

## Beroepslechthorendheid

### Typische lawaaispectra en karakteristieke audiogrammen bij verschillende beroepen

DR. H. A. VAN LEEUWEN,  
Bedrijfsarts B.G.D., Dordrecht  
IR. J. VAN DEN EIJK,  
Hoofd afd. Geluid en Licht,  
Instituut voor Gezondheids-  
techniek T.N.O.

Na de inleiding van Bonjer volgen thans enkele bijzonderheden over de werkzaamheden van de werkgroepen Audiometrie en Relatie lawaai en lawaaidoofheid. Misschien kan tevens duidelijk gemaakt worden, waarom en in welke vorm wij hulp van de bedrijfsartsen nodig hebben bij onze verdere arbeid.

Beide werkgroepen hebben tot nu toe vrij nauw afgewerkt, vooral in die zin dat enkele werkobjecten door beide beurtelings werden bewerkt en becritiseerd. Zoals Bonjer reeds mededeelde, betreft dit:

1. een voorschrift voor normalisatie van audiometers ten dienste van het onderzoek naar gehoorverliezen door lawaai;
2. een werkvoorschrift ten behoeve van audiometristen voor het bepalen van de gehoordrempel;
3. een audiogramkaart.

Hoewel deze laatste, in tegenstelling tot de andere twee, nog de definitieve goedkeuring van de werkgroep Audiometrie behoeft, zijn de besprekingen zover gevorderd, dat ik hem toch thans bij u wil introduceren.

#### Registratie van gegevens

De audiogramkaart is ontworpen voor min of meer algemeen bedrijfsgeneeskundig gebruik, maar tevens geschikt voor een „hearing conservation program” door een bedrijfsgeneeskundige dienst zelf of voor een groter onderzoek voor bijvoorbeeld de werkgroep Relatie T.N.O.

Er bestaat gelegenheid voor het intekenen van het audiogram van linker- en rechteroor op afzonderlijke diagrammen met internationaal geaccepteerde verhoudingen. Voor de onderverdeling van het audiogram zijn 1/3 octaven gekozen, omdat ook bij de lawaaimeting een tendentie bestaat 1/3 octaven te kiezen, indien men een nauwkeuriger analyse wenst. Het is de bedoeling, dat bij het audiometreren de gegevens rechtstreeks in deze diagrammen worden weergegeven. Semi-automatische notitie in een cirkelvormig audiogram biedt naar het oordeel van de werkgroep meer nadelen dan voordelen.

Publ. no. 167 v.h. Inst. v. Gezondheidstechniek T.N.O.

Er zijn twee modellen uitgewerkt: voor een kaartsysteem, resp. voor een ordner-archief. Behalve een begeleidende uitleg voor degenen, die deze kaart zullen gaan toepassen, wordt tevens een hulpformulier voor audiometristen gegeven. Dit heeft dezelfde indeling als de systeemkaart of het ordnerformulier en geeft telkens in het desbetreffende vak de juiste manier van invullen aan.

Vragenrijtjes (check-lists) vergemakkelijken de anamnese en bevorderen de uniformiteit bij het invullen. Of deze echter op het definitieve ontwerp aanwezig zullen zijn hangt onder meer van de beoordeling door de werkgroep Audiometrie af.

Het is niet nodig op elke audiogramkaart de lawaaiomstandigheden telkens opnieuw uitvoerig te vermelden. Met een serie-nummer kan verwezen worden naar de betrokken gegevens in een afzonderlijk archief van lawaaimetingen. Zijn geen metingen bekend, dan kan de sterkte geschat worden naar de mate van spraakmaskering.

#### Eigen controle van de apparatuur

Als aanvulling op de door Dr. Bonjer reeds genoemde ijk i n g van audiometers wordt ook gewerkt aan een speciaal voorschrift voor de audiometrist tot het zelf controleren van de apparatuur. Het hangt af van de instructie en de oplettendheid van de audiometrist of afwijkingen in de apparatuur snel worden ontdekt en hoe frequent de centrale keuring zal moeten geschieden.

#### Lawaaigegevens

Gezien de reeds in de voordracht van Bonjer genoemde moeilijkheden bij het vaststellen van een samenhang tussen lawaai-niveau en gehoorschade heeft de werkgroep Relatie lawaai en lawaaidoofheid zich in eerste aanleg toegelegd op het inventariseren van beschikbare lawaaispectra.

Industrieel lawaai kan zijn:

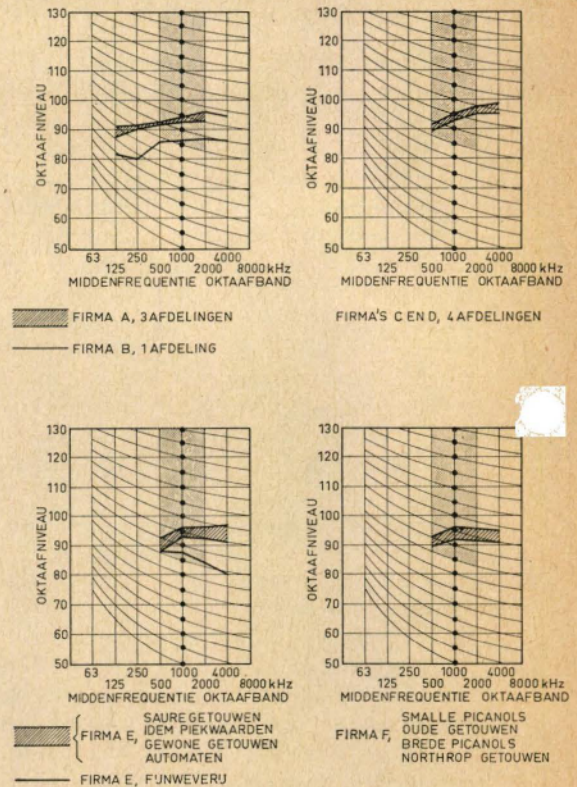
- a. hinderlijk, storend, irriterend;
- b. belemmerend voor de mondelinge communicatie;
- c. gevaarlijk voor het gehoororgaan.

Om te kunnen beoordelen of verwacht moet worden dat een bepaald geluid hinderlijk, belemmerend voor de mondelinge communicatie of gevaarlijk voor het gehoororgaan zal zijn, is het niet voldoende de „totale sterkte” te kennen. Het geluidsdruk-niveau zal in een aantal frequentiebanden bepaald moeten worden. Octaafbanden zijn voor dit doel als regel smal genoeg. Voor de drie genoemde categorieën is het frequentiegebied, waarbinnen het octaafbandspectrum bepaald moet worden, niet gelijk. Voor hinder is dit gebied het breedst, voor gehoorbeschadiging misschien het smalst.

Als eerste benadering gaat het erom een criterium te vinden, zodanig dat geluid, waarvan het spectrum aan dat criterium voldoet, een verwaarloosbare kans op gehoorbeschadiging geeft, terwijl deze kans voor geluid, waarvan het spectrum niet aan het criterium voldoet, niet verwaarloosd mag worden. Om tot een dergelijk criterium te komen is het nodig veel spectra en de daarbij optredende gehoorverliezen te meten. Is eenmaal een criterium gevonden, ook al is het desnoods maar een voorlopig criterium, dan is het mogelijk door het opnemen van het lawaaispectrum in een arbeidsomgeving na te gaan, of er kans op gehoorbeschadiging bestaat.

Nu kan het aantal nieuwe lawaaimetingen beperkt worden, wanneer een overzicht van reeds gedane metingen ter beschikking staat. Immers, wanneer uit zulk overzicht blijkt, dat voor een bepaalde industrie het geluidsspectrum op een gegeven arbeidsplaats ruimschoots in of ruimschoots buiten het gevaarlijke gebied ligt, dan is het niet erg waarschijnlijk, dat de situatie voor een overeenkomstig geval geheel anders zou liggen. Met het opstellen van een dergelijk overzicht van lawaaispectra behoeft niet gewacht te worden tot het criterium gevonden is, integendeel kan zo'n overzicht reeds nuttig zijn bij het vinden van een criterium. Dit is de reden dat thans een overzicht van beschikbare spectra is samengesteld. Het kan dienen als basis om na te gaan welke leemten er moeten worden opgevuld.

De spectra zijn samengevat op grafiekenbladen waarvan *figuur 1* een voorbeeld geeft. In de grafieken is de genormaliseerde verhouding voor de afstand van 10 dB op de verticale schaal en voor een octaaf op de horizontale schaal (4 : 3) aangehouden, evenals de genormaliseerde frequentieschaal voor de middens der frequentiebanden.



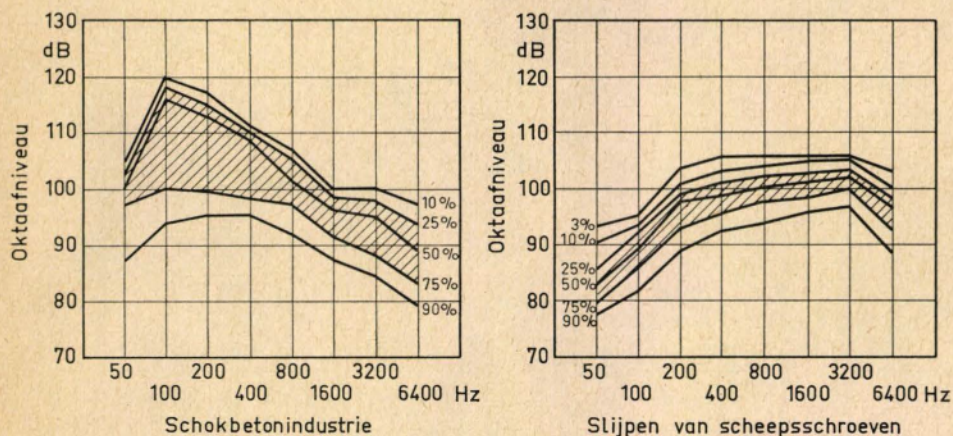
Figuur 1

Een bladzijde uit het „prentenboek” van industriële geluidsspectra.

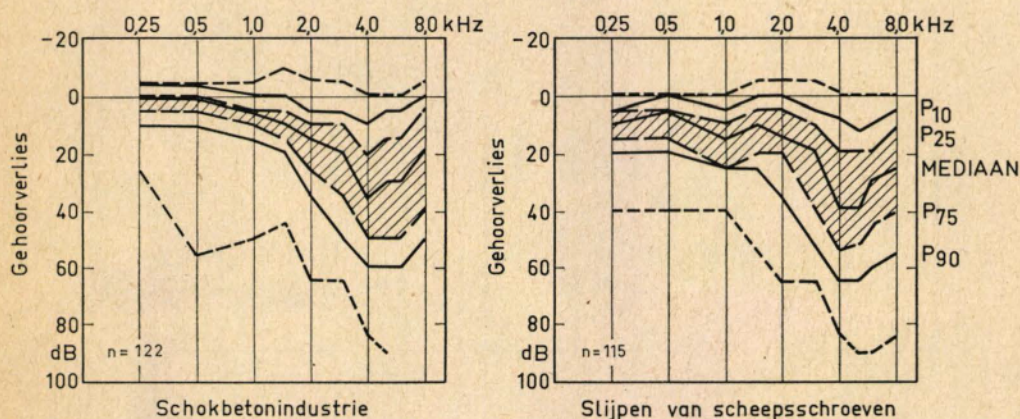
In de grafieken is telkens een curvenschaar getekend die ontleend is aan een ontwerp voor internationale normalisatie (International Standards Organization, Technical Committee 43) voor „Rating of noises” en die bedoeld is als een naderende samenvatting van overeenkomstige curvegrafieken voor toelaatbaar achtergrond-lawaai, spraakstoornisniveau, lawaai-graad en geluidhinder.

Door na te gaan, welke curve juist niet door het gemeten spectrum overschreden wordt, is het mogelijk met een redelijke nauwkeurigheid te voorspellen, of het desbetreffende geluid onder bepaalde omstandigheden hinder zal opleveren of de spraakcommunicatie ontoelaatbaar zal bemoeilijken (ook voor telefoneren). Wat de gehoorbeschadiging betreft wordt voorlopig alleen gekeken naar overschrijding van curve 85 binnen het frequentiegebied 500 tot 2000 Hz. Daarom is hier arcering aangebracht.

GELUID-SPECTRUM



AFDELINGSAUDIOGRAM



Figuur 2

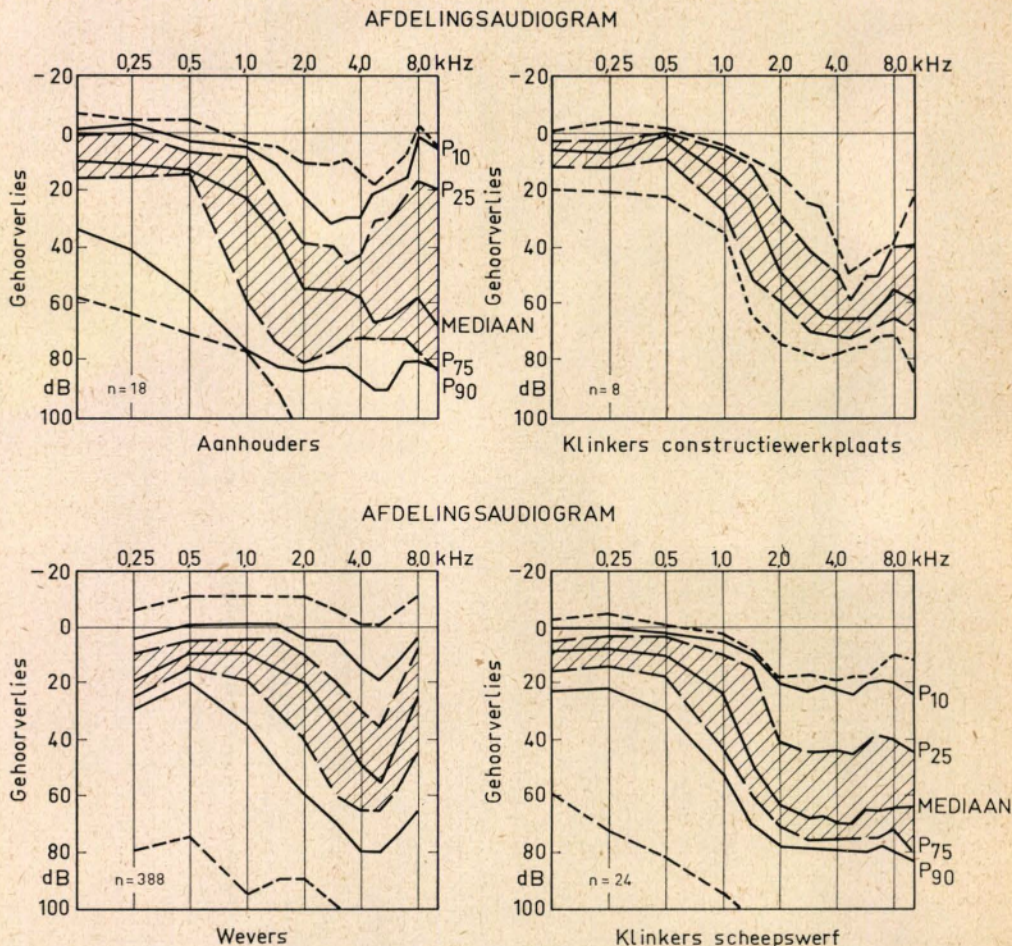
Metingen met de automatische geluidsanalyser (IG/TNO) en de daarmee corresponderende afdelingsaudiogrammen.

De bovenste twee figuren zijn geluidanalyses. De ingetekende lijnen geven per octaafband het geluidsniveau weer, dat gedurende het aangegeven percentage van de totale meetduur (verscheidene uren) werd bereikt. Onder elke figuur is het afdelingsaudiogram weergegeven van de in dit geluid werkzame groep personen. Voor een aantal toonhoogten is de frequentieverdeling der gehoorverliezen aangegeven. De mediaan is zo getrokken, dat de helft der gemeten oren een groter en de andere helft een kleiner gehoorverlies heeft. Het gearceerde gebied (tussen P<sub>25</sub> en P<sub>75</sub>) omvat 50 % van de waargenomen gehoorverliezen bij iedere toonhoogte, dus 25 % boven en 25 % onder de mediaan.

Overschrijdt het gemeten spectrum ergens het gearceerde gebied, dan is er reden om de in het desbetreffende lawaai werkende arbeiders onder audiometrische controle te houden, zo luidt dit criterium, dat voorlopig als werkhypothese door de werkgroep is aanvaard. Het geldt alleen voor onveranderlijk geluid en voor expositie gedurende

tenminste 5 uur per dag gedurende tenminste 15 jaar.

Dat niet alleen het gearceerde gebied, maar ook een groot aantal „rating”-curven zijn opgenomen is, omdat de gebruiker van de „lawaaispectra-atlas” de spectra daardoor niet alleen kan toetsen op hun gevaar voor het gehoororgaan, maar ook op hun



Figuur 3

Een bladzijde uit het „prentenboek” van afdelingsaudiogrammen.

invloed op spraakverstaanbaarheid en hinder, wat onder omstandigheden van belang kan zijn.

#### Audiogrammen

Het ligt in de bedoeling naast deze lawaai-catalogus ook een gehoorverliezen-catalogus samen te stellen, waarin voor bepaalde arbeidsomstandigheden (industrieën of beroepen) zg. afdelings- of groepsaudiogrammen zijn opgenomen. Deze geven de statistische verdeling der gehoorverliezen weer. Deze catalogus is niet alleen voor het onderzoek in kwestie gewenst, maar ook omdat het criterium voorlopig alleen van toepassing is op lawaai van gelijkblijvende sterkte en samenstelling en expositie gedurende de gehele werktijd, jaren lang.

Een „gehoorverliezen-catalogus” kan ook de statistische gehoorverliezen bevatten van beroepen, waarin men aan wisselende lawaai-expositie is blootgesteld, mits er maar op de een of andere manier sprake is van regelmatigheid.

Zo zou men kunnen verwachten, dat een groep wevers altijd een gelijksoortig groeps-audiogram heeft, in welk bedrijf ook gewerkt wordt. Maar evengoed zou hetzelfde kunnen gelden voor beroepen, waar de lawaai-expositie erg wisselend is, maar toch, over een langere tijd gezien, een gelijksoortig patroon vertoont, bijv. smeden, timmerlieden, typistes, machinisten, drukkers.

Wij zijn evenals bij de geluidspectra begonnen met het bij de leden van de werkgroep voorhanden

audiogrammenmateriaal te verzamelen, maar nog sterker dan bij de spectra bleken hier grote lacunes te bestaan. Wij beschikken over een aantal *lawaai*-metingen met hoge waarden en aanvulling is vooral nodig voor „interessante” spectra met meetwaarden, die juist in het overgangsgebied tussen wel en niet schadelijk liggen. Ook in de literatuur kan men betrouwbare gegevens vinden van grote series geluidmetingen in de industrie.

Terloops kan worden opgemerkt, dat metingen met de prachtige automatische geluid-analysator van T.N.O. enkele malen mogelijk zijn geweest in werkelijke bedrijfsmilieus, gelukkigerwijze, steeds gekoppeld met audiometrisch onderzoek van het daar werkende personeel (figuur 2, p. 215). Maar verder zijn gegevens van *gehoormetingen* dun gezaaid en bovendien vaak als gemiddeld audiogram bewerkt en niet als groepsaudiogram, waardoor toch veel informatie verloren gaat.

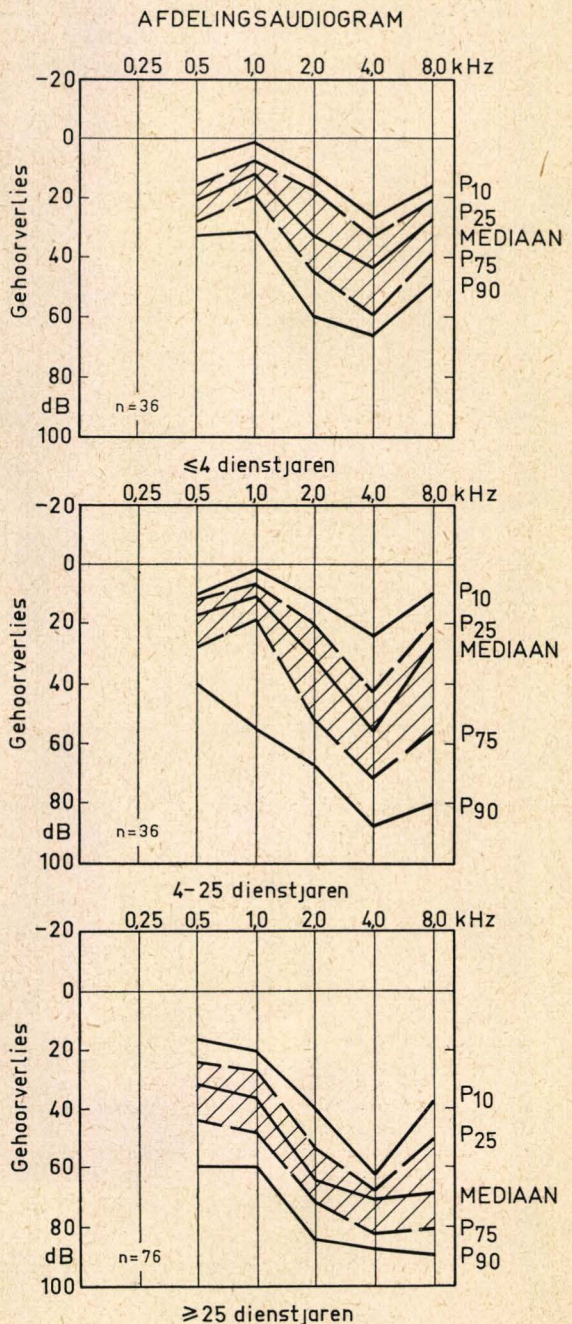
De werkgroep beschikt thans over een 60-tal afdelings-audiogrammen van ongeveer 30 soorten arbeid, betreffende in totaal ongeveer 1250 personen (figuur 3, p. 216).

Al lijkt dit op het eerste gezicht niet zo weinig, de bruikbaarheid valt zeer tegen door de heterogene samenstelling. De enige homogene groep die goed vertegenwoordigd is, is die van de wevers, omvattende 400 personen verdeeld over 4 bedrijven. Aan een andere analyse van deze groep wordt nog gewerkt ter verbetering van het inzicht in de gecombineerde invloed van presbycusis en aantal expositie jaren (figuur 4).

De schaarse gegevens logenstraffen echter niet de opvatting, dat er verscheiden beroepen zijn, die een omschreven mate van gehoorbeschadiging meebrengen en wel omschreven in die zin, dat deze gehoorbeschadiging groot kan zijn of klein, snel kan optreden of langzaam, met een grote of kleine statistische spreiding. Het ziet er niet naar uit, dat bij de gebruikelijke industriële lawaaispectra karakteristieke verschillen zullen optreden betreffende de plaats of de breedte van de dip, anders dan in directe samenhang met de grootte van het acoustische trauma.

In het voorgaande is getracht te schetsen, hoe wij ons nog in een oriëntatie-phase bevinden. Er wachten nog zeer veel vragen op een antwoord; verscheidene daarvan zijn reeds ter sprake gekomen:

Hoe vaak moet men lawaai-arbeiders her-audiometreeren?



Figuur 4  
Afdelingsaudiogrammen van wevers uit een ander bedrijf, waarbij een indeling is gemaakt volgens het aantal dienstjaren. (Dr. F. H. B o n j e r; Proc. 13th Internat. Congres on Occup. Health, 1960).

Wie mag niet (meer) in lawaai werken?

Hoeveel gehoorschade is nog toelaatbaar en

Wat gebeurt er als daar later presbycusis bijkomt?

Wanneer moet men oordopjes voorschrijven?

Heeft het zin nog oordopjes te geven, als er al grote gehoorschade is opgetreden?

Wat is de beste methode om snel bij grote groepen arbeiders de mate van gehoorbeschadiging vast te stellen (screening)?

Wat is de invloed van sterke pieken of een onregelmatige verdeling van het lawaai over de dag; wat is de invloed van rustpauzes?

Veelal zal het antwoord pas gegeven kunnen worden als over verscheidene jaren materiaal wordt verzameld, dat op een uniforme wijze verkregen is. Mochten men echter reeds thans beschikken over enigszins omschreven metingen van geluidspectra of gehoordrempels, welke men aan de werkgroep Relatie lawaai en lawaaidoofheid ter beschikking wil stellen, al of niet bewerkt, dan is de kans groot, dat men ons daardoor helpt sneller en meer gericht tot ons doel te geraken, ons doel n.l. geluidmetingen en gehoormetingen op de juiste wijze te verrichten, de relatie tussen lawaai en gehoorschade te leren kennen en daardoor het voorkómen van beroepslethorendheid te voorkómen.

#### Discussie n.a.v. voordrachten Bonjer en Van Leeuwen

Desgevraagd zegt Van Leeuwen, dat het lawaainiveau door spraakmaskering slechts vrij grof te bepalen is. Als men elkaar niet kan verstaan, is er vrij zeker gevaar voor gehoorbeschadiging. Men moet beslist gaan audiometrezen, indien men op een kleine afstand al moet gaan schreeuwen. De grootste dip ligt even boven de 4000 Herz. Ik heb 4 afdelingsaudiogrammen laten zien en zo'n lijn in een afdelingsaudiogram is natuurlijk geen audiogram. Het is een statistische verdeling voor elke frequentie. De individuele audiogrammen behoeven helemaal niet hun grootste dip bij 4000 Herz te hebben. Gaat men het gemiddelde nemen, dan komt men echter bij dit getal terecht. Gaan wij dus bij 4000 Herz screenen, dan vinden wij zeker niet iedereen, die wij willen vinden. Men ontdekt slechts 85 % van de bestaande gehoorbeschadigingen.

Bonjer: Die dip bij 4000 Herz of erboven geldt dan voor industrieel lawaai.

Van Leeuwen: Inderdaad.

Joosting: Mijn vraag is het beste te richten tot Dr. Bonjer, daar het gaat om de normalisatie van het audiometrisch onderzoek. Welke betekenis heeft het tijdstip, waarop het audiometrisch onderzoek wordt verricht? Een audiogram is nimmer constant, mede door de tijdelijke dips die kunnen optreden. Heeft het zin ook hiervoor een norm te stellen, n.l. dat men altijd een vaste tijd in acht neemt voor het opnemen ervan na het verrichten van de arbeid, zodat rekening gehouden wordt met de

tijd die verloopt na het vertoeven in lawaai. Men zou bijv. aan kunnen nemen 12-16 uur na het beëindigen van de arbeid.

Bonjer acht dit eveneens een belangrijk punt. Zijn medewerkers hebben indertijd in een weverij een stuk of tien personen kunnen audiometrezen na een verlof van enkele dagen. Dit heeft zonder enige twijfel de voorkeur, maar is praktisch niet te realiseren. Wij bedienen ons van de oplossing, dat wij de mensen uit het werk halen en na een betrekkelijk korte tijd audiometrezen. Dit heeft nadelen voor de waarde van het audiogram. Aan de andere kant heeft deze methode het voordeel, dat men genormaliseerd werkt, zodat de audiogrammen onderling vergelijkbaar zijn. Op de standaardaudiogramkaart is er een vakje om op te tekenen, hoeveel tijd er is verlopen tussen de laatste expositie aan lawaai en het opnemen van het audiogram. Voorlopig zullen wij ons tevreden moeten stellen met het vaststellen van de feiten.

Van Leeuwen: Uit eigen onderzoek bleek mij, dat de verschillen op dit punt niet zo groot waren. Misschien wel bij personen, die pas in een bedrijf werken, maar niet bij arbeiders, die al langer eraan verbonden zijn. Als men te maken heeft met iemand, die schade komt claimen, dan moet hij bij wijze van spreken zes maanden niet gewerkt hebben, maar als men wil weten, wat de schadelijkheid is van het spectrum, waarin de arbeider werkt, kan men waarschijnlijk veel beter aan het einde van het werk of bijv. twee uur na het beginnen gaan audiometrezen, want de resultaten lijken dan veel meer op de te verwachten beschadigingen. Men krijgt meer homogeen materiaal.

Wouters: Natuurlijk krijgt men van de zijde van het bedrijf opmerkingen, indien de arbeiders te lang uit het werk gehaald worden. Ik heb echter honderden audiogrammen na een long-weekend bij opkomst in de dienst. Verder meent Wouters, dat Van Dishoeck het destijds had over een correctie-factor voor de presbycusis (ouderdomsdoofheid). Is die factor al bekend? Is het mogelijk, dat de impulsen die uitgaan van het orgaan van Corti afzonderlijk gemeten worden naast de impulsen van het ganglion, waardoor het mogelijk zou zijn de ouderdomsdoofheid te onderscheiden van het lawaai-trauma?

Is het mogelijk gehoorbeschadiging te voorkomen de toonhoogte van het lawaai op te voeren boven de gehoorgrens? Men hoort het lawaai dus niet, maar het is er toch wel.

Van Leeuwen: De correctie van de ouderdomsdoofheid geschiedt als volgt. Wij beschikken over lijnen van de gemiddelde gehoordrempel bij een bepaalde leeftijd. Het gemeten verschil trekken wij van deze curven af; dat is een werkhypothese die voldoet. Dit steunt op de overweging, dat de ouderdomsdoofheid ergens anders zou zetelen dan de lawaaibeschadiging. De ouderdomsdoofheid zou meer centraal zetelen en de lawaaidoofheid in het orgaan van Corti.

Van het opvoeren van de frequentie van het machine-lawaai verwacht ik wel een gunstige invloed t.a.v. de gehoorbeschadiging, al kan ik niet zeggen, of frequenties van 20.000 Herz en hoger schadelijk zijn of niet. Het spectrum in het lagere gebied valt echter nog vaak tegen door bijgeluiden.

Einde van de eerste dag