



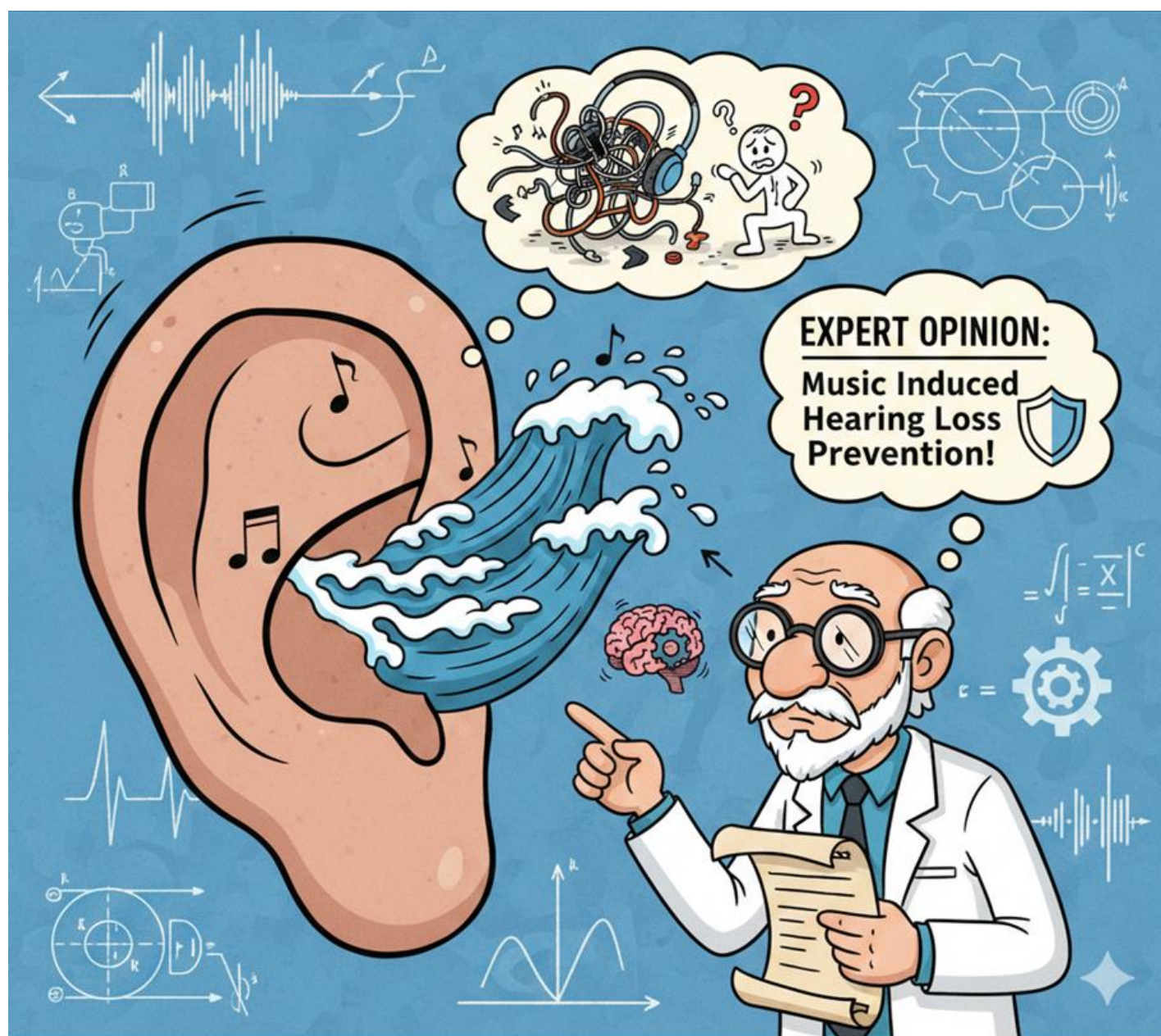
NEDERLANDSE VERENIGING
VOOR KLINISCHE FYSICA

Expert Opinion “Music Induced Hearing Loss”

Een in de praktijk hanteerbaar model om het risico op gehoorschade door blootstelling aan muziek in de vrije tijd te voorspellen

Revisie: december 2025

Auteurs: Jan de Laat & Wouter Dreschler



Colofon

Autorisatiedatum en geldigheid

Laatst beoordeeld: december 2025

Laatst geautoriseerd: mei 2026

De Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica is regiehouder van de Expert Opinion “Music Induced Hearing Loss” en eerst-verantwoordelijke op het gebied van de actualiteitsbeoordeling ervan. De andere aan deze Expert Opinion deelnemende wetenschappelijke verenigingen of gebruikers van de Expert Opinion delen de verantwoordelijkheid en informeren de regiehouder over relevante ontwikkelingen binnen hun vakgebied.

De Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica beoordeelt iedere twee jaar of de onderdelen van deze Expert Opinion nog actueel zijn. De geldigheid van de Expert Opinion komt eerder te vervallen indien nieuwe ontwikkelingen aanleiding vormen een herzieningstraject te starten.

Initiatief

Kennisinstituut VeiligheidNL

Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica (NVKF)

Deze Expert Opinion wordt ondersteund door het kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialisten.

De herziening van de Expert Opinion is gefinancierd door Veiligheid NL. De financier heeft geen enkele invloed gehad op de inhoud van de Expert Opinion.

Geautoriseerd door

De Expert Opinion is voorgelegd aan verschillende relevante verenigingen om breed draagvlak te krijgen in het veld. De Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica, het kennisinstituut van de Federatie Medische Specialisten, het kennisinstituut Veiligheid NL en de Federatie Nederlandse Audiologische Centra (FENAC) autoriseren de Expert Opinion. De Nederlandse Vereniging voor KNO-heelkunde en heelkunde van het hoofd- en halsgebied stemt in met de Expert Opinion.

Patiëntenvereniging Hoormij NVVS is positief over de expert opinion, maar plaatst drie kanttekeningen: a) De grenzen waarop geluid gevaarlijk is en schadelijk voor het gehoor, moeten substantieel lager worden gesteld dan in het huidige convenant over gehoorschade door blootstelling aan muziek. b) Hoormij NVVS is van mening dat de expert opinion te weinig rekening houdt met het toepassen van het voorzorgsbeginsel en onvoldoende rekening houdt met de epidemiologische gegevens en WHO-gegevens waaruit blijkt dat gehoorschade toeneemt en steeds op jongere leeftijd optreedt en zelfs toeneemt onder zeer jonge kinderen. c) Hoormij NVVS pleit vanuit een oogpunt van volksgezondheid voor strengere normering en wettelijke vastlegging daarvan.

Copyright

© NVKF December 2025

Vormgeving: NVKF

Cartoon: AI (Gemini)

Vrijwaring

De NVKF heeft de grootst mogelijke zorg besteed aan de samenstelling van deze Expert Opinion. Desondanks accepteren wij geen aansprakelijkheid voor eventuele onjuistheden in de informatie, noch voor schade, overlast of ongemak dan wel anderzorgtype gevolgen die voortvloeien uit of samenhangen met het gebruik van de informatie.

INHOUD

5	Inleiding
5	Impact van gehoorschade
5	Prevalentie van onveilig luistergedrag en gehoorschade
6	Dosis en effect
7	Preventie
9	Modelvorming
9	Technische details
9	Risico op gehoorschade door muziekgeluid in de vrije tijd: een normatief model
11	Referenties
13	Bijlage 1: tekst voor de voorlichting aan een breed publiek, dat zich blootstelt aan muziekgeluid
15	Bijlage 2: toepassing op de uitkomsten van de website www.mp3check.nl

Inleiding

Het te vaak blootstellen van je oren aan te hard geluid gaat gepaard met een risico op gehoorschade. Risicovolle blootstelling in de vrije tijd wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt door versterkte muziek. Wie regelmatig uitgaat op locaties met versterkte muziek (zoals clubs, poppodia, feestcafés of festivals) zonder gehoorbescherming te dragen, of naar muziek luistert via oortjes of een koptelefoon op een te hoog volume, kan zich dus blootstellen aan schadelijke doses geluid.

Het hebben van actuele Nederlandse normen voor vrijetijdsgeluid, die aangeven waar de grenzen liggen tussen veilig en onveilig luistergedrag, en die gedragen worden vanuit de verschillende audiologische en KNO-beroepsgroepen kan behulpzaam zijn voor partijen werkzaam in de praktijk van gehoorschadepreventie. VeiligheidNL is hiertoe in gesprek gegaan met de Kring van Klinisch Audiologen (KKAu) van de NVKF en heeft haar aangespoord om, wederom in afstemming met relevante beroepsgroepen, de Expert Opinion "Music Induced Hearing Loss" van maart 2012 tegen het licht te houden en - waar nodig- aan te passen aan de nieuwste inzichten in de wetenschap.

Een vernieuwde norm kan door diverse instanties en organisaties gebruikt worden, bijvoorbeeld om te bepalen hoe hoog het geluids aanbod bij een muziekevenement zou mogen zijn of om bezoekers te wijzen op de eventuele risico's die ze lopen.

Impact van gehoorschade

Gehoorschade is een vorm van gehoorverlies. Gehoorverlies is een vermindering van het gehoor ten opzichte van de "0 dB lijn" met willekeurig welke oorzaak. Met gehoorschade wordt doorgaans bedoeld een gehoorverlies met een niet medische reden, bijvoorbeeld ontstaan door te langdurige blootstelling aan te hard geluid.

Er zijn verschillende symptomen van gehoorschade veroorzaakt door blootstelling aan hard geluid. De drie meest voorkomende zijn gehoorverlies (verminderd horen), tinnitus (oorsuizen of een piep in het oor) en hyperacusis (abnormale overgevoeligheid voor geluid). De symptomen variëren van geen of nauwelijks klachten tot ernstig. Daarnaast komen misofonie of algemene overgevoeligheid voor geluid voor, klachten die niet altijd gepaard gaan met objectief aantoonbaar gehoorverlies, maar wel degelijk een grote impact kunnen hebben op het dagelijks functioneren en het welzijn.

Er zijn verschillende manieren om de mate van gehoorverlies in kaart te brengen. Bij het toonaudiogram wordt per frequentie zowel het laagste geluidsniveau dat door een persoon kan worden waargenomen (de gehoordrempel) als het niveau waarop geluid als onaangenaam wordt ervaren, alles uitgedrukt in dB. Bij spraak-in-ruis-testen worden woorden of zinnen aangeboden die moeten worden nagezegd. Hiermee kan het vermogen om spraak in geroezemoes te verstaan worden gemeten. Dit geeft een duidelijker beeld van het auditief functioneren in de dagelijkse praktijk. Sommige onderzoekers stellen dat hoogfrequent-audiometrie en het meten van oto-akoestische emissies wellicht gevoelig zijn om vroege schade te detecteren (Roberts, 2019). Ook het registreren van toenemende tinnitus kan wijzen op vroege schade.

Gehoorverlies heeft een grote impact. Het kan leiden tot psychosociale problemen en een verminderde kwaliteit van leven. Onderzoek toont aan dat gehoorverlies ook kan leiden tot achterstanden in de spraak- en taalontwikkeling (m.n. bij kinderen tot 10 à 12 jaar) en verminderde (leer)prestaties, gedragsproblemen en sociale participatie. Mensen met tinnitus ervaren vaker slaapproblemen, angst, depressie en concentratieproblemen. Gehoorverlies en de daarmee gepaard gaande gezondheids- en (psycho-)sociale problemen brengen - naast hoge zorgkosten - ook andere maatschappelijke kosten met zich mee, onder andere door verminderde arbeidsparticipatie en meer ziekteverzuim (Le & Straatman, 2017). Zie voor veel meer achtergrondinformatie hierover de paragrafen 3.5 en 3.9 van Rydzynski, 2008.

Prevalentie van onveilig luistergedrag en gehoorschade

De prevalentie van gehoorschade door hard geluid is niet exact bekend. Een complicerende factor hierbij is dat gehoorschade langzaam toeneemt en bij veel mensen onopgemerkt blijft totdat het hen belemmert in het dagelijks leven. Hierdoor is er moeilijk zicht te krijgen op de omvang, ernst en ontwikkeling van gehoorschade door lawaai.

Mede op basis van een systematische review (Śliwińska, 2017) schat de WHO (2019, 2022) dat wereldwijd meer dan één miljard jongeren risico lopen op gehoorschade door te hard geluid in de recreatieve sfeer. In de zogeheten midden- en hoge-inkomenslanden wordt bijna 40% van alle mensen tussen de 12 en 35 jaar blootgesteld aan mogelijk

schadelijke geluidsniveaus tijdens het uitgaan en bijna 50% loopt risico op gehoorschade door het gebruik van koptelefoons en oortjes op een te hoog volume. In een review (Dillard, 2022), vooral gericht op lagere-inkomens landen, staat dat ongeveer 50% van de jongeren door uitgaan en ongeveer 25% door het gebruik van mobieltjes onveilig luis-tert. Een Noorse studie uit 2021 laat zien dat het gebruik van persoonlijke muziekspelers onder jongvolwassenen in 10 jaar tijd (2008-2018) toenam van 8% naar 30% (Engdahl, 2021). Een systematische review van Jiang (2016) laat zien dat 58% van alle uitgaande jongeren de veilige geluidsdosis overschrijdt. Uit Nederlands onderzoek onder jongeren van 12 tot 19 jaar blijkt dat 32% risico loopt op gehoorschade door gebruik van persoonlijke muziekspelers (Gommer, 2013; Martens, 2019). Als blootstelling aan harde muziek tijdens het uitgaan en luisteren naar de stereo-installatie hierbij worden opgeteld, loopt naar schatting meer dan de helft van de jongeren (54%) risico op gehoorschade. Een uitgebreide review van Pienkowski (2021) laat zien dat het risico op lawaaischade groot is na langdurige blootstelling, ook al laat toonaudiometrie aanvankelijk nauwelijks gehoorverlies zien.

Er zijn weinig data beschikbaar over het probleem van lawaaislechthorendheid bij kinderen, jongeren en jongvolwassenen. Binnen het Rotterdamse Generation R-onderzoek (le Clercq, 2018) werd onder ruim 5000 kinderen van 9 tot 11 jaar bij 14,2 % licht “hoogfrequent” perceptief gehoorverlies gemeten aan minstens één van beide oren. Bij longitudinale audiometrie op 9- en 14-jarige leeftijd werden bij 12% van de ruim 3500 deelnemers aanwijzingen voor gehoorverlies door lawaai gevonden. In beide situaties ging het om gehoorverlies van tenminste 15 dB gemiddeld bij 3, 4, 6 en 8 kHz en/of de aanwezigheid van een zogenaamde “lawaaaidip” in het toondrempelaudiogram. Uit analyses van het AMC van ruim 96.000 online hoortesten (spraak-in-ruis-testen, <https://www.oorcheck.nl/>) bleek dat 7% van de deelnemende jongeren (12 tot en met 24 jaar) minder goed scoorde bij spraakverstaan in ruis: verlies 1 à 2 dB in SNR (Dreschler, 2018). Een Amerikaanse studie (Eichwald, 2023) laat zien dat 'ongeveer 25% van een groep jongvolwassenen, leeftijd 18-32 jaar, last heeft van gehoorschade door lawaai, waarvan naar schatting 20% niet veroorzaakt is op het werk, maar in de privésfeer.

De prevalentiecijfers over tinnitus zijn erg afhankelijk van de gehanteerde definitie van tinnitus (variërend van eenmalig of kortdurend tot chronische klachten) en van de methode die wordt gebruikt om de prevalentie in kaart te brengen. Ook speelt een rol dat de oorzaak van de tinnitusklachten lang niet altijd vast te stellen is en dat lawaai niet de enige veroorzaker is van tinnitus. Een recent Nederlands onderzoek onder volwassenen (mediane leeftijd 67 jaar) aan de hand van een vragenlijst laat een prevalentie zien van 36% voor alle vormen van tinnitus en 21-23% voor ernstige tinnitus (Rademaker, 2021). In een Vlaamse studie uit 2022 (Degeest, 2022) rapporteert bijna 65% van de deelnemende studenten (15-20 jaar) weleens last te hebben gehad van tinnitus na blootstelling aan hard geluid. Bij de meeste studenten (97,5%) was deze tinnitus tijdelijk van aard, maar bij 2,5% van de studenten waren de klachten chronisch. Een review uit 2016 van verschillende internationale studies met hoofdzakelijk volwassen deelnemers laat een brede spreiding van prevalentie van tinnitus zien: van 5% tot bijna 43% (McCormack, 2016). Een recent ander Vlaams onderzoek (Jacquemin, 2023) rapporteerde 10,5% van de 10-12 jarige schoolkinderen met tinnitus- en 3.3% met hyperacusisklachten.

Dosis en effect

Blootstelling aan geluid met een kritisch niveau gedurende een kritische duur kan leiden tot gehoorschade. Dat manifesteert zich vaak pas na geruime tijd. Beginnend gehoorverlies ten gevolge van hard geluid blijft vaak onopgemerkt, maar is vrijwel altijd onomkeerbaar en kan een grote impact krijgen op het leven van mensen. Een eerste symptoom is vaak tinnitus, die aanvankelijk na korte tijd lijkt te verdwijnen maar bij regelmatige blootstelling ook kan blijven bestaan. Het is niet goed mogelijk om een veilige blootstellingstijd te bepalen m.b.t. de kans dat je tinnitus “oploopt” omdat de gevoeligheid ten aanzien van tinnitus sterk varieert en dus persoonsafhankelijk is. Er is sprake van een grote spreiding van de individuele gevoeligheid.

Gehoorschade is een cumulatief effect: het ontstaat door een opeenstapeling van schade door blootstelling aan verschillende bronnen van geluid in allerlei omstandigheden door de jaren heen. Dat proces verloopt vaak heel geleidelijk, en er is vaak sprake van lange tijd tussen de blootstelling en de manifestatie van de gehoorschade. Daarom is het lastig in kaart te brengen waardoor de gehoorschade precies wordt veroorzaakt. Er kan in het beginstadium sprake zijn van “verborgen” gehoorverlies, dat niet meteen blijkt uit een standaard gehoortest (toondrempelaudiogram). Als de uitslag van zo’n test wel wijst op schade, dan gaat het meestal om permanente schade. Ook bij tijdelijke tinnitus, bijvoorbeeld kort na een concert, is er vaak al permanente schade ontstaan die zich verder kan ontwikkelen na meer geluidsblootstelling. Na verloop van tijd kunnen mensen een verminderde geluidskwaliteit ervaren en kunnen ze verschillende geluiden moeilijker van elkaar onderscheiden. Hierdoor hebben ze moeite met het verstaan van gesprekken, vooral als er veel omgevingsgeluid is. Het is te verwachten dat - door geluidsbelasting van jongs af aan en door de jaren heen - ook de mate van slechthorendheid bij ouderen zal toenemen (Bowl, 2019).

De intensiteit van geluid wordt uitgedrukt in decibel (dB). Een afgeleide van de dB is de dB(A), deze maat houdt reke-

ning met de gevoeligheid van het menselijk oor voor verschillende frequenties. Met elke toename van 3 dB in geluidsintensiteit verdubbelt de totale geluidsenergie. Bij een verdubbeling van de totale geluidsenergie levert halvering van de blootstellingstijd dezelfde totale geluidsenergie op. Deze totale geluidsenergie bepaalt de (kans op) schade. Zo staat wekelijks 1 uur luisteren naar 103 dB(A) gelijk aan wekelijks 2 uur luisteren naar 100 dB(A). En wekelijks 1 uur luisteren naar 100 dB(A) staat gelijk aan wekelijks 8 uur luisteren naar 91 dB(A). Een langere blootstelling aan een lagere geluidsintensiteit kan dus tot eenzelfde risico op gehoorschade leiden als een kortere blootstelling aan een hogere geluidsintensiteit. Daarbij maakt het niet uit waar het geluid door wordt veroorzaakt. Allerlei soorten geluiden kunnen gehoorschade veroorzaken. Een uitzondering betreft de onmiddellijke gehoorschade, die kan optreden bij zeer hoge geluidsniveaus > 120 dB (Natarajan, 2023).

Preventie

Kinderen worden kort na hun geboorte en als ze 4 tot 6 jaar oud zijn gescreend op het gehoor. Daarna vinden er nog drie vaste contactmomenten plaats: in groep 7 van het basisonderwijs, en in de klassen 1-2 en 3-4 van het voortgezet onderwijs. Hierbij stelt de jeugdarts vragen over het gehoor, maar er vindt geen echte gehoorscreening meer plaats. Daarnaast wordt er voor de laatstgenoemde doelgroep vanuit VeiligheidNL een optionele online JGZ module aangeboden, met hierin de mogelijkheid tot het afnemen van een screeningsvragenlijst over risicovol luistergedrag en een screeningstest (spraak-in-ruistest). Dit wordt ook aangeboden voor het MBO.

Een Zwitserse studie (Diviani, 2021) stelt dat preventie van gehoorschade door lawaai een “must” zou moeten zijn, bijv. door het gebruik van persoonlijke gehoorbescherming, zoals oordoppen, oorpluggen, etc.. De studie laat zien dat de awareness onder jongeren en jongvolwassenen (16-35 jarigen) groeit. Men beseft dat gehoorbescherming noodzakelijk is.

Het Ministerie van VWS, VeiligheidNL, GGD GHOR en de verschillende organisaties betrokken bij het aanbieden van versterkte muziek hebben zich verenigd in het inmiddels “Vierde Convenant Preventie Gehoorschade Versterkte Muziek”. Binnen dit Convenant werken de partners aan verschillende preventieve maatregelen. Men heeft o.a. beloofd zich in te zetten voor het meten en monitoren van geluidsniveaus, en zich hierbij te houden aan een maximaal gemiddeld blootstellingsniveau van 103 dB(A) gemeten over 15 minuten. Ook zet men zich in voor het aanbieden van betaalbare en adequate gehoorbeschermingsmiddelen op locatie (met een minimale damping van 15 dB). Bovendien wordt door middel van voorlichting, educatie en gedragsinterventies (binnen de “I Love My Ears” campagne) gewerkt aan het bevorderen van meer bewustwording en gedragsverandering., bijvoorbeeld ten aanzien van het dragen van gehoorbescherming, het afstand nemen van de boxen, en het inlassen van geluidspauzes. Tot slot is deskundigheidsbevordering onder de werknemers van de verschillende betrokken organisaties een speerpunt. Er zijn gemeenten waar de regelgeving voor muziekevenementen nog iets verder zal worden aangescherpt.

Gehoorschade veroorzaakt door blootstelling aan hard lawaai is onomkeerbaar en medicamenteus of operatief niet te genezen ook al wordt soms succesvol hyperbare zuurstoftherapie toegepast. Maar de wetenschappelijke ‘evidence’ is gering. Mensen met een gehoorverlies kunnen baat hebben bij gehoorrevalidatie met een hoortoestel of – bij zeer ernstige gehoorverliezen – met een cochleair implantaat. Mensen met ernstige tinnitus en hyperacusis kunnen baat hebben bij cognitieve gedragstherapie.

Modelvorming

In dit document wordt een model voorgesteld waarmee de mate van onveilig luistergedrag bepaald kan worden. Hierbij volgen wij onderstaande uitgangspunten:

- 1) Als beginpunt voor het bepalen van het risico op gehoorschade door harde muziek in de vrijetijdsfeer is de norm voor werkenden in de Arbo-wetgeving gehanteerd. Deze is gebaseerd op algemeen geaccepteerde wetenschappelijke modellen die feitelijk worden samengevat in ISO-1999 (2013):

“Er is een kans van 50% op een afname van de gehoordrempel met 5 dB in beide oren gemeten over de frequenties 2, 3 en 4 kHz wanneer een werknemer 40 jaar lang 8 uur per dag wordt blootgesteld aan een gemiddeld geluidsniveau van 85 dB(A)”.

Vanaf dit geluidsniveau zijn werknemers verplicht om zichzelf te beschermen met geschikte gehoorbeschermers. Deze gehoorbeschermers worden door de werkgever ter beschikking gesteld (dit is al een verplichting vanaf 80 dB(A)), en de werkgever moet er ook op toezien dat de werknemers de aangeboden gehoorbescherming daadwerkelijk gebruiken. In deze expert opinion gaan wij impliciet uit van de hypothese dat industriellawaai en vrije-tijdslawaai dezelfde kans op gehoorschade geven (zie ook Neitzel et al., 2019). Ook is er in deze Ex-

pert Opinion voor gekozen om de schade te definiëren als het gehoorverlies, gemiddeld bij 2, 3 en 4 kHz. Enerzijds is het gehoor voor deze frequenties het meest gevoelig voor lawaaischade. Anderzijds zijn deze frequenties zeer relevant voor de communicatie (ISO-1999). Het gehoorverlies bij 6 kHz wordt weinig gemeten en is gevoeliger voor meetfouten vanwege staande golf interferentie in het oorkanaal (Lapsley Miller, 2018).

- 2) Het door ons voorgestelde model dient aan te sluiten bij de nieuwe WHO “Global standard for safe listening in venues & events” (2022), rekening houdend met een blootstellingsduur van 20 jaar versus 40 jaar, en blootstelling op verschillende leeftijden: L_{EX8h} (WHO) past bij 40-jarige blootstelling 8 uur per dag en wij gaan uit van 20-jarige blootstelling gemiddeld 3 uur per dag. Deze expert opinion gaat er van uit dat het percentage mensen van 35 jaar of ouder, dat zich meer dan 3 uur per dag blijft blootstellen aan harde muziek relatief klein is. En dat past bij onderstaande figuur (Neitzel, 2019), ermee rekening houdend dat Neitzel middelt bij 1, 2, 3 en 4 kHz en wij uitgaan van het gemiddelde bij 2, 3 en 4 kHz. In onze situatie zou de onderste blauwe curve in Figuur 1 iets naar boven schuiven, “richting 5 dB”.

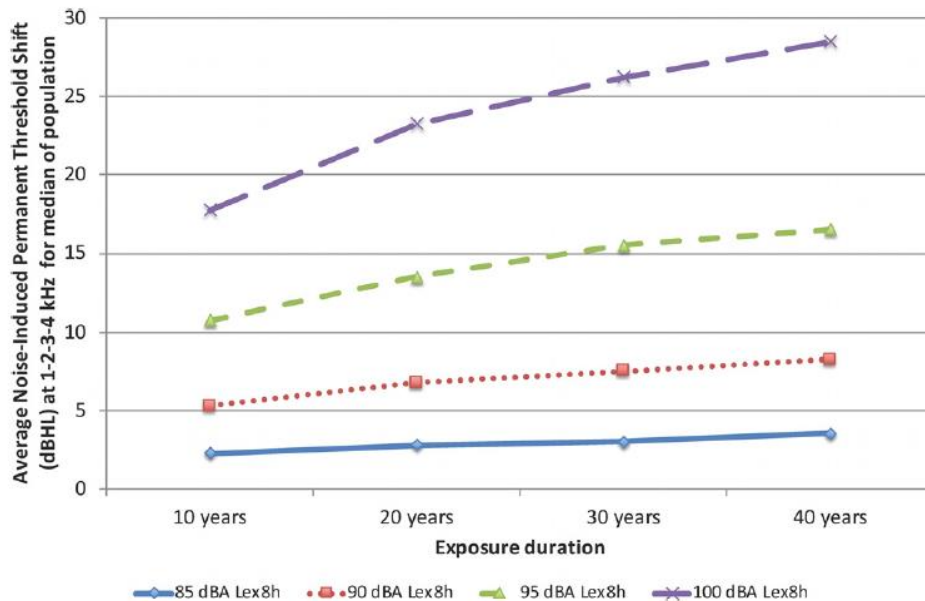


FIG. 1. (Color online) Average noise-induced permanent threshold shift (dBHL) at 1-2-3-4 kHz for median individual in the adult population (≥ 18 year old) for a given 8-h equivalent exposure level (L_{EX8h}) and duration (derived from ISO, 2013).

- 3) De onder 1) beschreven Arbo-norm gaat uit van zeer regelmatige blootstelling: elke werkdag van 8 uur tijdens een arbeidsleven van 40 jaar. Maar blootstelling aan harde muziek vindt in de praktijk minder regelmatig plaats en bijna altijd korter dan 40 jaar lang. Wij stellen daarom een aangepast model voor. Onze hypothese is dat jongeren en jong volwassenen gemiddeld 20 jaar risico lopen door regelmatige blootstelling aan harde muziek. Dit getal is o.a. gebaseerd op de studies van Ineke Vogel (2019), Diviani (2021) en de WHO (2022). De populatie “at risk” bevindt zich hoofdzakelijk in de leeftijdsgroep van 12 à 16 tot 35 jaar. Roberts (2019) concludeert dat maximaal 5 dB gehoorverlies verwacht mag worden bij kinderen en jongeren die zich tot hun 18^e jaar regelmatig blootstellen aan muzieklawaaï. Meestal neemt op oudere leeftijd de belasting door gebruik van persoonlijke muziekspelers en het regelmatige bezoek aan discotheken en popconcerten af. Hierbij is van belang op te merken dat de schade – bij een gelijk blijvende expositie – in de eerste jaren het sterkst is. Als de totale expositie langer dan 20 jaar duurt zal een model gebaseerd op 20 jaar expositie een relatief kleine onderschatting geven van de te verwachten schade na een expositie > 20 jaar (zie onderste blauwe curve in figuur 1 in Neitzel, 2019).
- 4) Hoewel er in de literatuur weinig hard bewijs te vinden is dat het gehoor van jongeren kwetsbaarder is voor lawaaischade dan van ouderen, zijn wij – samen met andere experts – van mening dat de kans groot is dat deze extra gevoeligheid bestaat (Roberts, 2019; Neitzel, 2019; WHO, 2019 & 2022). De WHO wijst hier op en gebruikt Neitzel en Roberts als referenties: er wordt gesproken over twee groepen kinderen: young children < 12 jaar en teenagers (12-18 jaar). Het RIVM rapport van 2018 (Gommer, 2018), mede gebaseerd op een eerdere studie (Gommer, 2013) wijst hier ook op: kinderen zijn minder goed in staat zelf maatregelen te nemen om gehoorschade te voorkomen, en differentieert naar 3 leeftijdsgroepen: t/m 13 jaar, 14-15 jaar en 16 jaar en ouder. Op basis

hiervan (WHO, Roberts, Neitzel, RIVM) nemen wij in het model een leeftijdsafhankelijkheid op waarbij de grenswaarden voor jongeren strenger zijn dan die voor volwassenen. In het model werken wij met drie leeftijdsgroepen: kinderen tot 12 jaar, jongeren van 12 tot 18 jaar en volwassenen van 18 jaar en ouder.

- 5) De grenswaarden voor kinderen en jongeren zijn respectievelijk 10 dB en 6 dB strenger dan de grenswaarden voor volwassenen, conform het WHO-advies (Roberts, 2019; Neitzel, 2019; WHO, 2022).

Technische details

Bij het bepalen van het risico op gehoorschade gelden verder de volgende uitgangspunten:

- Geluidniveaus worden gemeten in dB(A) en wel als $L(A)_{eq}$ gemiddeld over 15 min.
- Piekniveaus worden gemeten in dB(C)
- Als maximaal piekniveau geldt 140 dB(C) voor volwassenen en 120 dB(C) voor kinderen en jongeren onder 18 jaar, conform de richtlijnen van de WHO (2019 & 2022).
- Niveaus worden gemeten vóór de ingang van de gehoorgang (luisteren via een oortje naar muziek op mobiele telefoon) of op de plaats van de luisteraar (discotheek, concert).
- Alle geluiden boven 70 dB(A) worden meegenomen in de berekening van de blootstelling, omdat geluiden onder 70 dB(A), naar men aanneemt, niet of nauwelijks bijdragen aan gehoorschade (WHO, 2022).
- De blootstelling wordt omgerekend naar een equivalent niveau (L_{eq}) voor een blootstelling van 40 uur/week.
- Wij gaan uit van een gemiddelde “vrijetijds” blootstellingsduur van 3 uur per dag (dagelijks, maar niet 8 uur), anders dan L_{EX} (Neitzel, 2019), die rekening houdt met 8 uur per dag. Dit levert een correctie op van 4 dB. E.e.a. valt ook op te maken uit figuur 1 (Neitzel, 2019). We realiseren ons dat er genoeg mensen zijn die vaak een dansfeest of festival bezoeken dat langer duurt dan 3 uur per dag, maar zeker niet dagelijks. In de literatuur is daarover nog geen eensluidende opvatting gepubliceerd, voor zover we kunnen nagaan. Zie voetnoot!¹
- Een verdubbeling van de blootstellingsduur levert een toename van het L_{eq} van 3 dB op.

Risico op gehoorschade door muziekgeluid in de vrije tijd: een normatief model

In deze expert opinion hebben wij er voor gekozen om voor de effecten op een hele groep te werken met de mediaan (50% kans, ook wel P50 genoemd). Voor individuele kansen kunnen ook andere percentiepunten worden berekend. Er zijn verschillende oorzaken voor de verschillen tussen individuele vatbaarheid c.q. gevoeligheid voor binnenoorgehoorschade door geluid (zie Willcox, 2007).

Ons voorstel is dus uit te gaan van de mediaan (P50) van het gemiddelde gehoorverlies bij 2/3/4 kHz voor een blootstellingstermijn van 20 jaar. Uit berekeningen via het ISO-1999 (2013) model zijn de bijpassende grenswaarden berekend.

Er zijn aparte beoordelingsmodellen voor elk van de drie leeftijdsgroepen.

In het beoordelingsmodel voor volwassenen (18 jaar en ouder) onderscheiden wij vier condities:

- **Groen** als de mediaan van het gemiddelde verlies bij 2/3/4 kHz na 20 jaar blootstelling verwaarloosbaar is. Dit geldt voor geluidsbelastingen met een $L_{eq} < 85$ dB(A).
- **Blauw** als de mediaan van het gemiddelde verlies bij 2/3/4 kHz na 20 jaar blootstelling kleiner is dan 5 dB. Dit geldt voor geluidsbelastingen met een $L_{eq} < 88$ dB(A).
- **Oranje** als bovengenoemde mediaan groter is dan 5 dB, maar kleiner dan 10 dB. Dit geldt voor geluidsbelastingen met een $L_{eq} < 92$ dB(A).
- **Rood** als bovengenoemde mediaan groter is dan 10 dB. Dit geldt voor geluidsbelastingen met een $L_{eq} > 92$ dB(A).

¹ We concluderen het volgende expliciete, duidelijke en gemakkelijk reproduceerbare standpunt als acceptabel criterium voor risico op gehoorverlies. De kans op gehoorverlies is niet alleen afhankelijk van het expositieniveau maar ook van de expositieduur en daarom gebruiken wij deze formule: $L_{eq} = L - 10 \cdot 10 \log(8/H) - 10 \cdot 10 \log(7/D) - 10 \cdot 10 \log(4/W)$. Voor het stellen van een norm in deze expert opinion gaan wij uit van een “gemiddelde bezoeker” van popconcerten die zijn oren gemiddeld 3 uur per dag ($H=3$), 7 dagen per week ($D=7$), 4 weken per maand ($W=4$) blootstelt aan harde muziek. Het risico op gehoorverlies is gebaseerd op de regels van NIOSH-126 (1998), ISO-1999 (2016) en OSHA (1983): 50% kans op 5 dB gehoorverlies in beide oren bij frequenties in het spraakgebied (2, 3 en 4 kHz) na 40 jaar blootstelling van 8 uur per dag aan 85 dB(A) lawaai. Volgens deze regel moet dezelfde hoeveelheid gehoorverlies worden verwacht na 20 jaar blootstelling van 8 uur aan 88 dB(A) lawaai. Als de uitkomst L_{eq} van het gemiddelde equivalente geluidsblootstellingsniveau van deze mensen lager is dan deze 88 dB(A)-norm (50% kans op 5 dB gehoorverlies na 20 jaar blootstelling, 8 uur per dag), dan is de conclusie dat deze mensen een (redelijk) veilige manier hebben om naar hun favoriete muziek te luisteren. Als de uitkomst L_{eq} hoger is dan 88 dB(A) maar lager dan 92 dB(A), overeenkomend met 3 uur per dag blootstelling in plaats van 8 uur, dan is de conclusie dat het luistergedrag tamelijk onveilig is (bescheiden risico op het ontwikkelen van substantieel gehoorverlies). Als de uitkomst L_{eq} hoger is dan 92 dB(A), dan is de conclusie dat hun gedrag onveilig is (groot risico op het ontwikkelen van aanzienlijk gehoorverlies).

Het is belangrijk te benadrukken dat het gaat om de blijvende schade, de zogenaamde Permanent Threshold Shift (PTS), die na 20 jaar expositie optreedt bij oren met een gemiddelde gevoeligheid. Als er naast belasting door muziekgeluid nog andere bronnen van hard geluid zijn, zoals ander vrijetijdsgeluid (bijv. door klussen, motor rijden, of sportevenementen) of lawaai op de werkplek, zullen de risico's op gehoorschade groter zijn. De totale effecten kunnen worden berekend door een geïntegreerde benadering in termen van L_{eq} , zoals in de Arbo-wereld gebruikelijk is.

De Generation-R studie (Le Clercq, 2018) laat zien dat bij 14% van alle 9-11 jarigen zogenaamde “lawaaidips” worden gemeten, wat mogelijk geassocieerd is met het luisteren naar muziek op de mobiele telefoons. Voor alle groepen: jonger dan 12 jaar, 12 tot 18 jaar en jongvolwassenen zal er een gecombineerd effect zijn van bezoek aan muzikale evenementen en het luisteren naar muziek via oortjes of een hoofdtelefoon. Mede daarom houden we in het normatieve model rekening met dagelijkse belasting, en zoals gememoreerd gemiddeld 3 uur per dag.

Men moet er verder van uitgaan dat de effecten van de normale veroudering van het gehoor: “generieke” gehoorvermindering vanaf 40- à 50-jarige leeftijd, bij deze schade moeten worden opgeteld.

Voor de leeftijdsgroep van 12 tot 18 jaar worden bovenstaande grenswaarden verlaagd met 6 dB.

Voor de leeftijdsgroep jonger dan 12 jaar worden bovenstaande grenswaarden verlaagd met 10 dB.

In bijlage 1 wordt de inhoud van deze expert opinion verwoord voor een breder publiek.

De inhoud van deze expert opinion is toegepast bij <https://www.oorcheck.nl/test-jezelf/check-out>, zie ook bijlage 2.

Referenties

Bowl MR, Dawson SJ. Age-Related Hearing loss. Cold Spring Harb Perspect Med. 2019.

Le Clercq CMP, Goedegebure A, Jaddoe VWV, Raat H, Baatenburg de Jong RJ, van der Schroeff MP. Association Between Portable Music Player Use and Hearing Loss Among Children of School Age in the Netherlands. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2018.

Degeest S, Corthals P, Keppler H. Evolution of hearing in young adults: Effects of leisure noise exposure, attitudes, and beliefs toward noise, hearing loss, and hearing protection devices. Noise Health. 2022.

De Laat JAPM, van Deelen L, Wiefferink K. Hearing Screening and Prevention of Hearing Loss in Adolescents. J Adolesc Health. 2016.

Dillard LK, Arunda MO, Lopez-Perez L, Martinez RX, Jiménez L, Chadha S. Prevalence and global estimates of unsafe listening practices in adolescents and young adults: a systematic review and meta-analysis. BMJ Glob Health. 2022.

Diviani N, Chadha S, Arunda MO, Rubinelli S. Attitudes towards Safe Listening Measures in Entertainment Venues: Results from an International Survey among Young Venue-Goers. Int J Environ Res Public Health. 2021

Dreschler WA, Sheikh Rashid M, de Laat JAPM. Gehoor: een gevoelig thema. JGZ Tijdschrift voor jeugdgezondheidszorg 2018.

Eichwald J, Themann CL, Scinicariello F. Safe Listening at Venues and Events with Amplified –usic - United States, 2022. Morb Mortal Wkly Rep. 2023.

Engdahl B, Aarhus L. Personal Music Players and Hearing Loss: The HUNT Cohort Study. Trends Hear. 2021.

Gezondheidsraad. Advies Gehoorschade door versterkte muziek. 2022.

<https://www.gezondheidsraad.nl/onderwerpen/preventie/documenten/adviezen/2022/11/30/advies-gehoorschade-door-versterkte-muziek>.

Gommer, M. Gehoorschade en geluidsblootstelling in Nederland – inventarisatie van cijfers. RIVM rapport 020023001/2013.

- Gommer AM, Verweij A, Snijders BEP. Advies maximale geluidsniveaus voor muziekactiviteiten. RIVM rapport 2017-0159.
- ISO 1999. Estimation of noise-induced hearing loss. 2013.
- ISO 1999. Inschatting van gehoorverlies door lawaai. 2016. <https://www.nen.nl/nen-iso-1999-2016-en-217568>.
- Jacquemin L, van der Poel N, Biot L, Schollaert J, Bonn   F, Vanderveken OM, Lammers MJW, Van Rompaey V, Gilles A. Prevalence of tinnitus and hyperacusis in 9-12-year-old children. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2023.
- Jiang W, Zhao F, Guderley N, Manchaiah V. Daily music exposure dose and hearing problems using personal listening devices in adolescents and young adults: A systematic review. Int J Audiol 2016.
- Lapsley Miller JA, Reed CM, Robinson SR, Perez ZD. Pure-Tone Audiometry With Forward Pressure Level Calibration Leads to Clinically-Relevant Improvements in Test-Retest Reliability. Ear Hear. 2018.
- Le TN, Straatman LV, Lea J, Westerberg B. Current insights in noise-induced hearing loss: a literature review of the underlying mechanism, pathophysiology, asymmetry, and management options. J Otolaryngol Head Neck Surg. 2017.
- Martens, Jellema I. Wat werkt dossier: Preventie van gehoorschade. VeiligheidNL. Rapport 783. 2019. <https://www.veiligheid.nl/kennisaanbod/handreiking/wat-werkt-dossier-preventie-van-gehoorschade>.
- McCormack A, Edmondson-Jones M, Somerset S, Hall D. A systematic review of the reporting of tinnitus prevalence and severity. Hear Res. 2016.
- Natarajan N, Batts S, Stankovic KM. Noise-Induced Hearing Loss. J Clin Med. 2023. Erratum in: J Clin Med. 2024.
- Neitzel RL, Fligor BJ. Risk of noise-induced hearing loss due to recreational sound: Review and recommendations. J Acoust Soc Am. 2019.
- Pienkowski M. Loud Music and Leisure Noise Is a Common Cause of Chronic Hearing Loss, Tinnitus and Hyperacusis. Int J Environ Res Public Health. 2021.
- Rademaker MM, Smit AL, Brabers AEM, de Jong JD, Stokroos RJ, Stegeman I. Using Different Cutoffs to Define Tinnitus and Assess Its Prevalence-A Survey in the Dutch General Population. Front Neurol. 2021.
- Roberts B, Neitzel RL. Noise exposure limit for children in recreational settings: Review of available evidence. J Acoust Soc Am. 2019.
- Rydzynski K. Potential health risks of exposure to noise from personal music players and mobile phones. SCENIHR. European Commission. 2008.
-   liwińska-Kowalska M, Zaborowski K. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Permanent Hearing Loss and Tinnitus. Int J Environ Res Public Health. 2017.
- Vogel I. Music-Listening Behavior of Adolescents and Hearing Conservation: many risks, few precautions. PhD thesis Erasmus Universiteit Rotterdam. 2019.
- WHO – Environmental noise guidelines for the European Region. Geneva: World Health Organization; 2019. <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563>.
- WHO - Global standard for safe listening venues and events. Geneva: World Health Organization; 2022. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240043114>.
- Willcox TO, Artz GJ – Auditory System Disorders, in Neurology and Clinical Neuroscience. Elsevier. 2007.

Instemmende instanties (zie Colofon op pagina 2)



NEDERLANDSE VERENIGING
VOOR **KLINISCHE FYSICA**

hoormij
federatie NVVS | FOSS | SH-Jong



veiligheid  nl
kenniscentrum letselpreventie



Federatie
**Medisch
Specialisten**

Bijlage 1: tekst voor de voorlichting aan een breed publiek, dat zich blootstelt aan muziekgeluid

Geluid hoort bij het leven. Het is immers overal om ons heen. En wie houdt er niet van luisteren naar muziek en dansen op een lekker ritme? Wie te vaak aan harde geluiden bloot staat, loopt risico op gehoorschade. Meestal beginnend met de welbekende “piep in de oren” (tinnitus), die een voorbode kan zijn van blijvende gehoorschade. Ieder jaar neemt in Nederland het aantal jonge mensen met gehoorproblemen door muziek toe. Denk daarbij bijvoorbeeld aan discotheken, popconcerten en het luisteren naar muziek op mobiele telefoons.

VeiligheidNL heeft door gehoorexperts een norm laten opstellen voor schadelijk geluid in de vrije tijd, rekening houdend met een gemiddelde blootstellingsduur van 3 uur per dag gedurende 20 jaar. Dit is een standaard waarmee je kunt nagaan of het geluid kan leiden tot een zekere mate van gehoorschade. Onveilig geluid dus. In het schema hieronder is in kleur te zien wanneer hard geluid gehoorschade kan veroorzaken.

		Gemiddeld	Geluidniveau	(L_{eq})
Luistergedrag	Kans op gehoorschade	jonger dan 12 jaar	12 tot 18 jaar	18 jaar en ouder
Groen = “veilig”	mensen die zich blootstellen lopen een kleine kans op een licht gehoorverlies	lager dan 75 dB(A)	lager dan 79 dB(A)	lager dan 85 dB(A)
Blauw = acceptabel	mensen die zich blootstellen lopen een matige kans op een licht gehoorverlies	75 tot 78 dB(A)	79 tot 82 dB(A)	85 tot 88 dB(A)
Oranje = riskant	mensen die zich blootstellen lopen een grote kans op een licht gehoorverlies	78 tot 82 dB(A)	82 tot 86 dB(A)	88 tot 92 dB(A)
Rood = gevaarlijk	mensen die zich blootstellen lopen een grote kans op een licht tot matig gehoorverlies	82 dB(A) of hoger	86 dB(A) of hoger	92 dB(A) of hoger

Schema: veilig luistergedrag t.a.v. blootstelling aan muziekgeluid in de vrije tijd

Toelichting bij bovenstaande tabel

De waarden in deze tabel betekenen niet dat blootstelling boven een bepaalde waarde direct tot gehoorschade leidt. Gehoorschade door hard geluid is meestal het gevolg van blootstelling die zich over langere tijd opstapelt. Hierbij geldt dat de gevoeligheid verschilt per persoon. De tabel is gebaseerd op een model waarin wordt uitgegaan van gemiddeld 3 uur blootstelling aan muziekgeluid per dag gedurende 20 jaar. De waarden zijn daarom vooral bedoeld als richtlijn om het risico op gehoorschade op de langere termijn in te schatten. Een incidentele blootstelling boven een waarde uit de tabel betekent niet automatisch dat direct gehoorschade ontstaat. Regelmatige en langdurige blootstelling verhoogt het risico. Andere bronnen van hard geluid, bijvoorbeeld op het werk of tijdens het klussen, tellen daarnaast mee in de totale geluidsbelasting.

Voor kinderen en jongeren zijn uit voorzorg lagere waarden aangehouden. Zij zijn minder goed in staat om zelf risico's in te schatten en maatregelen te nemen om hun gehoor te beschermen.

Hoe kwam de norm tot stand?

Bij de norm voor schadelijk geluid in de vrije tijd zijn de gehoorexperts uitgegaan van de norm in het Arbeidsomstandighedenbesluit: https://wetten.overheid.nl/BWBR0008498/2024-08-01/#Hoofdstuk6_Afdeling3 (geluid), de Arbo-wet. Ook tijdens het werk kan er sprake zijn van te veel en/of te hard geluid. Denk bijvoorbeeld aan iemand die met een zaagmachine werkt of de barkeeper in een club. In de Arbo-wet zijn regels opgenomen om het gehoor van mensen op de werkvloer te beschermen. Daarin is bepaald dat bij geluiden boven de 80 dB(A), de werkgever verplicht is om maatregelen te nemen om gehoorschade bij werknemers te voorkomen. Dit moet hij doen door gehoorbescherming ter beschikking te stellen, gehoormetingen te laten uitvoeren en voorlichting te geven.

Goed om te weten

- Geluid wordt gemeten in decibel, afgekort: dB(A), rekening houdend met de gevoeligheid van ons oor.
- In sporthallen en bij autoraces is het geluid vaak te hard. Bij ijshockey bijvoorbeeld zijn geluidsniveaus gemeten van ver boven de 100 dB(A).
- Te vaak te hard geluid kan leiden tot tinnitus. Dit wijst op gehoorschade, die in veel gevallen ook blijvend is!

- Het geluidniveau wordt gemeten op de plaats van (het oor van) de luisteraar.
- Met de politiek en met diverse organisaties die betrokken zijn bij muziekevenementen zijn inmiddels afspraken gemaakt om het gehoor van bezoekers te beschermen. Ook in het buitenland is dat het geval. Het geluid mag niet harder zijn dan 103 dB(A). Er moet gehoorbescherming verkrijgbaar zijn en het publiek moet zich gemakkelijk kunnen terugtrekken naar ruimtes waar het stiller is. E.e.a. is opgenomen in het zogenaamde vierde convenant preventie gehoorschade (december 2023), zie <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/12/06/vierde-convenant-preventie-gehoorschade-versterkte-muziek>, mede naar aanleiding van een advies van de Gezondheidsraad ([ref.](#)). Gemeenten hebben de mogelijkheid de convenantafspraken op te nemen in hun vergunningverlening en daarop te handhaven.
- Niet iedereen is even gevoelig voor geluid. Bij de ene persoon ontstaat eerder gehoorschade dan bij de ander. De bovengenoemde adviezen gaan uit van een gemiddelde gevoeligheid.

Meer informatie is te vinden op <https://www.veiligheid.nl/themas/gehoorschadepreventie>.

Bijlage 2: toepassing op de uitkomsten van de website www.mp3check.nl

In ons model stellen wij voor om vier “risico”gebieden aan te geven: veilig luistergedrag (groen), acceptabel luistergedrag (blauw), riskant luistergedrag (oranje), en onveilig luistergedrag (rood).

Het model voor risico op gehoorschade als gevolg van harde muziek in de vrije tijd wordt dan als volgt geformuleerd:

- **Groen:** $L_{eq} < 85 \text{ dB(A)}$: < 10% van de mensen die zich blootstellen loopt lichte gehoorschade tot 5 dB op
- **Blauw:** $85 \text{ dB(A)} \leq L_{eq} < 88 \text{ dB(A)}$: minder dan 5% kans op een (hoge-tonen) gehoorverlies van 10 dB of meer na 20 jaar expositie
- **Geel:** $88 \text{ dB(A)} \leq L_{eq} < 92 \text{ dB(A)}$: 5% tot 50% kans op een (hoge-tonen) gehoorverlies van 10 dB of meer na 20 jaar expositie
- **Rood:** $L_{eq} \geq 92 \text{ dB(A)}$: meer dan 50% kans op een (hoge-tonen) gehoorverlies van 10 dB of meer na 20 jaar expositie en een kans van 5% dat het (hoge-tonen) gehoorverlies zelfs groter is dan 20 dB na 20 jaar expositie

Met een kans van 50% wordt bedoeld dat 50% van de betrokkenen een groter gehoorverlies zal ontwikkelen en dat 50% een kleiner gehoorverlies zal vertonen dan de aangegeven dB-waarde.

Voor het berekenen van de L_{eq} -waarde is een aantal gegevens nodig:

- het gemiddelde geluidsniveau waaraan iemand zich blootstelt (L)
- het aantal uren per dag dat men zich aan het geluid blootstelt (U)
- het aantal dagen per week dat men zich aan het geluid blootstelt (D)
- het aantal weken per maand dat men zich aan het geluid blootstelt (W).

In onderstaande tabel staan enkele voorbeelden voor de leeftijdsgroep 18 jaar en ouder:

L	U	D	W	L_{eq}	jonger dan 12 jaar	12 tot 18 jaar	18 jaar en ouder
80	8	5	4	80	ORANJE	BLAUW	GROEN
86	4	3	4	85	ROOD	ORANJE	BLAUW
70	8	7	4	70	GROEN	GROEN	GROEN
88	2	2	4	87	ROOD	ROOD	BLAUW
82	4	1	1	80	ORANJE	BLAUW	GROEN
95	2	1	1	93	ROOD	ROOD	ROOD
78	2	1	1	76	BLAUW	GROEN	GROEN
92	2	1	1	90	ROOD	ROOD	ORANJE
75	1	1	1	73	GROEN	GROEN	GROEN
95	1	1	1	93	ROOD	ROOD	ROOD
103	1	2	3	101	ROOD	ROOD	ROOD

Op de website <https://www.oorcheck.nl/test-jezelf/check-out> is e.e.a. uitgewerkt en kan het risico berekend worden door de getallen L, U, D en W op te geven, zie ook de formule in voetnoot op pagina 9.