. Waar bij industrielawaai het verlies rond de 4000 Hz begint, zie je bij schietlawaai het verlies rond de 6000 Hz. In de volgende figuur is een voorbeeld gegeven van een audiogram bij blootstelling aan schietlawaai. De kleine "dip" bij 4000 Hz wordt veroorzaakt door het overige lawaai waaraan men meestal blootstaat. Vaak zal in de loop van de tijd beide verliezen samen voegen en ontstaat er een groot verlies over een groot. Zie ook "[Grenswaarden voor de knallen van vuurwerk ter voorkoming van gehoorverliezen](#)" van dr. J. Vos.

### **Lawaaislechthorendheid**

Beroepslechthorendheid of -gehoorbeschadiging (occupational hearing loss) is een ruimer begrip dan lawaaislechthorendheid (noise induced hearing loss). Lawaai op de werkplek is wel de belangrijkste oorzaak van beroepslechthorendheid. Ook andere factoren kunnen echter een rol spelen, eventueel in combinatie met lawaai. Deze factoren zijn onder andere chemische stoffen (ook medicijnen), trillingen en hitte. Beroepslechthorendheid is een klassieke beroepsziekte die nog steeds frequent voorkomt. Gehoorschade door lawaai start meestal in het frequentiegebied tussen 3000 en 6000 Hz, daar is het gehoor het meest gevoelig voor schade. Om te spreken van lawaaislechthorendheid moet men rekening houden met de presbycusis (ouderdomslechthorendheid). Het gehoor laat een fysiologische verslechtering zien bij het stijgen van de leeftijd. Slechthorendheid ontwikkelt zich sluipend. [Tinnitus](#) (oorsuizen) kan in elk stadium van lawaaislechthorendheid voorkomen (Hagberg 2005).

Uit laboratoriumonderzoek blijkt dat mensen met gehoorschade door blootstelling aan lawaai spraak in achtergrondgeluid minder goed verstaan als het gehoorverlies in het toondrempel-audiogram groter is dan 10 dB, gemiddeld over twee oren en bij 2 en 4 kHz (Smootenburg, 1992). Hetzelfde resultaat is gevonden in epidemiologisch onderzoek (Passchier-Vermeer & Rövekamp, 1987). Kortom, bij 10 dB gehoorverlies bij 2.000 en 4.000 Hz beginnen de moeilijkheden in het spraakverstaan. Dit kan aangeduid worden met de term slechthorendheid. Het valt op dat het gehoorverlies sterker is aan het linker oor (Schriemer & Verbeek 2007). Bij 30 dB verlies tussen deze frequenties is het spraakverstaan zo verminderd, dat er sprake is van een sociale handicap. Deze grens van meer dan 30 dB bij 1000, 2000 of 4000 Hz wordt internationaal beschouwd als gehoorschade bij beroepslechthorendheid (Dobie 2001). De zorgverzekeraar vergoedt hoortoestellen als gemiddeld bij deze frequenties het gehoorverlies 35 dB of meer is.

Conclusie: Lawaaislechthorendheid is gehoorverlies rond 4000 Hz waarbij is gecorrigeerd voor leeftijd (Dobie 2001; B)

Niveau van bewijs: 2

Een bijzondere vorm van lawaaislechthorendheid is de zogenaamde acoustic shock bij medewerkers van een call centre die werken met een headset. **Acoustic shocks** worden gedefinieerd als 'tijdelijke of permanente verstoringen van het functioneren van het oor (de oren) of het zenuwstelsel van een persoon, door een plotselinge, scherpe toename van akoestische druk (door harde fluit-, piep- of andersoortige tonen), tijdens het gebruik van een headset.'

Blootstelling aan harde en scherpe geluiden is bijzonder schadelijk voor het gehoor: door overstimulering van de hoorzenuw treden op korte termijn hoorsuizingen op die in een later stadium kunnen evolueren tot algemeen gehoorverlies doordat de haarcellen in het binnenoer worden aangetast.

### **Extra auditieve invloeden**

Er is veel geschreven over de extra auditieve invloeden van gehoorbeschadigend geluid. De meningen zijn niet altijd eenduidig. Het zijn zowel korte termijn effecten als lange termijn effecten.

De korte termijn effecten zijn onder andere:

- schrik-effecten
- toename van de hartfrequentie
- spierspanning
- duizeligheid
- hoofdpijn
- slaapstoornissen (na lawaai-blootstelling)
- ongevallen
- verstoring van auditieve en visuele perceptie

De lange termijn effecten zijn onder andere:

- hoge bloeddruk
- oogafwijking (nystagmografische afwijkingen)
- chronische stressverschijnselen
- apathie depressie

Er zijn echter grote individuele verschillen, leeftijd speelt hierbij een belangrijke rol. Ouderen vertonen een sterkere reactie.

(o.a. F. van Dijk 1984, H. Veldman 1992)

## **1.2 Omvang problematiek**

### **Voorkomen van slechthorendheid**

Slechthorendheid is een over het algemeen een chronische aandoening met een aanzienlijke ziektelast (Hoeymans et al, 2005). De bijdrage aan slechthorendheid door lawaai op het werk is berekend tussen 12.6-22.4% (Nelson et al. 2005). Deze Amerikaanse gegevens extrapolerend naar de Nederlandse situatie levert de verwachting op dat in de beroepsleeftijd van 20-65 jaar ongeveer 30.000 mensen slechthorend zijn door hun werk.

Ongeveer 7% van de Europese werknemers denken dat ze gehoorschade oplopen door hun werk. Bijna 30% van de Europese werknemers staat meer dan een kwart van de werktijd bloot aan schadelijke geluidniveaus. In Nederland staan ongeveer 900.000 mensen bloot aan overmatig geluid tijdens het uitoefenen van hun beroep. Gehoorschade als gevolg daarvan is één van de meest gemelde beroepsziekten. Beroepsslechthorendheid staat al decennia lang onder de aandacht. Maatregelen om werknemers te beschermen tegen schadelijk geluid zijn blijkbaar niet voldoende geweest. Wellicht door het ontbreken van een samenhangende aanpak is er nog geen dalende trend te zien van het aantal nieuwe gevallen.

### **Sectoren**

Sectoren waar hoge geluidniveaus worden gemeten zijn bouwnijverheid, transport, overheid (defensie, politie), industrie, muziek en agrarische sector. Sectoren waar Nederlandse gegevens over geluidniveaus nog niet goed bekend zijn, maar waar uit waarnemingen en internationale literatuur wel degelijk risico's blijken, zijn kinderdagverblijven en de recreatiesector zoals overdekte zwembaden. Risicogroepen voor slechthorendheid zijn de machinegebonden beroepen, werkenden die blootstaan aan verkeerslawaai (autoweg, vliegveld), militairen, politie en beroepen in de muziekbranche en horeca. Extra aandacht vraagt de groep werkenden met een gecombineerd blootstellingsrisico voor gehoorschade. Blootstelling aan ototoxische stoffen zoals sommige oplosmiddelen en medicamenten versterkt de effecten van blootstelling aan lawaai.

### **Meldingen centrum beroepsziekten**

In de volgende tabel is het aantal meldingen in 2006 en het eerste half jaar van 2007 weergegeven. Hierin is te zien dat lawaaislechthorendheid als tweede staat.

[Lawaaislechthorendheid](#) staat al jaren hoog in de top voor wat betreft het aantal meldingen.

**Top 10 van gemelde beroepsziekten aan het NCvB tot 1 juli 2007 (N= 1289) en in dezelfde periode in 2006 (N= 1507) (exl. de meldingen Arbouw)**

Aandoening	Aantal meldingen in 2006	%	Aantal meldingen in 2007	%
Overige aanpassingsstoornissen, surmenage	299	20	288	22
Lawaaislechthorendheid	253	17	192	15
Repetitive strain injury -RSI- van schouder bovenarm	170	11	124	10
Burnout	107	7	88	7
Epicondylitis lateralis	107	7	75	6
Repetitive strain injury -RSI- van pols en hand	49	3	34	3
Repetitive strain injury -RSI- van elleboog-onderarm	44	3	28	2
Contactdermatitis	43	3	45	3
Posttraumatische stress-stoornis	36	2	25	2
Overige reacties op ernstige stress	32	2	31	2

## 2. Relevante werksituaties

### 2.1 Relevante branches

Nagenoeg in alle branches is er mogelijk sprake van schadelijk lawaai. [Hier](#) is een overzicht te zien van de branches waar lawaai voorkomt. Volgens de arbobalans zijn er duidelijke behoeften aan het reduceren van lawaai in de volgende branches:

Bouwnijverheid

Industrie

Landbouw en Visserij

Vervoer en communicatie

(de belangrijkste branches) Zie ook [hier](#).

Het percentage bedrijven waar schadelijk geluid een risico is naar sector:

sector	%bedrijven
Landbouw, visserij en delfstoffenwinning	50%
Industrie en nutsbedrijven	56%
Bouwnijverheid	78%
Reparatie en handel	14%
Horeca	11%
Vervoer, opslag en communicatie	16%
Financiële instellingen	5%
Zakelijke dienstverlening	10%
Openbaar bestuur	48%
Onderwijs	9%
Gezondheidszorg	8%
Overige dienstverlening	12%
Totaal	23%

## 2.2 Relevante beroepen

In [www.beroepsrisico.nl](http://www.beroepsrisico.nl) is een overzicht te zien van de belangrijkste functies waar lawaai voorkomt. Ook hier geldt dat Bouwnijverheid, Industrie, Landbouw & Visserij en Vervoer & communicatie belangrijke branches zijn met werknemers die aan lawaai blootstaan. Verder komen er branches voor waar nog weinig aandacht is voor de lawaai-belasting van de medewerkers, zoals bij de kinderdagverblijven, zwembaden etc.

## 3. Inventarisatie en evaluatie

### 3.1 Risico inventarisatie

De Arboret artikel 5 geeft werkgevers de verplichting een risico-inventarisatie en –evaluatie uit te voeren. In dit document moeten de risico's van een bedrijf worden beschreven en moet worden aangegeven hoe hoog de risico's zijn. Voor geluid geldt een extra inventarisatie verplichting. In het Arboret afdeling 3 artikel 6.6 tot en met 6.11 staat beschreven, hoe invulling kan worden gegeven aan de extra inventarisatie verplichtingen.

### 3.2 Blootstellingsmeting

Op plaatsen waar werknemers verblijven, moet het geluidsniveau worden beoordeeld en zonodig gemeten. Er zijn verschillende redenen om geluidsmetingen te verrichten. Als voorbeeld:

- Om te bepalen of het geluidsniveau schadelijk is voor het gehoor
- Om een basis te hebben voor de uitvoering van lawaai-bestrijdingmaatregelen, zoals bijvoorbeeld ook het aanbevelen van effectieve gehoorbescherming.
- Om het geluid van een bepaalde machine te bepalen als vergelijking met de opgegeven waarde van de fabrikant

#### Vaststellen lawaai-belasting

In het kader van de risico-inventarisatie en –evaluatie is vooral het vaststellen van het lawaai op de arbeidsplaats van belang. Hiervoor geldt tot nu toe het meten en beoordelen van lawaai op de arbeidsplaats zoals verwoord in NEN 3418. Omdat in 2006 Nederland de Europese regelgeving heeft overgenomen, zal de NEN 3418 aangepast moeten worden. De eerste aanpassingen zijn echter stopgezet, omdat men ook in Europa bezig is met een Europese regelgeving voor het bepalen van de dagdosis. **Acoustics – Determination of occupational noise exposure – engineering method** ISO DIS 9612 2007 / 2008 zal de nieuwe norm worden om lawaai op de arbeidsplaats vast te stellen. ([www.nen.nl](http://www.nen.nl))

**Opmerking 16: in layout kenbaar maken wil norm hieronder aangehouden wordt.**

#### Drie methoden om de dagdosis te bepalen.

1. werkzaamhedeninventarisatie en metingen per werkzaamheid
2. meting random samples van werkzaamheden
3. metingen gedurende meerdere hele werkdagen

#### Werkzaamhedeninventarisatie en metingen per werkzaamheid

Hierbij geldt:

- Taakanalyse
- Observaties
- Metingen gedurende werkzaamheden
- Inzicht in werkprocessen
- Lijkt op “oude” NEN 3418
- Op basis van werkzaamheden en tijd per werkzaamheid berekening van de dagdosis
- Minimaal 5 minuten per taak meten
- Minimaal 3 metingen per taak
- Afwijkingen niet groter dan 3 dB(A)

#### Meting random samples van werkzaamheden

Hier is van toepassing:

- Functie is een verzameling van taken
- Werkzaamhedenanalyse
- Groep samenstellen met zelfde werkzaamheden
- Afhankelijk van groepsgrootte minimale meettijden:  
Bijvoorbeeld:
- Groep < 5 personen meettijd 5 uur
- Groep tussen de 5 en 15 personen meettijd 5 uur + (aantal personen – 5) \* 0,5 uur Dus bij 10 personen betekent dit 5 uur + (10-5) \* 0,5 = 7,5 uur
- Groep tussen de 15 en 40 personen 10 uur + (aantal personen -15) \* 0,25 uur Dus bij 30 personen 10 uur (30-15) \* 0,25 = 14 uur
- Groep groepen van meer dan 40 personen 17 uur, of groep gaan splitsen
- 'Random' metingen minimaal 10 van een ½ uur
- Afwijkingen niet groter dan 6 dB(A)

### Metingen gedurende meerdere hele werkdagen

Uitgangspunt hierbij is

- Representatieve dagen, minimaal 3 dagen
- Homogene groep bij afwijkingen > 5 dB(A) nog 2 dagen extra meten
- Aanbevolen: bewaakte dosimetrie
- Interviews
- Tussentijdse momentane metingen

Er is een bijlage die de beoordeling van de meetonzekerheden bepaald.

Afhankelijk van de omstandigheden geeft de norm aanwijzingen van de meest geschikte methode. In alle gevallen is de start een werkzaamhedeninventarisatie.

### Overzicht meetstrategie per werkzaamheid / taak

Soort werk	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3
Vaste werkplek, eenvoudige taak	√*		
Vaste werkplek, complexe en/of meerdere taken	√*	√	√
Mobiele werker, voorspelbaar werk en weinig taken	√*	√	√
Mobiele werker met groot aantal en / of complexe taken	√	√	√*
Mobiele werker met onvoorspelbare activiteiten		√	√*
Mobiele werker of werker met vaste werkplek, maar met veelzijdige taken en onvoorspelbare tijden van de taken		√*	√
Mobiele werker of werker met vaste werkplek, geen vaste taken, alleen objectief vast te stellen		√*	√

√ = kan

√\* = aanbevolen



### **Meetonauwkeurigheden**

De belangrijkste bronnen van onzekerheid zijn:

- Variatie in werkzaamheden en omstandigheden
- Instrumentatie en kalibratie
- Microfoonpositie
- Bijdrage van de wind, het tikken tegen de microfoon, etc.
- Onvolkomenheden in de werkzaamhedenanalyse
- Bijdrage door afwijkend gedrag van de onderzochte personen

Metingen vinden plaats op oorhoogte.

### **Meetapparatuur**

De meetapparatuur moet voldoen aan de eisen uit NEN-EN-IEC 61672-1: 2003, zowel een 1 als 2 klasse mag worden toegepast, waarbij de voorkeur uitgaat naar een klasse 1 instrument zeker bij sterk fluctuerende geluiden en pieken.

Een geluidsdosimeter moet voldoen aan NEN-EN-IEC 61252: 1995/A1:2001.

Verder stelt de regelgeving dat het geluidsniveau achter de gedragen gehoorbescherming de grens van 87dB(A) niet mag worden overschreden. Dat betekent dat men zicht moet hebben niet alleen op het geluidsniveau maar ook op de demping van de gehoorbescherming.

Dat kan betekenen dat men ook inzicht moet hebben in het frequentiespectrum van het geluid om dit af te kunnen stemmen met de juiste gehoorbescherming.

Voor de berekening van de effectieve demping zijn verschillende methoden zoals de oktaafbandmethode, de HML-methode en de HML-check-methode. Deze methodieken worden verder bij paragraaf 6.4 Persoonlijke beschermingsmiddelen besproken.

### **Ultrasone trillingen**

Voor het meten van ultrasone trillingen in lucht zijn de gebruikelijke typen geluidsmeters -dB(A) meters- ongeschikt. Wel kan men er uiteraard de bijkomende trillingen in het hoorbare gebied mee meten, maar men moet zich daarbij wel realiseren dat de bovengrens voor de meter bv. 16 kHz is. Hoorbare trillingen boven deze frequentie worden dus niet gemeten maar kunnen wel schade aanrichten. Voor het meten van ultrasone trillingen moet de apparatuur aangepast worden. Er is apparatuur op de (commerciële) markt die ultrasone trillingen tussen de 20 en de 50 kHz kan meten. Om de trillingen te meten moet men beschikken over speciale microfoons (1/4" of 1/8" met een speciale frequentie karakteristiek. Gemeten moet worden in tertsbanden met een lineaire frequentie respons. Veel gebruikte meetmethode is het opnemen van de ultrasone trillingen en het later analyseren in het laboratorium.

Trillingen boven 20 kHz in vaste stoffen en vloeistoffen kunnen alleen met laboratorium apparatuur worden gemeten.

## **3.3 Effectmeting**

### **Preventief Medisch Onderzoek**

Al vele jaren is wettelijk bepaald dat werkenden die blootstaan aan lawaai boven de 80dB(A) een onderzoek van de gehoorfunctie krijgen aangeboden. Er is echter nog weinig bekend over de effectiviteit van deze vorm van preventief medisch onderzoek. Als de effectiviteit wordt gedefinieerd als een reductie van het aantal nieuwe gevallen van beroepslethorendheid, is het resultaat nog teleurstellend. Doordat met de audiometrie de aandacht wordt toegespitst op de schadelijke gevolgen van lawaai zal de bewustwording hiervan toenemen, en mag men een prikkel tot gedragsverandering verwachten bij zowel werknemers als werkgevers.

Een andere vorm van screening kan via de 'nationale hoortest', zie [www.oorcheck.nl](http://www.oorcheck.nl) of [www.hoortest.nl](http://www.hoortest.nl). Hierbij test men het vermogen woorden te horen in achtergrondruis.

Zie verder hoofdstuk 7 in dit dossier.

## 4. Wetgeving

### Wetgeving geluid

Zie ook [www.wetten.overheid.nl](http://www.wetten.overheid.nl).

### 4.1 Arbowet

Geluid wordt behandeld in Artikel 5 Inventarisatie en evaluatie risico's, voor de integrale tekst zie [www.wetten.overheid.nl](http://www.wetten.overheid.nl)

Voor meer algemene informatie over dit onderwerp klik [hier](#).

### 4.2 Arbobesluit

#### Hoofdstuk 6. Fysische factoren

Afdeling 3 Lawaai

#### Artikel 6.6 Definities

Hierin komen aan bod: piekgeluidsdruk ( $P_{\text{piek}}$ ): dagelijkse blootstelling aan lawaai ( $L_{\text{EX,8h}}$ ) wekelijkse blootstelling aan lawaai ( $L_{\text{EX,8h}}$ ).

#### Artikel 6.7 Nadere voorschriften risico-inventarisatie en -evaluatie, beoordelen en meten

Hierin komen voor: meten en beoordelen van het geluid, de bijzondere risicogroepen, de wisselwerking van lawaai en ototoxische stoffen en lawaai en trillingen.

#### Artikel 6.8 Maatregelen ter voorkoming of beperking van de blootstelling

De arbeidshygiënische strategie

#### Artikel 6.9 Weekgemiddelde

Bepaling lawaai-belasting bij bijzondere taken

**Artikel 6.10 Audiometrisch onderzoek** omschrijving wanneer recht op een gehooronderzoek en de voorwaarden

#### Artikel 6.10a Maatregelen bij gehoorbeschadiging

#### Artikel 6.11 Voorlichting en onderricht

### 4.3 Arboregelingen

In de Arboregeling zijn geen regels opgenomen die direct verbonden zijn met 'Geluid op de arbeidsplaats', met uitzondering van:

- de melding van beroepsziekten zoals lawaaidoofheid (zie hoofdstuk 1)
- de taken van een arbodienst, zoals het toetsen van de RIE en het eventueel vereiste audiometrisch onderzoek (zie hoofdstuk 2 'Arbodiensten');
- de eventueel vereiste borden voor gehoorbescherming op de arbeidsplaats (zie hoofdstuk 8 'Veiligheids- en gezondheidssignalering').

#### Beleidsregels

**Arbobeleidsregel 6.7** Beoordelen en zo nodig meten van de lawaainiveaus

**Grondslag:** Arbobesluit artikel [6.7](#)

**Arbobeleidsregel 6.8** Voorkomen of beperken van schadelijk geluid

**Grondslag:** Arbobesluit artikel [6.8](#), juncto artikel [8.1](#)

**Arbobeleidsregel 6.9** Weekgemiddelde schadelijk geluid

**Grondslag:** Arbobesluit artikel [6.9](#), eerste lid

## 4.4 Overige nationale wetgeving

Niet meer van toepassing

## 4.5 Europese wetgeving

De Europese richtlijn voor schadelijk geluid 2003/10/EG is door de Nederlandse wetgeving intergraal overgenomen. [Link](#)

# 5. Beleid

## 5.1 Arboconvenanten

In 2007 liep het beleidsprogramma Arboconvenanten Nieuwe Stijl af. Sinds de start in 1999 hebben werkgevers- en werknemersorganisaties en de overheid op sectorniveau intensief samengewerkt om de belangrijkste arbeidsrisico's, het ziekteverzuim en de WAO-instroom te verminderen.

### Convenanten en schadelijk geluid

In acht jaar zijn er 67 convenanten gesloten en uitgevoerd in 55 sectoren die gezamenlijk 52% van de werkzame beroepsbevolking vertegenwoordigen. Schadelijk geluid komt in 12 beschikbare dossiers voor het zijn de dossiers:

1. Bouw
2. Funderingsbedrijven
3. Linnenverhuur, Wasserij en Textielreiniging
4. Houthandel
5. Papier- en kartonindustrie
6. Orkesten
7. Podiumkunsten
8. Recreatie
9. Mobiliteitsbranche
10. Uitzendbureaus
11. Politie
12. Timmerindustrie

Voor de inhoud van de dossiers klik [hier](#).

### Evaluatie convenanten

In 2007 heeft een evaluatie plaatsgevonden. Voor geluid was de belangrijkste conclusie dat de maatregelen tegen schadelijk geluid geen duidelijk verschil laat zien met de branches zonder convenant.

Zie [Evaluatie van het beleidsprogramma Arboconvenanten Nieuwe Stijl 1999-2007](#).

## 5.2 CAO afspraken

In verschillende CAO afspraken is terugdringen van lawaai op de arbeidsplaats opgenomen. Veel komt voort uit de arboconvenanten die een vervolg hebben gekregen in de CAO's.

Bekende CAO's zijn onder andere de bouw, de papierindustrie en de podiumkunsten.

## 5.3 Brancheafspraken

In diverse branches zijn afspraken gemaakt. Dat geldt in elk geval voor:

Rubber en kunststof  
Timmerindustrie  
Horeca  
Podiumkunsten  
Metaal  
Intern transport  
Autobedrijf algemeen  
Akkerbouw  
Hoveniers en groenvoorziening  
Orkesten  
Zwembaden.

Klik en zoek op het [arboportaal](#) voor meer informatie

## 5.4 Standarisatie en normalisatie

In de nationale wetgeving wordt veel verwezen naar richtlijnen waaraan minimal voldaan moet worden. Zie [www.nen.nl](http://www.nen.nl)

De belangrijkste op een rijtje:

### **Normen geluidmeten:**

NEN 3418:2003 Het beoordelen van geluid op de arbeidsplaats

### **Geluidarme werkplekken met machines**

NEN-EN-ISO 11689:1997 'Akoestiek; Procedure voor de vergelijking van geluidemissiegegevens van machines en apparaten' genoemd.

NEN-EN-ISO 11690-1:1997 'Akoestiek: Aanbevolen aanpak voor het inrichten van geluidarme werkplekken met machines - Deel 1: Benaderingswijze'.

NEN-EN-ISO 11690-2:1997, 'Akoestiek: Aanbevolen aanpak voor het inrichten van geluidarme werkplekken met machines - Deel 2: Maatregelen'.

NEN-EN-ISO 11690-3:1999, 'Akoestiek: Aanbevolen aanpak voor het inrichten van geluidarme werkplekken met machines - Deel 3: Voortplanting van geluid en voorspelling van geluid op werkplekken'.

NEN-EN-ISO 11200:1996, 'Akoestiek: Geluid uitgestraald door machines en toestellen - Handleiding voor het gebruik van basisnormen voor het meten van geluiddruk niveaus op een werkplek en op andere aangegeven plekken'.

NEN-EN-ISO 11201:1996, 'Akoestiek: Geluid uitgestraald door machines en toestellen - Het meten van geluiddruk niveaus op de werkplek en op andere aangegeven plekken - Praktijkmethode voor een bij benadering vrij veld boven een reflecterend oppervlak'.

NEN-EN-ISO 11202:1996, 'Akoestiek: Geluid uitgestraald door machines en toestellen - Het meten van geluiddruk niveaus op de werkplek en op andere aangegeven plekken - Globale methode in situ'.

NEN-EN-ISO 11203:1996, 'Akoestiek: Geluid uitgestraald door machines en toestellen - Bepaling van geluiddruk niveaus op de werkplek en op andere aangegeven plekken'.

NEN-EN-ISO 11204:1996, 'Akoestiek: Geluid uitgestraald door machines en toestellen - Het meten van geluiddruk niveaus op de werkplek en op andere aangegeven plekken - Methode voor het bepalen van omgevingscorrecties'.

NEN-EN-ISO 11205:2002 2e Ontw. 'Akoestiek: Geluid uitgestraald door machines en toestellen - Praktijkmethode voor de bepaling van geluiddruk niveaus op de werkplek en op andere aangegeven plekken'.

### **Normen gehoorbescherming:**

NEN-EN 352-1 (H), 2002-11 (EN 352-1:2002), (Herziening van EN 352-1:1993)

NEN-EN 352-1 Ontw.A1 2005-01 (EN 352-1:2002/prA1:2004) Gehoorbeschermers – Algemene eisen – Deel 1: Gehoorkappen Hearing protectors

NEN-EN 352-2 (H) 2002-11, EN 352-2:2002, herziening van NEN-EN 352-2:1994)

NEN-EN 352-2/Ontw.A1 2005-01, (EN 352-2:2002/prA1:2004) Gehoorbeschermers – Algemene eisen – Deel 2: Oorproppen Hearing protectors

NEN-EN 352-3 (H), 2002-11 (EN 352-3:2002) (Herziening van EN 352-3:1996)  
 NEN-EN 352-3/Ontw.A1 2005-01, (EN 352-3:2002/prA1:2004) Gehoorbeschermers – Algemene eisen – Deel 3: Aan industriële veiligheidshelmen bevestigde gehoorkappen Hearing protectors  
 NEN-EN 352-4 (H), 2001-04 (EN 352-4:2001)  
 NEN-EN 352-4/A1 (H), 2005-11 (EN 352-4:2001/A1 (*Aanvulling 1*) Gehoorbescherming - Veiligheidseisen en beproevingsmethoden - Deel 4: Niveau-afhankelijke gehoorkappen Hearing protectors  
 NEN-EN 352-5 (H), 2003-01 (EN 352-5:2002)  
 NEN-EN 352-5/A, 2005-12 (EN 352-5:2002/A1 (*Aanvulling 1*) Gehoorbeschermers – Veiligheidseisen en beproevingsmethoden – Deel 5: Actieve geluidsreducerende oorkappen Hearing protectors  
 NEN-EN 352-6 (H, NEN-EN 352-7 (H) 2003-01 (EN 352-6:2002) Gehoorbeschermers – Veiligheidseisen en beproevingsmethoden – Deel 6: Gehoorkappen met elektrische audio input Hearing protectors – Safety requirements and testing  
 NEN-EN 458 (H) 2004-12 (EN 458:2004) 2004-12 (EN 458:2004) (*Herziening van EN 458:1993 (H)*)  
 NEN-EN-ISO 4869-1 (H), Akoestiek. Gehoorbeschermingsmiddelen. Deel 1: Subjectieve methode voor het meten van geluidverzwakking.  
 NEN-EN-ISO 4869-2 (H)(+C1), Akoestiek. Gehoorbeschermingsmiddelen. Deel 2: Schatting van het effectieve A-gewogen geluidsdruk-niveau bij het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen  
 NEN-EN-ISO 4869-3:2007, (Herziening van NPR-ISO/TR 4869-3:1994) Akoestiek - Gehoorbeschermingsmiddelen - Deel 3: Meting van de demping van gehoorbeschermers van het type "oorkap" met behulp van een akoestische testopstelling  
 NEN-EN-ISO 4869-4 (H), 2000 (ISO/TR 4869-4:1998) Akoestiek - gehoorbeschermingsmiddelen - Deel 4: Meting van effectieve geluidsdruk-niveaus voor niveauafhankelijke oorkappen met geluiddoorvoer.  
 NEN-EN 13819-1 (H) 2003-02 (13819-1:2002 Gehoorbeschermers - Beproeving - Deel 1: Fysische beproevingsmethoden Hearing protectors  
 NEN-EN 13819-2 (H) 2002-12 (EN 13819-2:2002) Gehoorbeschermers - Beproeving - Deel 2: Akoestische beproevingsmethoden Hearing protectors  
 NEN-EN-IEC 60645-1 Elektro-akoestiek - Audiologische apparatuur - Deel 1: Zuivere toon audiometers.

### Ultrasone trillingen

Er zijn geen eenduidige veilige grenzen voor ultrasone trillingen bekend. Uit diverse onderzoeken blijkt dat bij ultrasone trilling onder de 120 dB geen effecten zijn geconstateerd. De hierna gegeven waarden lijken momenteel verantwoord. (Praktijk-gids Arbeidshygiene Schadelijk geluid)

#### Overdracht door de lucht ("airborne")

Voor het stellen van een norm wordt onderscheid gemaakt voor de frequenties van 16 kHz tot 20 kHz, 20 kHz tot 25 kHz frequenties, zie bijgaande grafiek; metingen worden uitgevoerd op de plaats van het betrokken personeel ter plaatse van het oor.

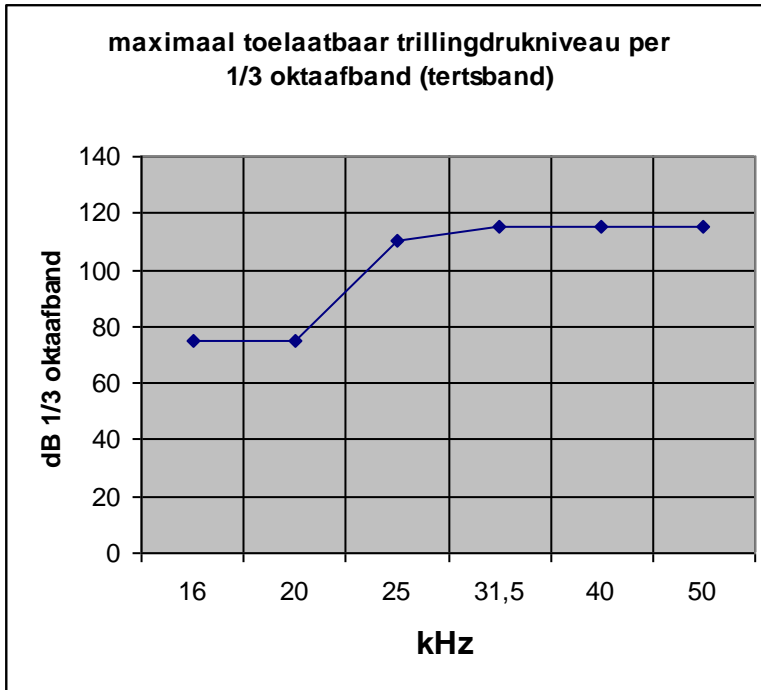
Niveaus beneden de getrokken lijn worden als veilig beschouwd. Ze zijn toelaatbaar voor een blootstellingduur van 8 uur per dag en gelden voor een continu geluid.

Beheersmaatregelen moeten er op zijn gericht dat deze niveaus niet worden overschreden. De wenselijkheid en de aard van deze maatregelen worden bepaald in overleg met de bedrijfsarts en de veiligheidkundige op basis van o.a. door meting verkregen gegevens over de aard van het geluid en de tijd gedurende welke men er aan is blootgesteld. Bij het treffen van beschermende maatregelen dient de arbeidshygiënische strategie in acht te worden genomen. Dit betekent dat eerst maatregelen aan de bron getroffen dienen te worden en pas in laatste instantie persoonlijke beschermingsmiddelen mogen worden toegepast.

N.B. Het is mogelijk dat beneden de aangegeven grenzen wel hinder optreedt.

De getrokken lijn in de grafiek kan worden beschreven als:

- 75 dB, gemeten binnen een band met de breedte van 1/3 oktaaf (1 tert) met een middenfrequentie tot en met 20 kHz
- 110 dB, gemeten binnen een band met de breedte van 1/3 oktaaf (1 tert) met een middenfrequentie van 25 kHz
- 115 dB, gemeten binnen een band met de breedte van 1/3 oktaaf (1 tert) met een middenfrequentie van 31,5 kHz of hoger



## 5.5 Certificering

Niet van toepassing

## 6. Beheersmaatregelen

### 6.1 Arbeidshygiënische strategie

Voorkomen is beter dan genezen. Om de risico's voor de gezondheid ten gevolge van geluid zo veel mogelijk te beperken is aanpak van het geluid bij de bron het meest effectief, vervolgens dat het geluid bij de ontvanger komt en tenslotte de ontvanger af te schermen voor het geluid.

#### Stappen

De Arbowet geeft de strategie aan die gevolgd moet worden bij het voorkomen, elimineren of reduceren van risico's. Deze 'arbeidshygiënische strategie' geldt zowel voor gezondheids- als veiligheidsrisico's. De aanpak heeft de volgende stappen:

- risico's bij de bron bestrijden
- technische maatregelen treffen
- organisatorische maatregelen treffen
- persoonlijke beschermingsmiddelen toepassen

Het totaal aan maatregelen zal moeten leiden tot het beheersen van het geluid en het voorkomen van gezondheidsschade.

Schematisch weergegeven:

Arbeidshygiënische prioriteit van HOOG naar LAAG

MAATREGEL	Apparaat Proces	Werkhandeling	Werkomgeving
Eliminatie	Ander proces Bv. Persen i.p.v. klinken, Ontwerp	Automatisering Robotisering	
Reductie	Preventief onderhoud	Werkhandeling Opleiding Training	
Isolatie	Omkasten Afscheiden	Toezicht Discipline	Lay-out B.v. aparte cabines
Vermijden overdracht	'verend' opstellen		Absorptiemateriaal
Vermijden blootstelling		Korter werken Minder mensen	Abri Scheiden lawaaiige en minder lawaaiige werkzaamheden controlekamer
Persoonlijke beschermingsmid- delen		Gehoorbescherming	Voldoende voorraad Keuzemogelijkheid

### Praktijk

In de praktijk blijkt dat de maatregelen vaak in omgekeerde volgorde worden genomen. Om effectieve maatregelen aan de bron te kunnen nemen is vaak onderzoek en ontwikkeling nodig. Dat kan jaren duren, maar wel noodzakelijk. Vaak is de vraag naar geluidsreductie de aanleiding om verder onderzoek naar reductie te doen. Denk aan bijvoorbeeld het vrachtvervoer en zelfs het personenvervoer. Door de druk op fabrikanten om de voertuigen stiller te maken zal vandaag de dag geen gehoorbeschadigend geluid in voertuigen voorkomen.

Maatregelen aan de overdrachtsweg vragen veelal een verdiepend onderzoek naar de effecten. Ook hier zijn investeringen nodig die pas na enige tijd beschikbaar zijn.

Het blijft tot die tijd dus noodzakelijk de mens te beschermen door het dragen van persoonlijke gehoorbescherming.

## Implementatie van beheersmaatregelen

### Inleiding

We hebben het bij het implementeren van richtlijnen en aanwijzingen voor gehoorbescherming' over zowel het beïnvloeden van het gedrag van professionals, zodat zij volgens de richtlijn gaan werken als over het veranderen van gedrag van werkgevers en werknemers.

Onderstaande tekst kan op beide processen worden toegepast.

### Het veranderproces

Om een verandering te bereiken, is het belangrijk een passende strategie te kiezen en daarbij passende interventies. Een strategie voor implementatie van richtlijnen en aanwijzingen bestaat uit één of meer interventies die volgens een bepaald plan worden uitgevoerd. Typen interventies kunnen zijn: educatief, financieel organisatorisch en wettelijk (Van Splunteren, 2000).

### Een voorbeeld.

Als mensen in dienst treden wordt in het inwerkprogramma aandacht besteed aan de gevolgen van schadelijk geluid. Er wordt aangegeven welke gereedschappen en machines geluid produceren dat

nog boven de norm ligt en dat daarbij gehoorbescherming moet worden gebruikt. Een voorbeeld hierbij zijn de cirkelzaagmachines. Ook wordt aandacht besteed aan de werkzaamheden waarbij geluid wordt geproduceerd dat boven de norm ligt. Het gaat hier bijvoorbeeld over het doorslijpen van tegels, dakpannen of stenen. Het werken met klopboormachines valt hier ook onder. Informatie die gebruikt kan worden in een inwerkprogramma of een herhalingsprogramma kunt u o.a. vinden op:

[Maatregelen gebruiker.](#)

[Preventie van geluidsbelasting.](#)

[Reikwijdte en omvang van de geluidbelasting.](#)

[Effecten op de gezondheid van mensen.](#)

[Geluid de determinant, gezondheidsgevolgen en oorzaken.](#)

[Gehoorschade door geluid.](#)

Bovendien dient de werkgever gespitt te zijn op signalen vanuit zijn werknemers. Als een werknemer naar de bedrijfsarts of een andere professional gaat met klachten of vragen op het gebied van geluid is dat iets om aandacht aan te besteden.

Ook conclusies uit preventieve gehooronderzoeken horen een signaal te zijn voor de werkgever en ook voor de werknemer. Ook de werknemer heeft een verantwoordelijkheid.

### **Ontwerpen van een strategie.**

Wanneer men een strategie ontwerpt, is het verstandig uit te gaan van (een combinatie van) modellen. De keuze voor een model dient vooral te zijn gebaseerd op waar de betreffende professional zich bij thuis voelt. Op basis van die theorie wordt een samenhangend pakket van maatregelen gekozen en een aantal evaluatieparameters waarmee men de verandering kan monitoren. De gedragsdeterminanten bij de groep waar men een verandering wil realiseren, moeten bekend zijn of men moet enkele aanwijzingen hebben voor determinanten, bijvoorbeeld uit eerdere activiteiten.

De interventies moeten, wanneer men een fasetheorie aanhangt, passen bij de fase waarin men zich bevindt. Zie daarvoor tabel 1. Het kan daarbij zijn dat individu en organisatie zich in verschillende fasen bevinden. Het vaststellen van de uitgangspositie voor de gedragsverandering kan plaatsvinden door middel van bijvoorbeeld interviews en observaties. Het verdient aanbeveling de verandering te monitoren en op basis daarvan zo nodig de strategie bij te stellen.

### **Implementatie van richtlijnen**

Wat we weten van implementatie van richtlijnen in de gezondheidszorg komt voort uit een systematische review van 102 trials (waarin men onderzocht in hoeverre een implementatie activiteit werkzaam was) Daaruit bleek al tien jaar geleden dat er geen typische succesfactoren zijn voor het verbeteren van de kwaliteit van de gezondheidszorg (Oxman, Thomson et al, 1995). Er blijken wel veel verschillende strategieën voorhanden. Een recente systematische review naar de meest effectieve en efficiënte wijzen van implementeren blijkt echter beperkte evidence te geven voor de wat de meest effectieve en efficiënte strategieën zijn onder verschillende omstandigheden (Grimshaw, Thomas et al, 2004). Dat betekent dat we het moeten doen met deze beperkte evidence en per situatie keuzes moeten maken. Effectieve elementen voor implementatie blijken te zijn:

- een mix van interventies met minimaal twee van de volgende: audit + feedback; reminders; lokale consensusprocessen; marketing
- het gebruik van reminders (papier of elektronisch)
- interactieve onderwijsbijeenkomsten met veel aandacht voor de praktijk
- gebaseerd op de fase van gedragsverandering
- doelgroepgericht en -specifiek

(O.a. Bero, Grilli et al, 1998; Effective Health Care bulletin, 1999)

Deze resultaten zijn op hoofdlijnen ook toepasbaar op gedragsverandering in bedrijven bijvoorbeeld bij implementatie van gehoorbeschermingsprogramma's en aanwijzingen op dit gebied.

In de gehoorbeschermingsprogramma's horen onder andere waarschuwborden thuis. Als die ruimte of dat gebied betreden wordt moet er gehoorbescherming worden gedragen. In een dergelijk programma hoort ook controle van de werknemer door de leidinggevende. Het lijkt lastig om het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen te controleren en daarom een paar tips. Zorg dat sound barriers beschikbaar zijn waar dat nodig is. Het dragen van deze bescherming is makkelijk te controleren. Als er gebruik wordt gemaakt van otoplastieken kies dan voor opvallende kleuren. Ook



dat is makkelijk te zien. Leidinggevendenden moeten dat regelmatig doen om het dragen van gehoorbescherming bij de werknemer tot een automatisme te laten worden. Ook hier is regelmatige herhaling een kritische factor.

### **Sancties**

Als niets van het bovenstaande helpt, wordt het tijd om tot sancties over te gaan. Als eerste zal er een goed gesprek plaats vinden tussen werknemer en de leidinggevende waarbij een waarschuwing wordt gegeven. De waarschuwing wordt schriftelijk bevestigd. Helpt het nog niet dan kan de betrokken werknemer verzocht worden ergens anders te gaan werken omdat hij niet bij het bedrijf past. Ook dit wordt schriftelijk vastgelegd. Als allerlaatste zal de overtreder ontslagen worden omdat hij de aanwijzingen van zijn leidinggevende niet opvolgt.

Voor verdere informatie over preventie van beroepslechthorendheid door een effectief gehoorbeschermingsprogramma verwijs ik naar de multidisciplinaire richtlijn op dit gebied ([NVAB](#)).

### **Theorieën**

Er bestaan diverse theorieën over gedragsverandering. Drie hoofdgroepen zijn: motivatietheorieën, actietheorieën en theorieën die uitgaan van stadia van verandering (Walker et al, 2003). De theorieën sluiten elkaar niet uit, ze verschillen in focus, ze zijn de verschillende brillen waarmee men naar de werkelijkheid kijkt.

Hieronder een korte uitwerking.

#### **Motivatietheorieën**

De sociaal-cognitieve theorie staat op naam van Bandura uit 1977 (Walker et al, 2003). Gedrag wordt bepaald door zogenaamde incentives en verwachtingen. De verwachtingen gaan over de situatie, de uitkomsten en de self-efficacy (kan ik het nieuwe gedrag wel uitvoeren?)

De theorie van gepland gedrag. Hieronder valt het ASE-determinantenmodel (Fishbein & Ajzen, 1975)). In dit model zijn de voornaamste determinanten van gedrag:

- A: de attitude van een persoon jegens het betreffende gedrag;
- S: de sociale invloed die de persoon ervaart, met andere woorden de invloed die andere mensen op de persoon uitoefenen;
- E: de inschatting van de eigen-effectiviteit, oftewel het vertrouwen in eigen kunnen van de persoon.

De vaardigheden en (praktische) barrières bepalen mede of een voornemen wordt omgezet in concreet gedrag.

Het 'health belief' model (Rosenstock, 1966) gaat ervan uit dat mensen een bepaald gedrag vertonen wanneer zij de voordelen hoger schatten dan de nadelen. Tegelijk moeten ze zich ook bewust zijn van de realiteit van het risico.

#### **Actietheorieën**

Operante conditionering: gedrag herhaalt zich bij positieve bekrachtiging. Die positieve bekrachtiging kan van alles zijn. Zowel persoonlijke of sociale incentives als goede uitkomsten van het gedrag (Walker et al, 2003).

#### **Theorieën die uitgaan van stadia van verandering**

Lewin (1947) beschreef een fasering in drie stappen:

Fase 1: Unfreezing: mensen worden zich bewust van en komen los van ongewenste gewoonten (aandacht en begrijpen).

Fase 2: Moving: men maakt zich kennis, attitudes en vaardigheden eigen (willen, kunnen en doen).

Fase 3: Freezing: het gewenste gedrag dient ingeslepen te raken (blijven doen).

#### **Vijf stadia**

In het model van Prochaska & DiClemente (1986) werd gesteld dat een beslissing voor een bepaald gedrag wordt genomen in een proces van respectievelijk, de volgende vijf fasen: de precontemplatiefase, contemplatiefase, preparatiefase, actiefase en uiteindelijk fase van gedragsbehoud (van Elderen, 2002).

### **Zes stadia**

De laatste tijd worden vaak zes fasen in het proces van gedragsverandering onderscheiden. (o.a. Brug et al. 2000). Een vaak gebruikte indeling is:

Aandacht  
Begrijpen  
Willen  
Kunnen  
Doen  
Blijven doen

Binnen deze theorie is ook ruimte voor het gebruiken van theorieën uit de andere clusters. In tabel 1 worden op basis van deze stadia een aantal geschikte activiteiten geschetst.

### **Terugvalpreventie**

De relapse-prevention-theorie (Marlatt en Gordon, 1985)

Bij het gedragsveranderingsproces is het gebruikelijk dat de persoon of organisatie af en toe de fout ingaat (lapse). Van structurele terugval (relapse) is sprake als een persoon nieuw verworven gedrag helemaal niet meer kan volhouden en volledig terugvalt in oude gedragspatronen. Om gedrag vol te houden is relapse prevention belangrijk.

### **Implementatie op organisatieniveau**

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de ontwerp- en ontwikkelbenadering (de Louw et al, 2004).

De ontwerpbenadering gaat uit van een ééndimensionaal, lineair en logisch proces, dat verloopt van de creatie van evidence (bewijs voor de effectiviteit van de verandering), via diffusie en disseminatie tot de uiteindelijke toepassing ervan.

De ontwikkelbenadering stelt dat aan het begin nog niet precies worden beschreven waar uitgekomen gaat worden. Wel bepaalt men de richting van verandering en zet men de implementatie in.

De ontwikkeling is een continu proces van verbetering gericht op toenemende effectiviteit via het faciliteren van deelnemers om de cultuur en de context te transformeren (McCormack et al, 1999).

Bij het implementeren in een organisatie zijn drie elementen belangrijk: kenmerken, context en facilitatie (Kitson et al, 1998; Rycroft-Malone et al, 2002a, 2002b, Werkman, 2001). Hieronder per element enkele trefwoorden voor het bevorderen van implementatie:

#### **Kenmerken van de innovatie**

De verandering is goed onderbouwd, goed geformuleerd, geloofwaardig, relatief voordelig, passend, eenvoudig, probeerbaar en zichtbaar, aangepast aan de behoeften van de praktijk, goed passend bij bestaande normen en waarden en kan eenvoudig ingevoerd (o.a. Grol & Wensing, 2001; Rogers, 1983, 1995).

#### **Context**

Er is duidelijkheid in veranderrollen, gedecentraliseerde besluitvorming, transformationeel leiderschap en een groot verandervermogen (Grol & Wensing, 2001; Kitson et al, 1998; McCormack et al, 1999; Rycroft-Malone, 2002a, 2002b; Tordoff, 1998):

#### **Facilitatie**

De facilitatie moet aansluiten op de doelen (Kitson et al (1998). Een specifiek doel op korte termijn vereist een andere facilitatie (namelijk projectmanagement, marketing en inhoudsdeskundigheid) dan een ontwikkelingsdoel dat coaching en kritische reflectie vereist (Harvey et al, 2002).

Uit de Cochrane Systemische Review van El Dib (2006) blijkt door de beperkte beschikbaarheid van bewijs, niet aantonen dat er een verschil in het gebruik van gehoorbescherming bij de werknemers die ontvangen van informatie op maat, in vergelijking met werknemers die meer algemene informatie. Ook is onderzocht dat op lange termijn de school op basis van de programma's daadwerkelijk het gebruik van gehoorbescherming onder studenten in het beroepsonderwijs kunnen verhogen.

Ook SZW heeft een campagne met een [10-puntenplan](#) die noodzakelijk zijn voor een gedragsverandering.

## 6.2 Bronmaatregelen

### Informatie fabrikant

Maatregelen aan de bron beginnen bij het ontwerp op de tekentafel. Meestal is dat het terrein van de fabrikant. Door goede informatie van de fabrikanten is het voor de koper mogelijk een selectie te maken en het geluidsaspect in de aanschaf mee te nemen.

Machinebouwers zijn volgens de machinerichtlijn verplicht de geluidsproductie van hun product in de handleiding te vermelden. Zij zullen de (toekomstige) gebruiker hierover op verzoek moeten kunnen informeren. Let wel, de condities en omstandigheden waaronder de geluidsgegevens van de machine worden bepaald kunnen in de praktijk sterk afwijken van die bij de gebruiker. De geluidsgegevens uit handleidingen zijn niet zonder meer representatief voor de (specifieke) situatie.

### Geluidsniveau - geluidsvermogeniveau

Geluidsvermogen, de geluidsenergie die een bron produceert, kan worden gebruikt om het geluidsniveau te bepalen. Het geluidsvermogeniveau is onafhankelijk van de afstand en de omgeving en kan dus met elkaar vergeleken worden. Met behulp van de afstand tussen bron en ontvanger en gegevens over de akoestiek van de omgeving (bijvoorbeeld ruimte volume en nagalmtijd) kan met de volgende formule kan het geluidsniveau worden berekend.

$$L_p = L_w + 10 \lg (Q / 4\pi r^2 + 4/R) \text{ dB}$$

Hierbij is:

- $L_p$  = geluidsdrukniveau
- $L_w$  = geluidsvermogeniveau
- $Q$  = de richtingsfactor ofwel plaats van de bron in de ruimte ten opzichte van de wanden. Bijvoorbeeld: in het centrum van de ruimte is  $Q = 1$ , bij een wand  $Q = 2$ , in de hoek halfweg wand en plafond  $Q = 4$  en in een hoek  $Q = 8$
- $4\pi r^2$  = afstand tot de bron
- $R$  = de kamerconstante  $S\alpha / 1 - \alpha$  ( $S$ =oppervlakten en  $\alpha$  de absorptiecoëfficiënt)

Handig voor een geluidsniveaukaart en voor planning van een nieuwe indeling van fabriek of werkplaats. Zie ook op [www.nen.nl](http://www.nen.nl) NEN-EN-ISO 11690 1 t/m 3 (tegen betaling).

### Effecten automatisering

De laatste jaren is door de toenemende digitalisering de automatisering en de robotisering toegenomen. Dat betekent dat bij vele processen de werknemer niet direct meer bij de bron staat. Hij kan voor de beheersing van het proces vaak op afstand staan en kan men met veel minder medewerkers de activiteiten uitvoeren. Slecht voor de werkgelegenheid, maar uiterst effectief om de belasting te verminderen. Dat betekent bij advisering van dergelijke maatregelen de andere aspecten zoals werkgelegenheid en werkinhoud in ogenschouw moet nemen.

### Wijziging proces

Ingrijpen in het productieproces of het wijzigen van de werkmethoden zijn vaak effectieve maatregelen om het geluid te reduceren. Denk hierbij aan:

- snijden in plaats van hakken
- gebruik van hydraulische apparatuur in plaats van pneumatische apparatuur
- verkleinen van b.v. de valafstand
- voorkomen van 'botsingen' van materialen

### Onderhoud

Ook zijn het periodiek onderhoud van apparatuur kan een belangrijke organisatorische maatregel zijn. Tijdig onderhoud van machines (voorkomen van bijvoorbeeld onbalans) en tijdig vervangen van gereedschappen (bijvoorbeeld voorkomen van botgereedschap) kunnen de geluidsniveaus aanzienlijk verlagen.

Er zijn maar weinig studies die het effect van technische maatregelen in relatie met de gevolgen van geluidsblootstelling bespreken. Vaak zijn het case studies beperkte voor- en navergelijking.

## 6.3 Organisatorische maatregelen

Met organisatorische maatregelen zal men niet alleen rekening moeten houden met het effect op de lawaai-belasting, maar zal men ook de overige aspecten in de advisering mee moeten nemen. Bijvoorbeeld een ander werkproces kan invloed hebben op de materialen, de opleiding van medewerkers, de wijze van onderhoud en de logistiek van het proces.

### Scheiden van werkzaamheden

Een andere organisatorische maatregel is het beperken van de populatie die aan lawaai blootstaat. Bijvoorbeeld het scheiden van lawaaiige en minder lawaaiige werkzaamheden, dus een andere layout.

### Beperking blootstellingsduur

Als laatste zou het beperken van de blootstellingsduur een maatregel kunnen zijn. Het is wel zaak om de effectiviteit van een dergelijke maatregel niet te overschatten. Een halvering van de blootstellingstijd geeft slechts een reductie van 3 dB.

## 6.4 Technische maatregelen

### Verandering van het proces

Technische maatregelen kunnen onder andere zijn:

- het verlagen van de druk van een proces
- het verlagen van uitstroomsnelheid
- het verlagen van een toerental.

### Voorkomen dat het geluid zich verspreidt of bij de ontvanger komt

Denk hierbij aan:

- omkassen van een proces of machine
- het afschermen van de bron of de ontvanger (abri), wachtruimte
- het aanbrengen van afscherming en absorptiemateriaal
- het bekleden van bewerkte materialen om afstraling van het geluid te voorkomen
- het verend opstellen van machines
- het toepassen van antigeluid

## 6.5 Persoonlijke beschermingsmiddelen

De laatste maatregel en de minst effectieve is het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen. Toch zal in de meeste situaties het dragen van gehoorbescherming onvermijdelijk zijn. Een goede instructie over het gebruik van de gehoorbeschermingsmiddelen is onontbeerlijk. Juist omdat deze wijze van bescherming het minst effectief is, zal in de praktijk alles gedaan moeten worden om het juiste gebruik te bevorderen.

### Gedeelde verantwoordelijkheid

Als de dagdosis hoger is dan 80 dB(A), moet de werkgever passende gehoorbeschermingsmiddelen beschikbaar stellen. Maar pas als de dagdosis de waarde 85 dB(A) overschrijdt, moet de werknemer deze middelen ook daadwerkelijk gebruiken. Met andere woorden: als de dagdosis tussen 80 en 85 dB(A) ligt biedt de wet de mogelijkheid een zeker risico te aanvaarden. Toch is het verstandig om werknemers aan te moedigen gehoorbeschermers te gebruiken bij elke gelegenheid dat het geluidsniveau de schadegrens van 80 dB(A) overschrijdt. Daarmee neemt de werkgever het zekere voor het onzekere en vermijdt hij elk risico.

### Eisen gehoorbescherming

Als het dragen van gehoorbescherming noodzakelijk is zal in ieder geval rekening moeten worden gehouden met:

- voldoende demping, dat wil zeggen tot beneden de schadegrens van 80 dB(A);
- aangepast aan de omstandigheden in de werkomgeving;
- beantwoordend aan de persoonlijke voorkeur van de gebruiker.

Zie ook:

NEN-EN 352-1:2002 Gehoorbeschermers algemene eisen deel 1 gehoorkappen

NEN-ISO 4869-1 1997 Akoestiek – Gehoorbeschermingsmiddelen – deel 1: subjectieve methode voor het meten van geluidsverzwakking

NEN-ISO 4869-2 1995 Akoestiek – Gehoorbeschermingsmiddelen – deel 2: schatting van het effectieve A-gewogen geluidsniveau bij het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen.

Info is tegen betaling te verkrijgen via [www.nen.nl](http://www.nen.nl)

### **Voldoende demping**

Het spreekt vanzelf dat gehoorbeschermingsmiddelen voldoende demping moeten bieden. Dat wil zeggen dat de gehoorbeschermers het geluidsniveau in de gehoorgang in ieder geval tot beneden de schadegrens van 80 dB(A) terugbrengen. De effectieve demping moet dus zijn afgestemd op de equivalente geluidsniveaus in de werkomgeving. Daarbij moet er tevens op worden gelet dat de demping niet al te groot is. Een te grote demping kan de gebruiker het gevoel geven afgesloten te zijn van de omgeving. Bovendien kunnen er onnodig problemen door ontstaan bij het waarnemen van waarschuwingssignalen en bij de noodzakelijke communicatie. Vandaar dat men er meestal naar streeft het geluidsniveau in de gehoorgang te reduceren tot een waarde tussen 70 en 80 dB(A). Voor het bepalen van de demping bestaan diverse methoden die verderop in de paragraaf worden besproken.

### **Combinatie beschermingsmiddelen**

Een ander aspect is het gebruik van gehoorbeschermers in combinatie met andere persoonlijke beschermingsmiddelen. Uiteraard moet worden voorkomen dat de verschillende beschermingsmiddelen elkaar in de weg zitten. Zo moet bijvoorbeeld een combinatie van helm en veiligheidsbril mogelijk zijn. Als de werknemer een helm draagt, dient hij de oorkappen te passen met de helm op, of hij moet kiezen voor een helm met gemonteerde oorkappen. Veiligheids- en lasbrillen mogen net zomin als gewone brillen geluidslekken veroorzaken in een oorkap; een goede aansluiting tussen kap en hoofd moet ook bij brildraggers gewaarborgd zijn. De brilpoten moeten daarvoor dun zijn en dicht tegen het hoofd aanliggen.

### **Draagcomfort**

Een essentiële eis ten slotte is dat de gehoorbeschermers voldoen aan de wensen van de gebruiker. In de praktijk betekent dit dat een werknemer zelf moet kunnen kiezen uit verschillende typen gehoorbeschermers die voldoende demping bieden. Een weloverwogen keus is doorgaans alleen mogelijk als hij de verschillende typen tijdens het werk kan proberen.

Het draagcomfort van gehoorbeschermers is bijzonder belangrijk voor een effectief gebruik. De praktijk leert dat gehoorbeschermers die de dragers als belastend ervaren, in het algemeen ongebruikt blijven. En zelfs de beste gehoorbeschermers zijn dan ongeschikt. Eén ding mag nooit uit het oog worden verloren: het gebruik van gehoorbeschermers ter voorkoming van gehoorschade wijst op een ongewenste situatie, waarvoor de werkgever verantwoordelijk is. De wettelijke verplichting passende gehoorbeschermingsmiddelen te verstrekken, houdt daarom onder meer in dat de werkgever moet zorgen voor gehoorbeschermers die de gebruikers zo weinig mogelijk last bezorgen. Dat betekent ook dat de werkgever zijn werknemers niet op grond van kostenoverwegingen gehoorbeschermingsmiddelen mag opdringen die niet passend zijn.

### **Onderhoud**

Voor alle gehoorbeschermingsmiddelen geldt dat die onderhouden moeten worden. Afdichtringen van kappen moeten jaarlijks vervangen worden en bij otoplastieken is na 2 a 3 jaar een lektest noodzakelijk.

### **Aangepast aan werkomstandigheden**

Het bieden van voldoende demping is een heel belangrijke, maar zeker niet de enige eis waaraan gehoorbeschermers moeten voldoen. Eveneens van groot belang is dat de gehoorbeschermers moeten zijn aangepast aan de werkomstandigheden. In een warme omgeving bijvoorbeeld zijn oorkappen minder geschikt doordat ze de warmteafgifte en de zweetuitscheiding belemmeren. Gehoorbeschermers die in het oor worden gedragen en die tevoren in een bepaalde vorm moeten worden gekneet zijn minder hygiënisch als men werk doet waarbij men vaak vuile handen krijgt. Bovendien kunnen ze niet worden gebruikt door mensen die last hebben van bepaalde ooraandoeningen, zoals huidinfecties in de gehoorgang.

### Effect niet dragen gehoorbescherming

Als gehoorbescherming noodzakelijk is zal die ook consequent gedragen moeten worden. Een deel van de dag niet dragen betekent een aanzienlijke vermindering van de demping.

#### Voorbeeld

De dagdosis bedraagt 100 dB(A). Men heeft gehoorbescherming met een effectieve demping van 25 dB(A). Dat betekent dat het geluidsniveau achter de gehoorbescherming 75 dB(A) zal zijn indien de beschermer continu wordt gedragen.

Wordt de bescherming echter 1 uur niet gedragen betekend dat en blootstelling van 100 dB(A) gedurende 1 uur en 75 dB(A) gedurende de overige uren. De dagdosis zal dan 91 dB(A) worden in plaats van de 75 dB(A).

Voorbeeld

Draagtijd	Gehoordemping 10 dB(A)	Gehoordemping 20 dB(A)	Gehoordemping 30 dB(A)
8 van 8 uur	10	20	30
7 van 8 uur	6	8	9
6 van 8 uur	5	6	6
4 van 8 uur	3	4	4
2 van 8 uur	1	1	1

### Demping bepalen

Voor de bepaling van de demping, dus ook het vaststellen van het geluidsniveau achter de gehoorbescherming zijn verschillende methoden:

- de octaafbandmethode;
- de HML-methode;
- de HML-check-methode.

#### De octaafbandmethode

De meest nauwkeurige methode is die waarbij men uitgaat van het frequentiespectrum van het geluid. Leveranciers van gehoorbeschermers specificeren de demping van hun producten als functie van de frequentie in octaafbanden. Deze specificatie behoort te zijn gebaseerd op een proef, uitgevoerd volgens NEN-ISO 4869-1. Beschikt men over een octaafspectrum van het geluid op de werkplek waar de gehoorbeschermers behoren te worden toegepast, dan kan met behulp van de gegevens van de fabrikant worden berekend hoe hoog het geluidsniveau in de gehoorgang zal worden bij toepassing van de bewuste gehoorbescherming. Dit doet men door voor elke octaafband het op de werkplek gemeten niveau te verminderen met de zogenoemde 'aangenomen demping'. Hieronder verstaat men de gemiddelde waarde van de gespecificeerde demping bij die octaafband, verminderd met tweemaal de eveneens opgegeven standaarddeviatie (sd) ook wel de effectieve demping.

#### Voorbeeld

Een voorbeeld: Medewerkers beproeven motoren. Gemeten is het geluidsniveau in de verschillende octaafbanden.

Freq in Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
Gemeten niveau	110	97	92	89	87	71	77	97,5
Demping gehoorkap	17,7	18,7	25,7	34,6	33,6	38,1	34,4	
Sd 2x	7,6	5,2	8,4	5,2	4,8	5,6	6,8	

Berekend is een effectieve demping tot een niveau achter de kap van 85 dB(A). Voor die situatie is de demping voldoende om het geluidsniveau bij het oor lager te laten zijn dan de grenswaarde van 87 dB(A).

#### De HML-methode

De HML-methode gaat uit van drie dempingswaarden, H, M, en L, die worden afgeleid van de verzwakking in octaafbanden, zoals die bij de proef volgens NEN-ISO 4869-1 zijn bepaald. Normaal verstrekt de fabrikant deze waarden bij de dempingsspecificaties van de gehoorbescherming. Om de methode te kunnen toepassen is het noodzakelijk behalve over gegevens over het A-gewogen geluidsniveau ook te beschikken over gegevens over het C-gewogen geluidsniveau.

### Voorbeeld

In dit voorbeeld is het A-gewogen niveau 97,5 dB(A) en het C-gewogen niveau 110,6 dB(C).

Het verschil tussen het C- en het A-gewogen geluidsniveau ( $L_C - L_A$ ) is 13,1 dB.

Bereken de zogenoemde aangenomen geluidsverzwakking PNR (Predicted Noise level Reduction) aan de hand van één van de volgende vergelijkingen, afhankelijk van de grootte van ( $L_C - L_A$ ):

Voor ( $L_C - L_A$ )  $\geq 2$  dB:  $PNR = M - 0,25 (H - M) (L_C - L_A - 2)$  dB

Voor ( $L_C - L_A$ )  $< 2$  dB:  $PNR = M - 0,125 (M - L) (L_C - L_A - 2)$  dB

In dit geval is de tweede formule van toepassing.

Volgens de fabrikant is de demping M 19 dB en L 13 dB

$PNR = 19 - 0,125 (19 - 13) (110,6 - 97,5 - 2)$  dB = 11 (de uitkomst afronden op het dichtstbijzijnde hele getal)

Het A-gewogen geluidsniveau  $L^*_A$  in de gehoorgang met behulp van de volgende formule wordt dan  $L^*_A = L_A - PNR (97,6 - 11) = 86,6$ . In deze situatie wordt de demping marginaal gehaald.

### De HML-check-methode

De HML-check-methode is een afgeleide van de HML-methode, waarvoor het niet nodig is te beschikken over het C-gewogen geluidsniveau. De methode gaat uit van een gehoormatige beoordeling van het geluid, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen geluid met een overwegend midden- en hoogfrequent karakter, en overwegend laagfrequent geluid. In dit laatste geval is de procedure het eenvoudigst: het geluidsniveau in de gehoorgang wordt dan berekend door de L-waarde af te trekken van het gemeten geluidsniveau op de werkplek.

### Midden- en hoogfrequent

In het geval van geluid met een overwegend midden- en hoogfrequent karakter wordt eerst de M-waarde afgetrokken van het gemeten geluidsniveau op de arbeidsplaats. Ligt het resultaat boven 80 dB(A), dan wordt vervolgens de H-waarde afgetrokken van het gemeten geluidsniveau. Ligt het resultaat hiervan nog steeds boven 80 dB(A), dan behoort een ander type gehoorbeschermer met een grotere demping te worden geselecteerd. Ligt de uitkomst beneden 80 dB(A), dan kan de demping voldoende zijn. Voor een definitieve uitspraak daarover is echter aanvullende informatie nodig en behoort te worden teruggevallen op één van de andere methoden.

### Variant

Een variant op de HML-check-methode is de volgende, waarbij men uitgaat van de door de fabrikant opgegeven demping bij 500 Hz. Ook hier gaat het weer om effectieve demping, dat wil zeggen de opgegeven gemiddelde dempingswaarde, vermindert met tweemaal de standaarddeviatie.

Al naargelang het karakter van het geluid wordt op de dempingswaarde bij 500 Hz al dan niet een correctie toegepast. Gaat het om geluid waarin laagfrequente componenten overheersen (bulderen, dreunen), dan wordt op de dempingswaarde bij 500 Hz 5 dB in mindering gebracht. Overheersen de hoge tonen (sissen, piepen), dan tellen we 5 dB op bij de dempingswaarde bij 500 Hz. Heeft het geluid geen uitgesproken hoog- of laagfrequent karakter, dan hanteren we de aangenomen demping bij 500 Hz als de te verwachten niveaureductie.

Samengevat:

$$D_{\text{laag}} = D_{500} - 5 \text{ dB}$$

$$D_{\text{midden}} = D_{500}$$

$$D_{\text{hoog}} = D_{500} + 5 \text{ dB}$$

### Voorbeeld

In dit voorbeeld is het geluidsniveau 97,5 dB(A). Gezien het karakter van het geluid is hier sprake van geluid met overheersende lage frequenties. Het gehoorbeschermingsmiddel is een oordopje met een demping van 15,7 dB bij 500 Hz. De standaarddeviatie 3,7. De effectieve demping is dan 8,3 dB.

De demping bij het oor wordt dan:  $D_{\text{laag}} = D_{500} - 5 \text{ dB} = 3,3$  dus  $97,5 - 3,3 = 94,2$ . Dit is verre van voldoende.

### Rekenhulp

Voor een berekening kan gebruikt gemaakt worden van een [calculator](#) van de Britse overheid.

### **SNR-methode**

De SNR-methode (Simplified noise reduction) genaamd, geeft een snelle indicatie van de te kiezen gehoorbeschermingsmiddelen. De SNR-methode geeft slechts één getal wat van het gemeten geluidsniveau mag worden afgetrokken volgens de navolgende module:

$$L = L_A + (L_C - L_A) - \text{SNR}$$

L = A-gewogen geluidsdrukkniveau op het oor

$L_A$  = (gemeten) A-gewogen geluidsdrukkniveau.

$L_C$  = (gemeten) C-gewogen geluidsdrukkniveau. Dit niveau wordt gemeten met een C-filter (nabootsing van hoge intensiteiten zoals bij pieken).

SNR-waarde = gemiddelde dempingswaarde in standaard geluidsspectrum (Single Number Rating), wordt vastgesteld door de fabrikant en de betreffende waarde wordt aangegeven in de gebruiksaanwijzing van het betreffende gehoorbeschermingsmiddel.

In die gevallen dat het C-gewogen geluidsdrukkniveau niet bekend is, wordt de factor ( $L_C - L_A$ ) ook wel weggelaten. Het op deze wijze bepaalde te verwachten geluidsdrukkniveau op het oor, geeft slechts een ruwe indicatie. Dit is wellicht de meest gebruikte methode, indien men niet over een volwaardig geluidsonderzoek of rapportage beschikt, bij het vaststellen van het juiste type gehoorbeschermingsmiddel.

Wat betreft de effectieve demping zal deze vele malen lager liggen dan de berekende demping. Demping die door leveranciers worden opgegeven zijn vaak demping vastgesteld in een laboratorium onder geconditioneerde omstandigheden. Een vuistregel om de effectieve demping te bepalen is van de opgegeven dempingswaarde 2x de standaarddeviatie af te trekken.

### **Voorlichtingsfilmpjes**

Klik [hier](#) voor een internationale site met enkele illustratieve voorlichtingsfilmpjes over lawaai en de gevolgen daarvan.

### **Ultrasone trillingen**

Van de fabrikant van de ultrasone apparatuur moeten gegevens worden verlangd over geproduceerde frequentie(s) en het bijbehorende akoestische vermogen. Ook moet hij in de gebruiksaanwijzing van het apparaat wijzen op de mogelijke risico's en de te nemen maatregelen aangeven, zowel voor overdracht door de lucht als door overdracht door direct contact.

Er behoort geen apparatuur te worden aangeschaft, respectievelijk gebruikt die een groter vermogen aflevert dan voor het doel noodzakelijk is.

Ook de gebruiksduur dient tot het noodzakelijke te worden beperkt.

Direct contact van lichaamsdelen met vloeistoffen en vaste stoffen die in trilling zijn moet worden vermeden. Indien het onvermijdelijk is hiervan af te wijken mag dit alleen in overleg met de betrokken deskundige. De apparatuur dient alleen door gekwalificeerd personeel bediend te worden. Naar personen uitgestraalde energie moet indien nodig worden afgeschermd met daarvoor geschikte materialen. De eventuele noodzaak tot en de mate van afscherming dienen te worden bepaald aan de hand van door de fabrikant verstrekte gegevens of van eigen metingen. Beschermende maatregelen aan de persoon in de vorm van gehoorbescherming en eventueel rubber- of pvc-handschoenen met aan de binnenzijde een katoenen voering.

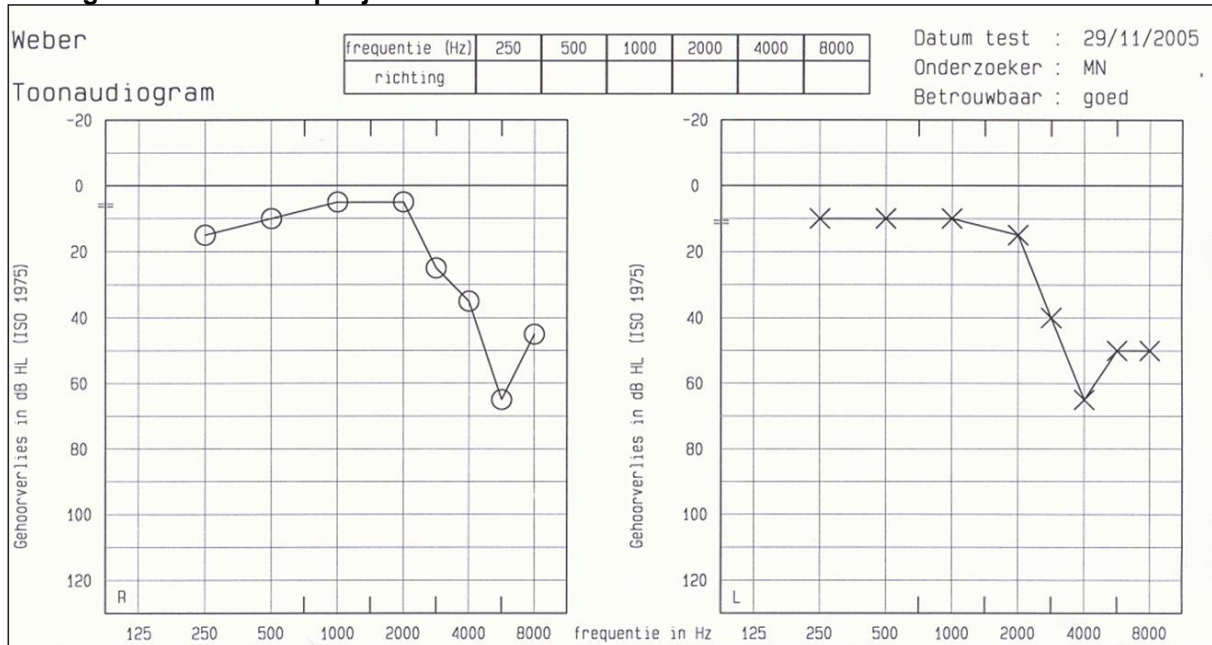


# 7 Medisch onderzoek en kwetsbare groepen

## 7.1 Medisch onderzoek

Het onderzoek aan de mens omvat het invullen van een vragenlijst en de audiometrie zelf. Het audiogram is de gouden standaard voor het vaststellen van gehoorschade. Het gaat hierbij om het bepalen van het drempelaudiogram. Aan de werkende worden tonen aangeboden van verschillende toonhoogte en sterkte via de hoofdtelefoon. De laagste sterkte waarbij een toon nog wordt waargenomen wordt vastgelegd in het audiogram. Het onderzoek resulteert in een advies aan de werknemer, en indien van toepassing melding van gehoorschade als beroepsziekte.

### Audiogram met lawaaidip bij 4 tot 6 kHz.



De uitvoering van audiometrie moet betrouwbaar en reproduceerbaar zijn. Aan de audiometrie zijn eisen gesteld wat betreft de kwaliteit van de apparatuur en het gebruik ervan. Getrainde audiometristen zijn voor een goede uitvoering onmisbaar. In de praktijk van de uitvoering moet men er rekening mee houden dat een tijdelijk effect van lawaai blootstelling na 14 uur niet meer meetbaar is. De wettelijke bewaarplicht van een audiogram en het daarop gebaseerde advies is 10 jaar. Volgens de Arboret is de melding en registratie als beroepsziekte verplicht indien wordt voldaan aan de criteria voor beroepslethorendheid (zie [www.beroepsziekten.nl](http://www.beroepsziekten.nl)).

De bevindingen leiden tot een individueel advies aan de werknemer, en conclusies met betrekking tot een groep werknemers voor de werkgever.

Het advies aan de werknemer omvat in ieder geval uitleg over de bevindingen en het dragen van gehoorbescherming. Zonodig vindt verwijzing naar een KNO-arts plaats. Voor de werkgever zijn gegevens van belang om zonodig aanpassingen op de werkplek te realiseren.

### Audiometrieruimten en audiometriecabines

In ruimten waarin wordt geaudiometreerd, mag het geluiddrukkniveau van het achtergrondgeluid bepaalde waarden niet overschrijden, omdat anders maskering van de testtonen optreedt. In de ISO-normen 6189 en 8253-1 (NEN) worden deze maximaal toelaatbare geluiddrukkniveaus gespecificeerd. Het geluiddrukkniveau van het achtergrondniveau mag in een bepaalde frequentieband niet hoger zijn dan:  $L_{max} = k + A$ . Hierin is  $k$  het maximaal toelaatbare achtergrondniveau ter plekke van de oopening en  $A$  de verzwakking van het achtergrondgeluid door de gebruikte hoofdtelefoon (bij bepaling van drempels voor botgeleiding geldt  $A=0$ ).

De ISO-normen geven waarden voor  $L_{max}$ , voor het geval de hoofdtelefoon een Beyer DT 48 of TDH 39 met MX 41/AR oorkussens is. Voor andere hoofdtelefoons kunnen deze waarden worden omgerekend indien de verzwakking van de desbetreffende hoofdtelefoon bekend is.

ISO 6189 geeft waarden voor L<sub>max</sub> voor de situatie dat drempels voor luchtgeleiding worden gemeten van 500 Hz tot 8 kHz. Deze norm is specifiek gericht op drempelbepalingen bij personen die op het werk worden blootgesteld aan lawaai, terwijl ISO 8253-1 een algemeen toepassingsgebied kent. Deze norm geeft waarden voor L<sub>max</sub>, voor bepaling van drempels voor luchtgeleiding vanaf 125, 250 en 500 Hz tot 8 kHz.

### **Metten van achtergrondgeluid voor audiometrie**

Het geluiddrukkniveau van het achtergrondgeluid in de ruimte voor audiometrie moet worden gemeten op oorhoogte, in afwezigheid van een testpersoon. Hoewel de norm dit niet vermeldt, moeten de metingen in meterstand F (fast) worden uitgevoerd.

De metingen dienen bij voorkeur te worden uitgevoerd in tertsbanden. Metingen van het geluidsdrukkniveau in octaafbanden voldoen slechts indien het achtergrondniveau beduidend lager of beduidend hoger is dan de norm.

In de cabine of kamer die wordt gebruikt voor audiometrie, wordt gedurende een bepaalde tijd het achtergrondniveau geregistreerd, zonder dat er personen in de ruimte aanwezig zijn. De meettijd moet lang genoeg zijn om karakteristieke, bepalende gebeurtenissen als praten op de gang, openen en sluiten van deuren en langslopen van personen te registreren, bij voorkeur vaker dan één maal. Bovendien dient de meting plaats te vinden op een dag en een tijdstip waarop de omstandigheden representatief zijn voor de omstandigheden op tijden waarop gehoortesten worden afgenomen. Uit de tijdregistratie kan voor alle frequentiebanden worden bepaald wat het hoogste niveau was tijdens de meting. Deze waarden worden vergeleken met de van toepassing zijnde norm, waarna kan worden geconcludeerd of de ruimte al dan niet voldoet. Door tijdens de meting nauwkeurig te noteren wat voor geluiden op welk tijdstip te horen zijn, kan worden bepaald welke gebeurtenissen een eventuele overschrijding van de norm veroorzaken.

- Meet in een zoveel mogelijk geluidsarme ruimte
- De audiometer moet voldoen aan technische eisen conform IEC standaard publicatie 645 voor audiometers
- De audiometer moet jaarlijks worden geïjkt
- De audiometer moet schoon zijn
- Plaats de te onderzoeken persoon zodanig dat de handelingen van de onderzoeker niet zichtbaar zijn
- Laat de te onderzoeken persoon bril en oorbellen afdoen
- Geef duidelijke instructies
- Volg het protocol met betrekking tot het aanbieden van frequenties en geluidsterkte.
- Maak een octaaf audiogram, boven de 1000 Hz in halve octaven
- Het bepalen van beengleiding in de bedrijfsaudiometrie is obsoleet
- Let op: een tijdelijk effect is na 14 uur niet meer meetbaar
- Bewaar het audiogram en het advies gedurende 10 jaar (wettelijke bewaarplicht)
- De gegevens mogen niet tot de persoon herleidbaar aan de werkgever worden doorgegeven

### **Minimale inhoud van de vragenlijst voorafgaande aan audiometrie**

Met de vragenlijst (zie appendix 11) spoort men klachten op die in verband kunnen staan met eventuele gehoorschade bij de werknemer.

Daarnaast verzamelt men met de vragenlijst informatie over de aard en mate van blootstelling aan lawaai sinds het vorige audiogram; over het gebruik en het comfort van gehoorbeschermingsmiddelen; over de blootstelling aan lawaai voorafgaand aan de audiometrie; over eventuele hobby's die lawaai-belasting met zich meebrengen, en of bij het beoefenen van deze hobby's ook gehoorbeschermingsmiddelen worden gedragen.

- Vraag naar oor- of gehoorklachten en eventuele behandelingen in het verleden
- Vraag naar klachten met betrekking tot gehoorschade:
- meer moeite met horen
- meer last van oorsuizen
- meer moeite met voeren van dialoog in rumoerige ruimte
- meer moeite met voeren van dialoog in rustige ruimte
- Vraag naar blootstelling aan lawaai sinds vorige audiogram
- Vraag naar gebruik van PBM:
- wijze van gebruik

- frequentie van gebruik
- comfort van gebruik
- Vraag naar expositie aan lawaai vóór audiometrie
- Vraag naar hobby's met lawaai-belasting
- Vraag of bij deze hobby's ook PBM wordt gedragen
- Vraag naar blootstelling aan ototoxische stoffen in werk of hobby
- Bij vrouwen: vraag naar zwangerschap

### **OAE (oto akoestische emissie)**

In aanvulling op de toonaudiometrie zijn er alternatieve meetmethoden ontwikkeld. De bepaling van oto-akoestische emissie (OAE) is een methode om het gehoor objectief te testen. OAE wordt al vele jaren toegepast bij gehooronderzoek bij zeer jonge kinderen en verstandelijk gehandicapten. OAE wordt voor werkenden aangeboden om effectievere preventie te bereiken. OAE maakt schade aan de haarcellen in het binnenoer zichtbaar, mogelijk reeds voordat deze schade op het toonaudiogram tot uitdrukking komt. Het is echter niet duidelijk wat de voorspellende waarde van gestoorde OAE in de tijd is en hoe een gestoorde OAE zich verhoudt met het toonaudiogram. Voor het vaststellen van gehoorschade blijft het toonaudiogram de gouden standaard. Evaluatieonderzoek van OAE is sinds 2004 binnen het Expertisecentrum Gehoor & Arbeid in uitvoering. Het bepalen van OAE kan zinvol zijn in het kader van voorlichting.

Vanuit het oogpunt van een **preventief gehoorzorgbeleid** is het bepalen van de 'Oto Akoestische Emissies' zinvol in het kader van;

- '**vroegtijdige**' **detectie** van gehoorschade door lawaai (preventieve diagnostiek)
- '**voorlichting**' van de werknemer (bewustzijn en motivatie)
- 'optimalisatie' van de **audiometrische evaluatie** (differentiaal diagnose).

### Samengevat

Het uitvoeren van een gehooronderzoek volgens de methodiek van de Oto Akoestische Emissie is goed bruikbaar bij aan lawaai blootgestelde medewerkers. Zeker als screeningsinstrument zal het goed ingezet kunnen worden.

Zodra er echter sprake is van afwijkingen of twijfel zal overgegaan moeten worden op de klassieke bedrijfsaudiometrie. Dit geldt ook als er sprake is van mogelijke claims of melding vermoede beroepsziekte.

Ook bij verliezen groter dan 60 dB heeft het uitvoeren van een OAE-meting geen zin.

### **Ultrasone trillingen**

Direct contact met ultrasonore trillingen moet voorkomen worden. Geen handen in de reinigingsvloeistof, apparatuur niet op het eigen lichaam uittesten. Direct contact met kan namelijk weefselbeschadiging veroorzaken. Juist om die reden worden ultrasonore trillingen vaak voor medische toepassingen gebruikt.

Ultrasone trillingen kunnen op het menselijk lichaam inwerken, hetzij door overdracht via de lucht, hetzij door direct contact via een vaste stof of een vloeistof.

Bij overdracht via de lucht kan zowel hinder als schade optreden waarschijnlijk veroorzaakt door trillingen van lagere frequenties, die bij hogere intensiteit van de ultrasone trillingen in het gehoororgaan ontstaan. Bovendien worden ze door bronnen uitgezonden naast de bedoelde opgewekte frequentie, onder meer bij ultrasone reinigungsapparatuur door de optredende cavitatie. Ook modulatiefrequenties kunnen een belangrijke rol spelen.

Verschuinselen die beschreven zijn bij blootstelling aan een hoge intensiteit van ultrasone trillingen zijn de auditieve effecten en de niet-auditieve effecten. Een bekend verschijnsel is de tijdelijke drempelverhoging van het gehoor (TTS) bij frequenties die de helft bedroegen dan het aangeboden signaal, soms zelfs bij een lagere subharmonische trilling. Het verschijnsel treedt op in een beperkt gebied van 17 tot 37 kHz bij een trillingsniveau van meer dan 148 dB. Ook zijn gehoorverliezen gevonden in de hogere frequenties bij medewerkers die aan ultrasone trillingen blootstaan die niet alleen zijn toe te schrijven aan de presbycusis (ouderdomslechthorendheid). In het frequentiegebied tussen 13 en 17 kHz werd per jaar een achteruitgang van 1 dB geconstateerd. Andere verschijnselen die beschreven zijn betreffen duizeligheid, verwarming van het lichaamsoppervlak, drukgevoel op de oren. Veelal is er alvorens dit optreden sprake van een zeer hoge intensiteit.

## 7.2 Kwetsbare groepen

Kwetsbare groepen kunnen zijn jeugdigen, slechthorenden, werknemers die geen gehoorbescherming verdragen, verstandelijk gehandicapten en zwangeren. Daarnaast medewerkers met een gecombineerde blootstelling zoals trillingen en blootstelling aan ototoxische stoffen (oplosmiddelen e.d.).

Een bijzondere groep bij deze blootstelling aan schietlawaai vormen de vrouwen die zwanger zijn. Op de vraag of schietlawaai schadelijk is voor het ongeboren kind kan niet eenduidig ja of nee geantwoord worden. Uit de literatuur blijkt echter dat er een zeker risico is voor de foetus op het krijgen van gehoorschade.

Hoewel de buikwand en de uterus van de moeder een behoorlijke verzwakking geven, zou bij de hoge piekwaarden het geluid in de buik nog boven de 80 dB komen. In welk stadium de gehoorschade mogelijk op zou kunnen treden is niet duidelijk.

## 8. Werkgeversverplichtingen

Voor risicogroepen is het van belang voorlichting te geven over de mogelijke effecten van blootstelling aan geluid. Vroegtijdig herkennen van symptomen kan ernstige schade voorkómen. De beschikbaarheid en toegankelijkheid van de bedrijfsarts moet hiervoor zijn geregeld. De werkgever is verplicht tot het uitvoeren van een ri&e en het opstellen van een plan van aanpak. Verder het geven van voorlichting aan medewerkers die aan geluid blootstaan. Het plegen van onderhoud aan de machines en het aanbieden van een periodiek onderzoek aan de blootgestelde. Daarnaast bestaat de verplichting tot het reïntegreren van slachtoffers van geluid. De werkgever is verder verplicht bij een dagdosis van 85 dB(A) of hoger de werknemer in de gelegenheid te stellen een gehooronderzoek te ondergaan. Zie verder de diverse wetgeving.

## 9. Werknemersverplichtingen

Werknemers hebben de verplichting instructies op te volgen de materialen op een juiste wijze te gebruiken. Bijvoorbeeld het gebruik van veiligheidsmiddelen. Verder te gedragen als een goed werknemer. Schade aan gereedschappen en machines te melden en deel te nemen aan voorlichting en instructie. Ook geldt de verplichting van het dragen van de persoonlijke beschermingsmiddelen bij dagdosis boven 85 dB(A) en het volgen van de aangeboden voorlichting en onderricht. Zie verder de diverse wetgeving.

## 10. Werknemersrechten

### 10.1 Rechten individuele werknemer

Een werknemer heeft het recht om zijn arbeid te onderbreken of te stoppen, als hij naar redelijkheid en billijkheid inschat dat dit acuut gevolgen kan hebben voor zijn gezondheid of die van anderen. (Arbeidsomstandighedenwet art.29) Wel moet de werknemer in dat geval de werkgever hiervan op de hoogte brengen en eventueel de Arbeidsinspectie, wil hij recht op loondoorbetaling blijven houden.

De werknemer heeft recht op informatie over de gevaren van het werk voor de werknemer en het recht op informatie over de maatregelen die de werkgever heeft getroffen om de risico's tot een minimum te beperken. (Arbeidsomstandighedenwet art. 3 en 6)

Een werknemer heeft ook het recht om een deskundige te raadplegen (preventiemedewerker of arbodienstmedewerker) indien hij een vermoeden heeft dat de arbeid een schadelijke invloed heeft op zijn gezondheid.

Een werknemer die vanwege een ziekte en/of gebrek zijn bedongen arbeid niet meer (volledig) kan uitvoeren heeft het recht op een werkplekaanpassing, zowel op de fysieke werkplek als in zijn taakhoud opdat hij weer kan werken (Arbeidsomstandighedenwet art. 4).

Een werknemer heeft het recht om een (gezondheids)schade die hij (vermoedelijk) opgelopen heeft op of tijdens of door zijn werkzaamheden te claimen bij zijn werkgever. De werkgever zal de

werknemer dan schadeloos moeten stellen en eventueel smartengeld moeten uitbetalen. Dit recht is vastgelegd in het Burgerlijk Wetboek (art. 658) Veel werkgevers hebben zich particulier verzekerd voor dergelijke claims via de Algemene Bedrijfsaansprakelijkheidspolis Bedrijven (AOV). De verzekering regelt in dergelijke gevallen de schade.

Een werknemer heeft recht op een gehooronderzoek bij een dagdosis van 85 dB(A) of meer.

## 10.2 Rechten medezeggenschapsorgaan

Voor meer algemene informatie over dit onderwerp klik [hier](#).

## 11. Praktijkverhalen

De [multidisciplinaire richtlijn](#) "preventie beroepslethorendheid" van de 4 beroepsgroepen is een voorbeeld van een effectief gehoorbeschermingsprogramma. Hierin worden stap voor stap de aspecten genoemd om slechthorendheid te voorkomen.

Ook de branche organisatie [Podiumkunsten](#) heeft als een van de eerste branches een arbocatalogus over geluid gemaakt. Ook hierin staat stapsgewijs de gevolgen van geluid op het gehoor en de maatregelen die genomen kunnen worden.

In 2002 is het zogenaamde project "[hearing coach](#)" gestart. Dit is een multidisciplinaire aanpak voor preventie gehoorschade. Het programma bestaat uit een aantal stappen zoals geluidsmetingen, meten van de effectieve demping van de gehoorbescherming, preventief gehooronderzoek via de OAE en voorlichting. Het project heeft in 2005 met Akzo Nobel de "best practice award" gewonnen.

Enkele internetsites waarbij maatregelen beschreven worden zijn:

[Washington State Department of Labour & Industries.](#)

[Noise and Hearing Loss prevention.](#)

[Noise control campaign \(2007-2008\).](#)

[Keep it cool.](#)

[Aanpak van geluid in zwembaden.](#)

Voorbeelden om te ervaren hoe (lawaaislethorendheid) klinkt:

- DVD Slechthorendheid op het werk. Zo gaan wij er mee om. VU medisch centrum

- CD [Tussen horen en verstaan](#), Hoorstichting.

## 12. Referenties

Bero LA, Grilli R, Grimshaw JM, Harvey E, Oxman A, Thomson MA. Closing the gap between research and practice: an overview of systematic reviews of interventions to promote the implementation of research findings. *BMJ* 317(1998):465-8.

Brug J, Schaalma H, Meertens RM, Kok G, Molen H van der. Gezondheidsvoorlichting en gedragsverandering. Een planmatige aanpak. Assen: Van Gorcum; 2000.

Effective Health Care. Bulletin on the effectiveness of health service interventions for decision makers. 5(1999) number 1. ISSN 0965-0288.

Elderen-van Kemenade, van TMT. Over het gedrag van dragers. Oratie Universiteit Leiden, 2002

Fishbein M, Ajzen I (1975). In: Oostveen T, Vries NK. Gedragsdeterminanten; hoofdstuk 3 in: Gezondheidsvoorlichting en –Opvoeding. Van analyse tot effecten. Damoiseaux V, Gerards FM, Kok GJ, Nijhuis F, redactie. Assen/Maastricht: Van Gorcum; 1987.

Grimshaw JM, Thomas RE, MacLennan G, Fraser C, Ramsay CR, Vale L, Whitty P, Eccles ME, Matowe L, Shirran L, Wensing M, Dijkstra R, Donaldson C. Effectiveness and efficiency of guideline dissemination and implementation strategies. *Health Technology Assessment* 8 (2004), iii-iv:1-72.

Grol R, Wensing M. Implementatie. Effectieve verandering in de patiëntenzorg. Maarssen: Elsevier Gezondheidszorg; 2001.

Harvey G, Loftus-Hills A, Rycroft-Malone J, Titchen A, Kitson A, McCormack B, Seers K. Getting evidence into practice: the role and function of facilitation. *Journal of Advanced Nursing* 2002;37(6):577-88.

Kitson A, Harvey G, McCormack B. Enabling the implementation of evidence based practice: a conceptual framework. *Quality in Health Care* 1998; (7):149-58.

Lewin K. Group decision and Social Change. In: Newcomb THM, Hartley EL (eds). *Readings in Social Psychology*. Henry Holt & Co, 1947.

Louw D de, Kuiper C, Verhoef J, Cox K. Implementatie van evidence-based practice. In: *Evidence-based practice voor paramedici. Methodiek en implementatie*. Kuiper C, Verhoef J, Louw D de, Cox K, redactie. Utrecht: Lemma; 2004.

Marlatt GA, Gordon JR (eds). *Relapse prevention. Maintenance strategies in the treatment of addictive behaviours*. New York: The Guildford press, 1985.

McCormack B, Manley K, Kitson A, Titchen A, Harvey G. Towards practice development – a vision in reality or reality without a vision? *Journal of Nursing Management* 1999;(7):255-64.

Oxman AD, Thomson MA, Davis DA, Haynes MA. No magic bullets: a systematic review of 102 trials of interventions to improve professional practice. *Can Med Ass J* 153 (1995):1423-31.

Rogers EM. *Diffusion of innovations*. New York: The Free Press; 1983.

Rogers E. Lessons for guidelines from the diffusion of innovation. *Journal of Quality Improvement* 1995;(21):324-8.

Rycroft-Malone J, Kitson A, Harvey G, McCormack B, Seers K, Estabrooks C. Ingredients for change: revisiting a conceptual framework. *Quality and safety in health care*, 2002a;11(2):174-80.

Rycroft-Malone J, Harvey G, Kitson A, McCormack B, Seers K, Titchen A. Getting evidence into practice: ingredients for change. *Nursing Standard* 2002b;16(37):38-43.

Splunteren P van. Implementatie van resultaten uit wetenschappelijk onderzoek. De brug tussen weten en doen. In: *Handboek Zorgvernieuwing* Bohn Stafleu van Loghum; 2000.

Tordoff C. From research to practice: a review of the literature. *Nursing Standard*, 1998;12(25):34-7.

Walker AE, Grimshaw J, Johnston M, Pitts N, Steen N, Eccles M. PRIME--PRocess modelling in ImpleMEntation research: selecting a theoretical basis for interventions to change clinical practice. *BMC Health Serv Res*. 2003 Dec. 19;3(1):22.

Werkman RM, Boonstra JJ, Bennebroek Gravenhorst KM. Het veranderingsvermogen van organisaties: interpretaties van vijf configuraties en implicaties voor de praktijk van organisatieverandering. *M&O, tijdschrift voor organisatie en management* 2001;55(2):7-27.

## 13. Referentie auteur

Ep Marinus (arbeidshygiënist)

Jos Putman (veiligheidskundige)

Guus Hoorenman (arbeids- en organisatiedeskundige)

Bas Sorgdrager (bedrijfsarts)

## 14. Peer Review

Dit arbo-dossier is beoordeeld door:

Erik Kateman (Arbo Unie)