

8 MEI 1984

IMG-TNO

INSTITUUT VOOR MILIEUHYGIENE
EN GEZONDHEIDSTECHNIEK TNO

Publikatie no. 889

Postbus 214 2600 AE DELFT

MEETSTRATEGIE BIJ EXPOSITIE AAN LAWAAI OP DE ARBEIDSPLAATS
EN OPSPORING VAN VROEGE EFFECTEN OP HET GEHOOR

Mw. drs. W. Passchier-Vermeer

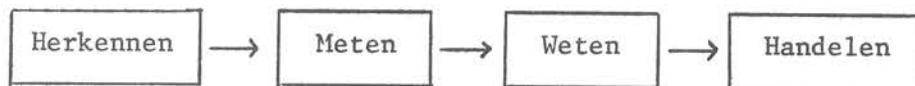
Lezing ten behoeve van het nascholingsymposium Meetstrategie
voor de Werkplek in het kader van het Postacademisch Onderwijs
Geneeskunde, Amsterdam, november 1983

MEETSTRATEGIE BIJ EXPOSITIE AAN LAWAAI OP DE ARBEIDSPLAATS EN
OPSPORING VAN VROEGE EFFECTEN OP HET GEHOOR

Door: Mw.drs. W. Passchier-Vermeer

INLEIDING

Metten is weten. Dat is alom bekend. Nu gaat het in de bedrijfsgezondheidszorg vanzelfsprekend niet om het weten als zodanig. Als de bedrijfsarts op grond van metingen weet dat er door bepaalde oorzaken een onveilige of ongewenste situatie is, dan is het ook de taak van de bedrijfsarts om deze situatie in gunstige zin te beïnvloeden door te trachten verandering in deze situatie aan te (laten) brengen. De meetstrategie is dus slechts een onderdeel van het handelen/de strategie in de bedrijfsgezondheidszorg. Dit kan worden geïllustreerd met onderstaand schema:



Figuur 1. De plaats van het meten/de meetstrategie in de bedrijfsgezondheidszorg.

Het strategisch antwoord van de bedrijfsgezondheidszorg op de lawaai-problematiek in bedrijven is het initiëren en uitvoeren van integrale gehoorbeschermingsprogramma's. Een gehoorbeschermingsprogramma is een programma met een pakket van maatregelen en activiteiten ter voorkoming van gehoorschade. Het uiteindelijke doel van een gehoorbeschermingsprogramma in een bedrijf is te komen tot een situatie waarin niemand kans heeft om gehoorschade op te lopen door blootstelling aan lawaai.

Dit doel is bereikt als overal in een bedrijf de heersende equivalente geluidniveaus lager liggen dan 80 dB(A) en geen enkele werknemer een lawaaiexpositieniveau heeft van meer dan 80 dB(A). Veelal is dit doel in een bedrijf om technische, economische, financiële, organisatorische of personele redenen slechts op langere termijn realiseerbaar. De term programma geeft dan ook al aan dat het een activiteit betreft waarmee tijd gemoeid gaat.

De onderdelen, die aan een gehoorbeschermingsprogramma te onderscheiden zijn (zie referentie 1), zijn

1. het geluidmeetprogramma, het opstellen en uitvoeren van een akoestisch screeningsplan/lawaaibestrijdingsplan;
2. het voorlichtingsprogramma, informeren van betrokkenen;
3. het audiometrieprogramma, inclusief het opnemen van anamnese;
4. de persoonlijke gehoorbescherming;
5. de gegevensverwerking en rapportering.

Van het grootste belang voor het welslagen van een programma is dat het programma integraal wordt uitgevoerd, dat wil zeggen dat aan alle facetten voldoende aandacht wordt besteed. Daarnaast moet men zich ook realiseren dat geluid/lawaai slechts één der fysische factoren is in het werkmilieu. Om tot een adequate realisering van een programma te komen is inzicht in andere belastende fysische en/of chemische factoren in een bepaalde situatie eveneens van groot belang.

In het navolgende zal op vier van de genoemde aspecten van een gehoorbeschermingsprogramma kort worden ingegaan, terwijl in dit kader vooral het onderwerp audiometrie de aandacht zal krijgen.

1. GELUIDMETEN EN LAWAAIBESTRIJDINGSPLAN

Van belang is dat de bedrijfsarts door eigen waarneming ter plekke kan inschatten of de aan hem gepresenteerde uitkomsten van geluidmetingen juist zijn.

Daartoe is het nodig dat de bedrijfsarts het betreffende bedrijf kent en inzicht heeft in lawaaiproducerende produktiemethoden, fabricageprocessen die in het bedrijf worden uitgevoerd.

In het kader van geluidmetingen op de arbeidsplaats zijn kortelings twee rapporten verschenen (zie referentie 2 en 3). In die rapporten wordt beschreven op welke wijze geluidmetingen op de arbeidsplaats uitgevoerd behoren te worden, teneinde betrouwbare uitkomsten te verkrijgen. In beide rapporten zijn de meetgrootheden het equivalente geluidniveau ten gevolge van bepaalde werkzaamheden (L_{Aeqw}) over representatieve werktijden en de lawaaioxpositieniveaus ($L_{Ex,8h}$) van (groepen) werknemers. Ook de lawaaioxpositieniveaus zijn equivalente geluidniveaus, net als L_{Aeqw} , maar deze niveaus zijn gekoppeld aan de geluidbelastingen van individuele werknemers.

In de rapporten is beschreven dat het geluidonderzoek bestaat uit twee onderdelen: allereerst wordt een akoestisch vooronderzoek verricht, waarin wordt vastgesteld welke arbeidsplaatsen voor verder onderzoek in aanmerking komen - en vervolgens wordt een uitgebreid geluidonderzoek uitgevoerd.

In een aantal gevallen zal aan de bedrijfsarts tevens een lawaaibestrijdingsplan ter beoordeling of ter informatie ter beschikking gesteld worden. Hoewel van de bedrijfsarts geen specifieke akoestische kennis en beoordeling verwacht mag worden, dient de bedrijfsarts de uitvoering van een lawaaibestrijdingsplan in een bedrijf wel te stimuleren.

2. VOORLICHTING

In het kader van een gehoorbeschermingsprogramma is het van groot belang dat alle betrokkenen op de hoogte zijn van het feit dat een gehoorbeschermingsprogramma wordt uitgevoerd en wat zo'n programma in grote lijnen inhoudt.

Betrokkenen zijn niet alleen de bedrijfs- en afdelingsleiding, veiligheidsdienst, onderhoudsdienst, ondernemingsraad of een andere vertegenwoordiging van de werknemers, maar vooral ook de werknemers op de lawaaiige afdelingen. Aangezien de lawaai-problematiek belangrijke gezondheidskundige aspecten heeft, kan de inbreng van de bedrijfsarts bij het geven van voorlichting zeer essentieel zijn. In het algemeen, en ook in dit specifieke geval, geldt dat voorlichting met een zekere regelmaat herhaald moet worden zodat een steeds groter gedeelte van de betrokkenen zich in toenemende mate bewust wordt van de problematiek.

3. MEETSTRATEGIE TEN AANZIEN VAN DE AUDIOMETRIE EN HET OPNEMEN VAN EEN GEHOORANAMNESE

De doelstellingen van een audiometrieprogramma zijn het vaststellen van de gehoorscherppte bij de aanvang van het programma en het bewaken van de gehoorscherppte in de loop van het programma. Wordt er een toeneming van het gehoorverlies geconstateerd, en is aannemelijk dat het lawaai op de arbeidsplaats daaraan (mede) schuldig is, dan zal actie moeten worden ondernomen om verdere schade te voorkomen.

Belangrijk bij de audiometrie is ook de mogelijkheid tot het geven van individueel gerichte voorlichting. Vaak vormt deze individuele voorlichting de basis voor een lawaaibewuster gedrag van de betrokkenen. Ook is de overtuigingskracht van afwijkende (groeps)audiogrammen veelal veel groter dan de resultaten van geluidmetingen.

Worden ongunstige uitkomsten van de audiometrie op een strategisch juiste manier gebruikt ten aanzien van de leiding en de werknemers in bedrijven, dan vormen deze uitkomsten een bruikbaar middel in de realisatie van een stillere werkomgeving. Alvorens tot de uitvoering van een audiometrieprogramma over te gaan, zal de bedrijfsarts zich over de volgende vragen moeten buigen.

1. Welke vorm(en) van audiometrie wordt(en) toegepast en met welke apparatuur?
2. Is er ter zake kundig personeel om de audiometrie (eventueel inclusief het opnemen van een anamnese) uit te voeren?
3. Is de ruimte waarin geaudiometreerd wordt voldoende stil?
4. Is de audiometer goed gecalibreerd en is er een goede controle op de juiste werking?
5. Wie komen in aanmerking voor de gehoortest?
6. Met welke periodiciteit wordt de audiometrie uitgevoerd?
7. Worden er screeningsaudiogrammen en/of drempelaudiogrammen opgenomen?
8. Wordt er een anamnese opgenomen en welke vragen worden er gesteld?
9. Is het nodig om voordat er een audiogram wordt opgenomen een stille periode in te lassen in verband met tijdelijke gehoordrempelverschuivingen (TTS)?
10. Welke relevante gegevens moeten worden geregistreerd?
11. Welke conclusies kunnen er uit de gegevens getrokken worden?
12. Aan wie en hoe worden de testresultaten gerapporteerd?

Ter beantwoording van veel van deze vragen kan worden verwezen naar ISO 6189 "Acoustics - Pure tone air conduction threshold audiometry for hearing conservation purposes" (1983) (zie referentie 4) en naar de op deze internationale standaard gebaseerde CARGO-TNO "Aanbevelingen voor audiometrisch onderzoek bij een gehoorbeschermingsprogramma" (1981) (zie referentie 5).

Daarbij kan het volgende opgemerkt worden ten aanzien van

1. De in de aanbevelingen genoemde audiometrische meetmethoden kunnen, voor zover het drempelaudiometrie betreft, door elkaar gebruikt worden omdat ze gemiddeld hetzelfde testresultaat geven. Een uitzondering hierop vormt de zelfschrijvende automatische audiometer, die gemiddeld over het frequentiegebied van 500 tot 6000 Hz een gehoorverlies geeft dat 3 dB minder is dan bij de andere meetmethoden. Screeningsaudiogrammen, opgenomen volgens de methode van de continue audiometrie, kunnen gemiddeld tot zo'n 7 dB groter gehoorverlies te zien geven dan drempelaudiogrammen (in het frequentiegebied van 2000 tot 6000 Hz) (zie referentie 6).
2. Degenen die met succes de cursus bedrijfsaudiometrie gevolgd hebben, zijn in principe aan te merken als ter zake kundig personeel. Zelfs dan dient de bedrijfsarts er zich van te overtuigen dat er voldoende ervaring is met de te hanteren audiometrische testmethode, die wellicht niet gehanteerd is in de cursus bedrijfsaudiometrie.
3. In ISO 6189 en de Aanbevelingen zijn tabellen gegeven, waarin onder bepaalde voorwaarden is opgenomen welke (octaaf- en tertsband geluiddruk-)niveaus er maximaal mogen optreden in audiometrische testruimten. In de bijlage zijn deze tabellen gereproduceerd.
4. In Nederland is het een goede gewoonte om met de leverancier van audiometers een onderhoudskontraakt af te sluiten. Naast de controle die er tijdens de onderhoudsbeurt op de audiometer wordt uitgevoerd is het ook bij het gebruik van de audiometer noodzakelijk de audiometer op een goede werking te controleren.

Zeker nadat de audiometer is verplaatst en bij voorkeur elke gebruiksday dient de audiometer gecontroleerd te worden op testniveaus en de aanwezigheid van tikken, klikken, door middel van het luisteren via de hoofdtelefoons.

5. In principe komt iedereen in een bedrijf die een lawaaioxpositieniveau heeft van 80 dB(A) of meer in aanmerking voor audiometrisch onderzoek. Ook de onderhoudsdienst, de technische dienst, de bedrijfsleiding dient daarbij niet vergeten te worden.
6. Zowel in de Aanbevelingen als in publikatieblad P 138 van de Arbeidsinspectie (zie referentie 7) is een schema van periodiciteit van audiometrisch onderzoek gegeven. Dit schema is gereproduceerd in de bijlage. De periodiciteit is daarbij afhankelijk gesteld van het lawaaioxpositieniveau en de demping van het gehoorbescheringsmiddel. Daarbij dient nadrukkelijk gesteld te worden dat deze demping slechts verdisconteerd mag worden als er volledige zekerheid bestaat dat het middel altijd als dat nodig is (L_{Aeqw} meer dan 80 dB(A)) op de juiste wijze gedragen wordt. Vaak heeft men in een bedrijf te maken met een groep werknemers met eenzelfde soort werk en waarvan een deel der werknemers wel en een deel geen gehoorbeschermers gebruikt. Men kan dan overwegen om alle werknemers uit de groep toch met dezelfde regelmaat te audiometrezen. De periodiciteit dient dan aangepast te zijn aan degenen die geen gehoorbeschermers dragen.
7. Aangezien het doel van de audiometrie het bewaken is van het gehoor van alle werknemers - ook de jongsten met een veelal nog normaal gehoor - dienen er drempelaudiogrammen te worden opgenomen. Bij screeningsaudiogrammen kan immers het audiogram pas op afwijkingen gecontroleerd worden op één stap (meestal 5 dB) boven het screeningsniveau (meestal 15 dB).

8. Op deze vraag valt (thans nog?) geen eenduidig antwoord te geven. Omdat het opnemen van een volledige anamnese, zoals gegeven in de Aanbevelingen, gemiddeld zo'n 20 minuten vergt - dit is ongeveer tweemaal zo lang als het opnemen van een drempelaudiogram - dient goed overwogen te worden wat het nut van een anamnese is. Het nut bij de bewerking en presentatie van groepsgegevens is zeer beperkt, omdat in de individuele bedrijven het aantal aan lawaai geëxponeerde mensen met een schone anamnese veelal te gering is om tot een verantwoorde conclusie en presentatie te komen. Het nut van het opnemen van een anamnese ligt voornamelijk in het feit dat het een hulpmiddel is bij de beoordeling van het individuele audiogram.

9. Het verdient aanbeveling om niet onmiddellijk na het verlaten van een lawaaiige werkruimte te starten met het opnemen van een audiogram. In een publikatie betreffende de tijdelijke gehoordrempelverschuiving (zie referentie 8) wordt gesteld dat een periode van een kwartier voldoende is om de TTS gemiddeld tot zo'n 5 dB te beperken bij mensen die reeds enige jaren in lawaai werken. Er is echter een aanzienlijke interindividuele spreiding in de TTS. Daarom is het nodig om in individuele gevallen - als het audiogram dermate slecht is en dit voor de betrokkene verregaande consequenties zou kunnen hebben, zoals overplaatsing of functiewijziging - een langere lawaaiarme periode in te lassen. Het genoemde kwartier is over het algemeen reeds nodig om zich van de arbeidsplaats naar de testruimte te begeven en voor het opnemen van administratieve gegevens.

10. In principe dienen alle gegevens te worden vermeld, die afwijken van de in de Aanbevelingen gegeven richtwaarden. Dit kan bijvoorbeeld betreffen het feit dat er screeningsaudiogrammen zijn opgenomen. Dan dient eveneens het laagste

screeningsniveau vermeld te worden. Als er een afwijkende lawaai-vrije periode is ingelast in verband met TTS, wordt dit eveneens vermeld. Bekijkt men in een later stadium het audiogram nog eens en vergelijkt dit met andere audiogrammen, dan kan een dergelijk gegeven zeer relevant zijn. Eveneens dient vermeld te worden of vóór de audiometrie gehoorbeschermingsmiddelen gedragen zijn. Ook dienen vermeld te worden de audiometrist, de gebruikte audiometer en de testruimte (eventueel gecodeerd).

11. Uit de audiometrische testresultaten kunnen conclusies getrokken worden ten aanzien van het gehoor van
 - a. het individu,
 - b. een groep werknemers.

De conclusies kunnen tevens gebaseerd zijn op

1. één meting per individu,
2. meer metingen per individu in de loop van de tijd.

Op elk van de vier mogelijke combinaties wordt hier kort ingegaan.

a.1. - één audiogram van één persoon

In dit geval gaat het om een beoordeling van het gehoor van de onderzochte, veelal in kwalitatieve termen als een goed, een matig of een slecht gehoor. Op grond van de beoordeling kan door de bedrijfsarts een advies aan de betrokkene gegeven worden. Daarbij is mede van belang de mogelijke oorzaak van de geconstateerde gehoorschade. Is het waarschijnlijk dat de gehoorschade (mede) veroorzaakt is door expositie aan lawaai op de arbeidsplaats, dan dient het dragen van (beter dempende) gehoorbeschermers in het geding gebracht te worden. In zeer ernstige gevallen kan een advies tot overplaatsing - en eventueel omscholing - overwogen worden.

In de werkgroep Lawaaiinvloeden van CARGO-TNO is gediscussieerd over de vraag bij welke gehoorschade de bedrijfsarts gealarmeerd moet zijn (of worden). Voorlopig heeft men daarvoor een grens gekozen van een gehoorverlies van 25 dB (bij de frequenties tot 2000 Hz) en van 40 dB (bij de hogere frequenties) plus het mediane normale ouderdomsgehoorverlies. Dit mediane ouderdomsgehoorverlies kan worden bepaald volgens de gegevens van Spoor (zie referentie 9) of volgens ISO/DIS 1999 (data base A, zie referentie 14), die vrijwel identiek zijn aan de gegevens van Spoor. Bij een gehoorverlies dat groter is dan de hier gegeven grens, is een advisering door de bedrijfsarts geëigend.

a.2. - meer audiogrammen in de loop van de tijd van één persoon

De belangrijkste vraag is in dit geval of het gehoor van de onderzochte slechter is geworden. Zoals bekend is de audiometrie behept met een zekere meetonauwkeurigheid. Een kleine toeneming van het gehoorverlies kan derhalve op een toevallige fout in de meting berusten. Pas als het verschil tussen een eerste en een later audiogram groter dan een bepaalde waarde is, is het statistisch gezien verantwoord om te concluderen dat het gehoorverlies is toegenomen. In de bijlage is een tabel opgenomen met deze minimale verschillen tussen twee audiogrammen als de audiogrammen zijn opgenomen volgens de methode van de continue audiometrie (zie referentie 10). Deze minimale verschillen - om tot significante verslechtering van het gehoor te mogen concluderen met een betrouwbaarheidsdrempel van 95 % - zijn 10 dB bij de frequenties 500, 1000, 2000 en 3000 Hz en 15 dB bij 4000 en 6000 Hz. Als de audiogrammen in de loop van een aantal jaren worden opgenomen doet

zich eveneens de vraag voor of het gehoor verslechterd is door andere oorzaken dan door de achteruitgang van het gehoor door de veroudering in die jaren. In het onlangs verschenen IMG-TNO rapport B 548 (zie referentie 11) wordt op deze vraag ingegaan. Resumerend kan gesteld worden dat als de audiogrammen vijf jaar na elkaar worden opgenomen, het verschil om tot significante verslechtering van het gehoor door andere oorzaken dan de veroudering, te mogen concluderen, minimaal 10 dB moet zijn bij 500, 1000 en 2000 Hz, minimaal 15 dB bij 3000 Hz en minimaal 20 dB bij 4000 en 6000 Hz (zie tabel in de bijlage).

b.1. - één audiogram van elke werknemer uit een groep

De belangrijkste vraag is in dit geval of uit de groepsgegevens geconcludeerd kan worden of het lawaai op de arbeidsplaats de gehoorscherptheid beïnvloed heeft. Daartoe is vergelijking met de groepsgegevens van een referentiegroep noodzakelijk. Als men te maken heeft met een geselecteerde groep mannen (of vrouwen) met een schone anamnese, dan kan men als referentiegroep hanteren de in ISO/DIS 1999/1 gegeven groep onder de naam data base A. Betreft het een ongeselecteerde groep werknemers dan kan voorlopig data base B voor een ongeselecteerde referentiegroep gehanteerd worden. Aangezien er zowel van Nederlandse zijde als in internationaal verband twijfel bestaat of de desbetreffende gegevens over data base B in ISO/DIS 1999/1 juist zijn, worden er thans gegevens verzameld om tot juistere referentiewaarden voor ongeselecteerde groepen te komen. Op welke wijze dienen nu de audiometrische gegevens van de onderzochte groep vergeleken te worden met die van de referentiegroep? Daarbij maken we gebruik van de in ISO/DIS 1999/1 gegeven waarde van data base A en B (zie bijlage).

Omdat we over het algemeen te maken hebben met (statistisch gezien) niet normaal verdeelde waarden, kan een vergelijking van gemiddelde en standaarddeviatie niet toegepast worden. Daarom is het het beste om overeenkomstige percentielen van onderzochte groep en referentiegroep met elkaar te vergelijken. Afhankelijk van de grootte van de onderzochte groep worden met elkaar vergeleken de medianen (bij groepen tot 10 personen), eveneens de 75%- en 25%-waarden (bij groepen tot 20 personen), en ook nog de 90%- en 10%-waarden bij groepen van meer dan 50 personen. Vervolgens kan men een tabel samenstellen waarin alle verschillen van 4 dB en meer zijn opgenomen (zie bijlage). Uit die tabel valt dan af te lezen bij welke percentages en bij welke frequenties de onderzochte groep duidelijk een groter gehoorverlies heeft dan de referentiegroep. Kwalitatief kan men de gevonden verschillen in de groepsaudiogrammen als volgt omschrijven: tot 8 dB lichte gehoorschade door lawaai, van 8 - 15 dB matige gehoorschade door lawaai, van 15 - 25 dB ernstige gehoorschade door lawaai, meer dan 25 dB zeer ernstige gehoorschade door lawaai.

b.2. - meer audiogrammen in de loop van de tijd van elke werknemer uit een groep

De vraag die zich hierbij voordoet is analoog aan die in a.2., maar nu betreffende de verslechtering van het gehoor van de groep. De eerste vraag is derhalve of het gehoor van de groep in de loop der jaren verslechterd is en een nadere vraag is of het gehoor in de loop der jaren verslechterd is door andere oorzaken dan door veroudering. De eerste vraag kan statistisch gezien beantwoord worden door toepassing van de rangtekentoets (van Wilcoxon) op de verschillen tussen de gehoorverliezen in de eerste en in de volgende audiogrammen (zie referentie 12 pagina 279-287).

Aangezien er in het onderhavige probleem over het algemeen nogal wat gelijke waarden voorkomen, dient de toets met gelijken te worden uitgevoerd. Als men de veroudering als oorzaak van de verslechtering van het gehoor wil uitsluiten, dan dient men de rang-tekentoets toe te passen op de waargenomen verschillen verminderd met de toename van het mediane gehoorverlies, over de betreffende jaren, behorend bij de leeftijd van de onderzochte.

12. In een gehoorbeschermingsprogramma worden de audiometrische testresultaten gepresenteerd aan de leiding van het bedrijf en aan de betrokken werknemers. In het volgende zijn een aantal voorbeelden van presentatie gegeven:
 - a. het groepsaudiogram, met de desbetreffende percentielen afhankelijk van de omvang van de onderzochte groep. Daarbij kan tevens het groepsaudiogram van een referentiegroep gegeven worden en eventueel de verschillen tussen beide audiogrammen (zie figuur 2). Omdat de mens een linker- en een rechteroor heeft zal beslist moeten worden of het groepsaudiogram gegeven wordt van de linkeroren, de rechteroren, het gemiddelde van linker- en rechteroor of dat linker en rechteroor van elke onderzochte afzonderlijke in de bewerking worden meegenomen.
 - b. cumulatieve verdeling van de gehoorverliezen bij bepaalde frequenties of combinatie van frequenties (zie figuur 3).
 - c. de individuele gehoorverliezen - bij bepaalde frequenties of combinatie van frequenties - als functie van de leeftijd van de onderzochten. Als referentie kan het mediane gehoorverlies (en eventueel andere percentielen) eveneens als functie van de leeftijd gegeven worden (zie figuur 4).

- d. in staafdiagrammen het percentage van de onderzochte groep mensen, waarvan het gehoorverlies een bepaalde waarde overschrijdt. Ter vergelijking hetzelfde voor een referentiegroep (zie figuur 5).
- e. het gemiddelde gehoorverlies en de standaarddeviatie in de gehoorverliezen (bij een bepaalde frequentie of een combinatie van frequenties). Omdat de gehoordrempels over het algemeen niet standaard-normaal verdeeld zijn, is het niet toegestaan om uit deze gegevens statistische conclusies te trekken.

4. PERSOONLIJKE GEHOORBESCHERMINGSMIDDELEN

Als vaststaat dat iemand of - wat meestal het geval is - een groep personen in schadelijk geluid werkt en het is niet mogelijk om dit schadelijk geluid op korte termijn voldoende te verminderen, dan zal men zijn toevlucht moeten nemen tot het dragen van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen. Middelen zoals oorwatten, schuimplastic oorrolletjes en oorkappen. Omdat oorkappen de grootste demping tegen fabriekslawaai kunnen geven, zullen bij zeer hoge niveaus oorkappen nodig zijn en bij de lagere, maar toch schadelijke niveaus kan men oorwatten of oorrolletjes dragen. Indien mogelijk dient de persoonlijke voorkeur van de betreffende werknemer bij de keus van een oorkap of een in de gehoorgang te dragen middel de doorslag te geven.

In dat kader verdient het ten sterkste aanbeveling om de betrokken werknemers in de gelegenheid te stellen enige middelen uit te proberen. De bedrijfsarts dient er daarbij op te letten dat het betreffende middel voldoende demping geeft (de door de fabrikant opgegeven dempingswaarden gelden daarbij slechts onder laboratoriumomstandigheden en voor de praktijk dient men te rekenen met lagere dempingswaarden) en dat de demping niet te groot is zodat men ongemerkt te geïsoleerd (waarschuwingssignalen) raakt. Tevens dient het middel geschikt te zijn voor de betreffende werkomstandigheden.

In dat kader dient tevens gelet te worden op de hygiënische omstandigheden in het bedrijf.

De klachten, die werknemers naar voren brengen ten aanzien van bepaalde middelen, zullen zeer serieus genomen moeten worden en zo mogelijk gerelateerd te worden aan de specifieke werk-omstandigheden van de betrokkenen.

Door de Arbeidsinspectie is het P-blad 138 "Gehoorbescherming" uitgegeven, waarin diepgaand op het gebruik van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen wordt ingegaan.

5. GEGEVENSVERWERKING EN RAPPORTERING

Bij het uitvoeren van een gehoorbeschermingsprogramma komen zeer veel gegevens beschikbaar, die in enigerlei vorm verwerkt en gerapporteerd moeten worden. In paragraaf 3 is reeds uitvoerig ingegaan op de verwerking en rapportering van audiometriegegevens. Van belang in het gehele kader van de gegevensverwerking is tevens de opslag van gegevens en de bereikbaarheid van de gegevens in een later stadium.

Ook in de bedrijfsgezondheidszorg, zoals op vele andere plaatsen, is de tendens merkbaar van de gegevensverwerking met behulp van een kleiner of groter computersysteem. Een dergelijke ontwikkeling, waarbij niet alleen gedacht moet worden aan opslag en verwerking van audiometrische gegevens, is zeer toe te juichen, omdat het een onontkoombare stap is om te komen tot een efficiënte uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma.

6. REFERENTIES

- [1] Passchier-Vermeer, W. Bedrijfsgeneeskundige inbreng bij de voorkoming van gehoorschade door lawaai op de arbeidsplaats. Geluid en Omgeving (1982), p. 85-87.

- [2] Berg, R. van den en W. Passchier-Vermeer. Geluidmetingen op de arbeidsplaats in het kader van gehoorbeschermingsprogramma's. Voorlopig meetprotocol. IMG-TNO rapport B 529, Delft, (1983), tweede versie.

- [3] Tukker, J.C., en T. ten Wolde. Meting en beoordeling van schadelijk lawaai op de arbeidsplaats. TPD rapport 320.838.

- [4] ISO 6189. Acoustics - Pure tone air conduction threshold audiometry for hearing conservation purposes (1983).

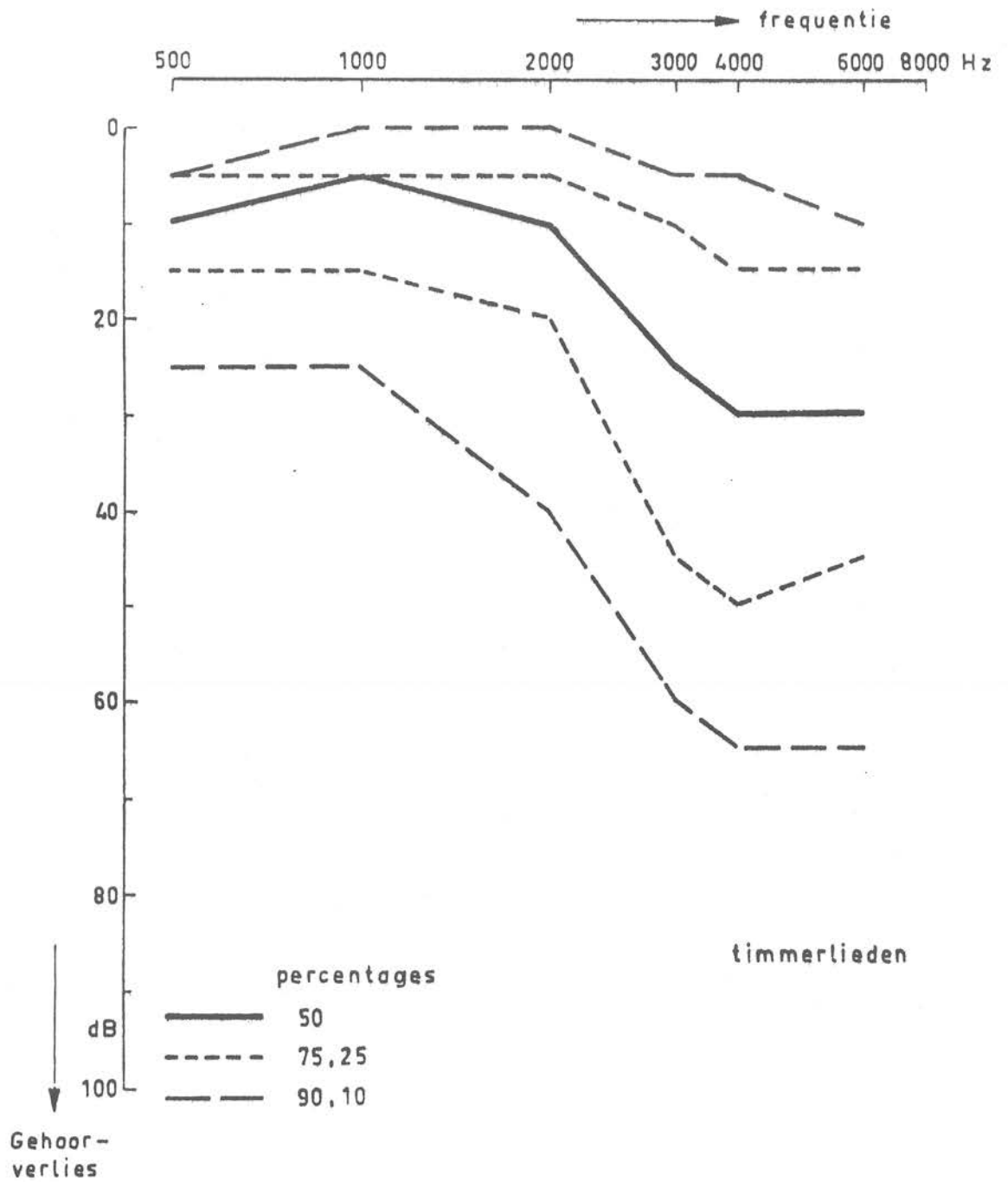
- [5] Aanbevelingen voor audiometrisch onderzoek bij een gehoorbeschermingsprogramma. CARGO-TNO rapport (1981).

- [6] Passchier-Vermeer, W., J.H.G.M. Dijkers. Audiometrie in de bedrijfsgezondheidszorg. Tijdschr. Soc. Geneesk. 57 (1979), suppl. 1 4-10

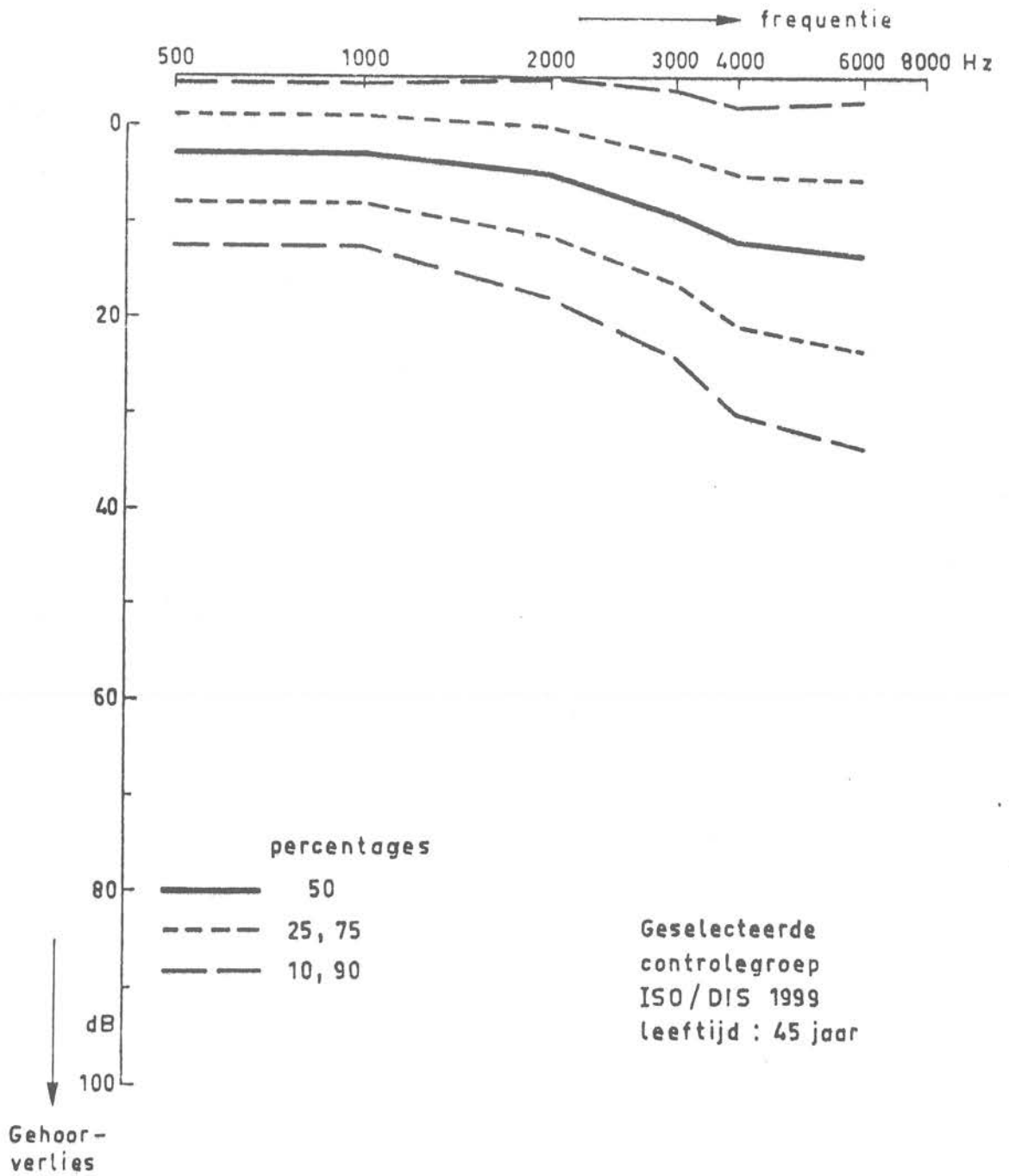
- [7] Gehoorbescherming. Publikatieblad P 138 van de Arbeidsinspectie (1981).

- [8] Passchier-Vermeer, W., H. van Leeuwen. Tijdelijke gehoordrempelverschuivingen en bedrijfsaudiometrie. Tijdschr. Soc. Geneesk. 52 (1974), p. 440-442.

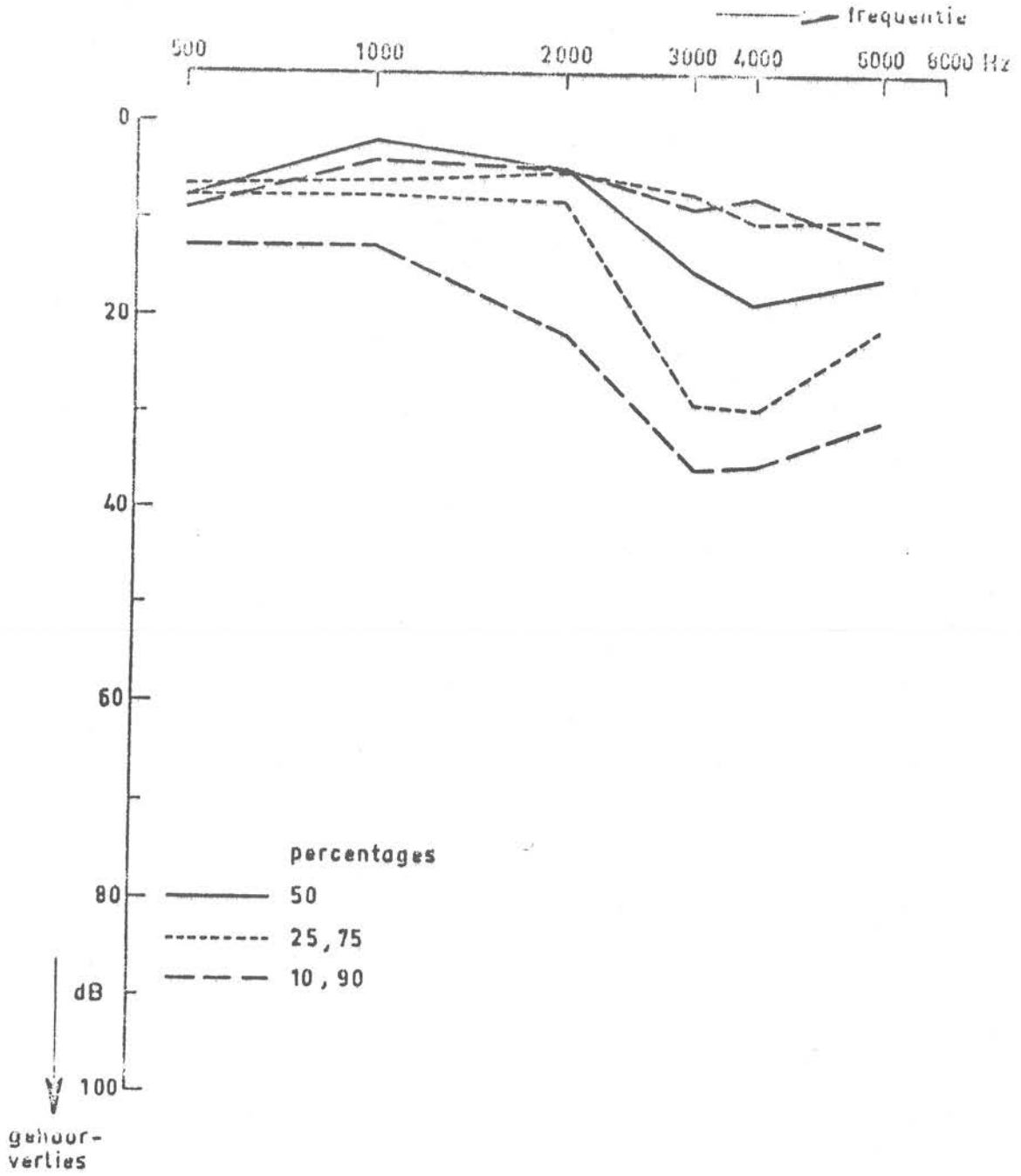
- [9] Spoor, A. Audiogram en leeftijd.
Tijdschr. Soc. Geneesk. 50 (1972) suppl. 2 p. 11-15.
- [10] Passchier-Vermeer, W., J. van den Eijk. Reproduceer-
baarheid der continue audiometrie.
Tijdschr. Soc. Geneesk. 50 (1972) suppl. 2, p. 7-10
- [11] Passchier-Vermeer, W. Bedrijfsaudiometrie en presbycusis.
IMG-TNO rapport B 548, Delft, (1983).
- [12] Jonge, H. de. Inleiding tot de medische statistiek.
Wolters Noordhof, p. 279-287.
- [13] Geluid en de mens. Passchier-Vermeer, W. IMG-TNO rapport B 452
(1981).
Voorlichtingsrapport met afzonderlijk bestelbare hoofdstukken:
1. Geluid en geluidmeting.
 2. Het gehoor en gehoormeting
 3. Invloed van geluid op de mens
 4. Sociale handicap ten gevolge van een verminderd hoorvermogen
bij personen met een door lawaai beschadigd gehoor.
 5. Meten en beoordelen van geluid.
- [14] ISO/DIS 1999/1. Acoustics - Determination of occupational
noise exposure and estimation of noise-induced hearing loss
(1982).



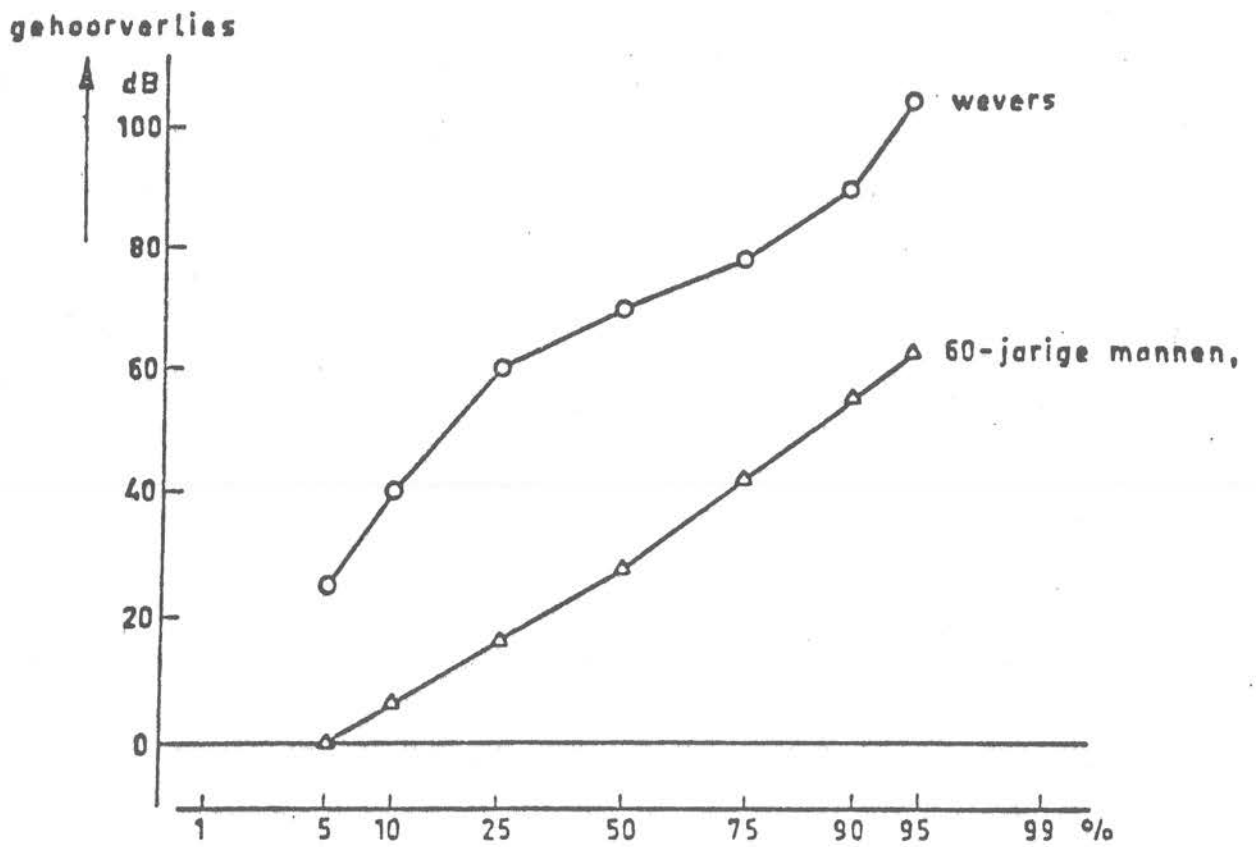
Figuur 2a. Groepsaudiogram van een groep timmerlieden.
Gemiddelde leeftijd 45 jaar.



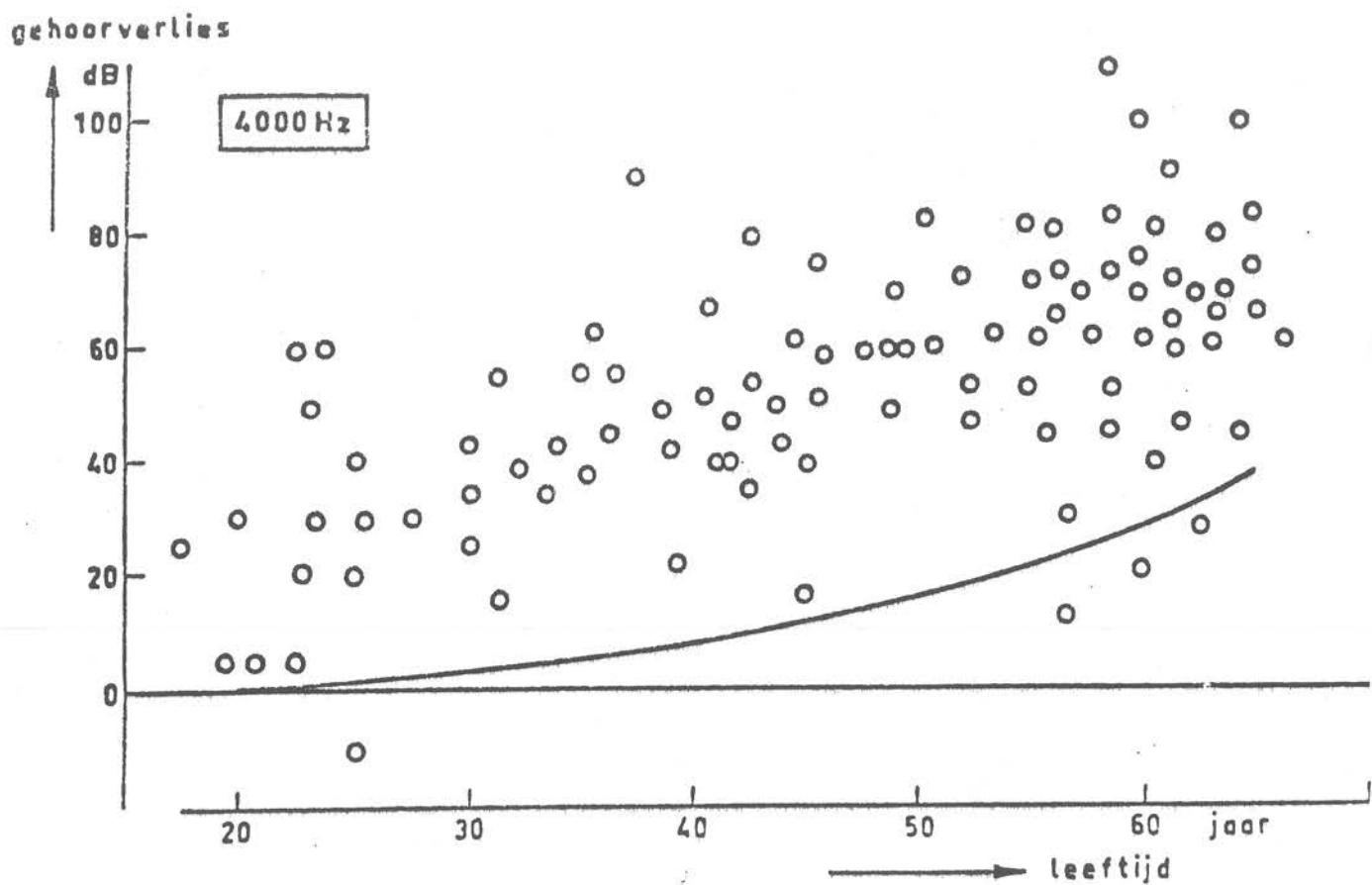
Figuur 2b. Groepsaudiogram van een referentiegroep.
Gemiddelde leeftijd 45 jaar.



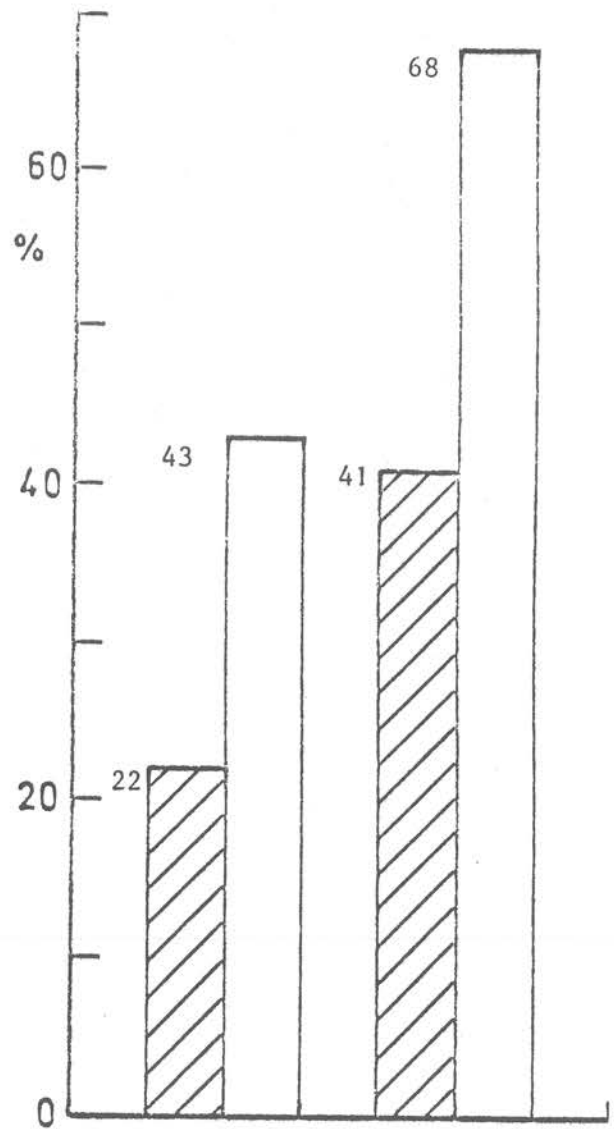
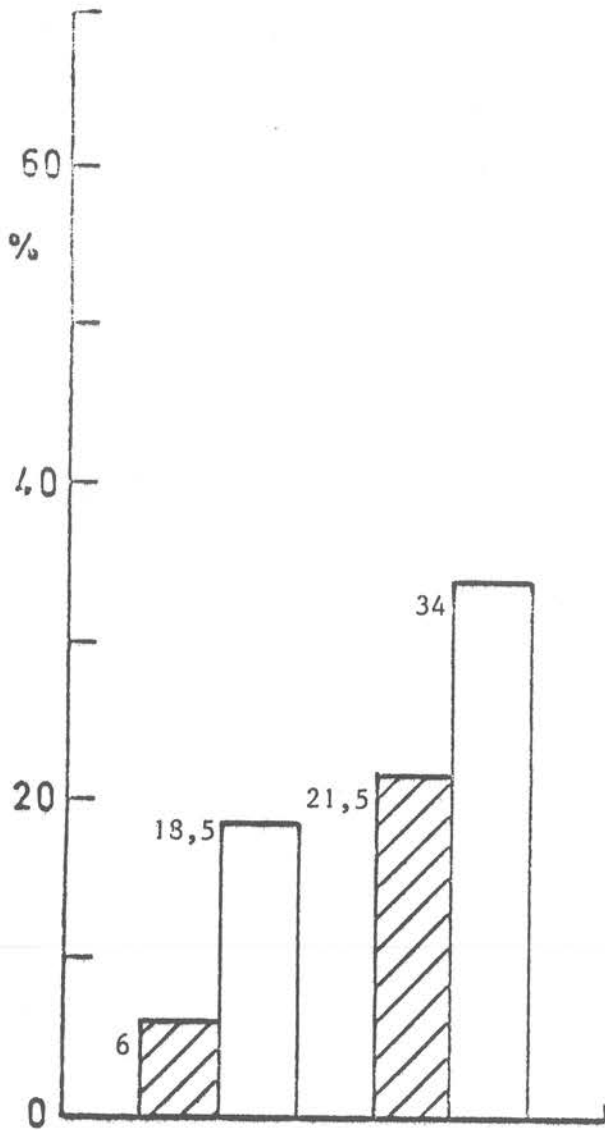
Figuur 2c. Verschillen tussen groepsaudiogrammen in figuur 2a. en 2b. Toename door lawaai van de gehoordrempels bij de groep timmerlieden.




Figuur 3 Cumulatieve verdeling van de gehoorverliezen van twee groepen.




Figuur 4. Individuele gehoorverliezen bij 4000 Hz als functie van de leeftijd.



 referentiegroep

 onderzochte groep
hoogste geluidbelasting in de
overdekte hallen 31-45 jaar
(30 personen)

 referentiegroep

 onderzochte groep
hoogste geluidbelasting in de over-
dekte hallen ouder dan 45 jaar
(21 personen)

Figuur 5. Vergelijking van het percentage mensen in de onderzochte groep met een bepaalde gehoorschade en het overeenkomstige percentage mensen in de referentiegroep.

BIJLAGE

1. Toelaatbare achtergrondniveaus in audiometrieruimten.
2. Periodiciteit van audiometrisch onderzoek.
3. Reproduceerbaarheid der continue audiometrie.
4. ISO/DIS 1999/1: gegevens over data base A (geselecteerde groepen) en data base B (ongeselecteerde groepen).
5. Vergelijking groepsaudiogram van een onderzochte groep met die van een referentiegroep.

1. Toelaatbare achtergrondniveaus in audiometrie-ruimten

Om zwakke testtonen te kunnen waarnemen is het noodzakelijk dat andere geluiden zo zacht zijn, dat ze het horen van deze testtonen niet verhinderen; er mag geen maskering van de testtonen optreden. Daarom moet het geluidniveau dat in de ruimte heerst waar audiogrammen worden opgenomen laag zijn. Ligt het in de rustigste in aanmerking komende ruimte hoger dan toelaatbaar, dan is het veelal mogelijk om in deze ruimte een geluiddempende cabine (audiometrie-cel) op te stellen. Bij deze cabines moet niet alleen gelet worden op de geluidwerende kwaliteiten van vloer, wanden en deur (!), maar tevens is het belangrijk dat het noodzakelijke ventilatiesysteem niet teveel geluid maakt.

In tabel 1. is het geluid gegeven (uitgedrukt in geluiddrukkniveaus in 1/3-octaaftanden) dat nog juist toelaatbaar is als er via hoofdtelefoons (TDH 39 hoofdtelefoons met MX 41/AR oorkussens) naar de testtonen wordt geluisterd.

Daarbij is ervan uitgegaan dat een gehoordrempel van 0 dB bij frequenties tussen 500 en 6000 Hz zonder maskering gemeten moet kunnen worden. Als er een screening van het gehoor plaatsvindt, waarbij men vanaf b.v. een gehoordrempel van 10 dB meet, kunnen de in tabel 1. gegeven waarden met 10 dB verhoogd worden. Als er gehoordrempels beneden 500 Hz gemeten worden dienen de waarden in tabel 1. bij frequenties beneden 500 Hz te worden verminderd.

Meet men bijvoorbeeld ook de gehoordrempel bij 250 Hz, dan moeten de testbandniveaus bij de frequenties van ten hoogste 125 Hz met 10 dB verminderd worden, bij 160, 200 en 250 Hz met 15 dB en bij 315 Hz met 3 dB.

Aangezien niet bekend is hoeveel verschil er is tussen de geluiddempende werking van TDH 39 hoofdtelefoons met MX 41/AR oorkussens en andere combinaties van hoofdtelefoons met oorkussens, dienen de in de tabellen 1. en 2. en

3. gegeven waarden voor die andere combinaties als schattingen te worden beschouwd.

Als er geen 1/3-octaaftbandanalyse van het achtergrondgeluid in de audiometrieruimte gemaakt kan worden, omdat er b.v. geen set 1/3-octaaftbandfilters aanwezig is, is het in eerste instantie mogelijk om middels een octaaftbandanalyse tot bepaalde konklusies over de toelaatbaarheid van het achtergrondgeluid te komen. In tabel 2. is aangegeven welke octaaftbandniveaus toelaatbaar zijn, onder dezelfde omstandigheden als geldt voor tabel 1. In tabel 3. zijn de octaaftbandniveaus opgenomen die niet meer toelaatbaar zijn; vanzelfsprekend zijn ook hogere niveaus dan niet meer acceptabel. Hebben de gemeten octaaftbandniveaus waarden die liggen tussen die van tabel 2. en tabel 3., dan kan slechts een 1/3-octaaftbandanalyse uitkomst geven betreffende de toelaatbaarheid van het achtergrondniveau.

Daarbij is er steeds van uitgegaan, dat de geluidmetingen zijn verricht op de plaats waar het hoofd van de testpersoon zich bevindt tijdens het audiometreren. Tevens dienen de geluidmetingen plaats te vinden op de minst rustige tijdstippen waarop geaudiometreerd wordt.

De geluidmetingen dienen te worden uitgevoerd met een geluidmeter, die voldoet aan de specificaties van IEC 651, type 1 instrumenten.

De 1/3-octaf- en octaafbandfilterset dient te voldoen aan IEC 225.

Tabel 1.

Grens van toelaatbare niveaus in audiometreerruimten, in 1/3-octafband geluiddruk niveaus (re 20 μ Pa), als de audiometrie met hoofdtelefoons geschiedt.

Middenfrequentie 1/3 octaafband in Hz	Geluiddruk niveau in dB
31,5	78
40	73
50	68
63	64
80	59
100	55
125	51
160	47
200	42
250	37
315	33
400	24
500	18
630	18
800	20
1000	23
1250	25
1600	27
2000	32
2500	35
3150	38
4000	40
5000	38
6300	36
8000	39

Tabel 2.

Grens van toelaatbare octaafband geluiddruk niveaus voor achtergrondgeluid in audiometreerruimten (re 20 μ Pa), als slechts een octaafbandanalyse is uitgevoerd. Audiometrie door middel van hoofdtelefoons.

Middenfrequentie octaafband in Hz	in ieder geval toelaatbaar geluiddruk niveau in dB
31,5	73
63	59
125	47
250	33
500	18
1000	20
2000	27
4000	38
8000	36

Tabel 3.

Grens van niet-toelaatbare geluiddruk niveaus in audiometreerruimten. Bij overschrijding van deze waarden dienen geluidverminderende maatregelen getroffen te worden. Audiometrie door middel van hoofdtelefoons.

Middenfrequentie octaafband in Hz	geluiddruk niveau in dB
31,5	80
63	70
125	57
250	44
500	26
1000	28
2000	37
4000	44
8000	41

2. Periodiciteit gehooronderzoek

De werkgroep lawaai-invloeden van de Commissie voor Arbeidsgeneeskundig Onderzoek (CARGO) van TNO heeft aanbevelingen opgesteld voor audiometrisch onderzoek bij een gehoorbeschermingsprogramma [*] waarbij een schema voor periodiek audiometreeren ontworpen is, uitgaande van de op het ogenblik gepubliceerde gegevens betreffende gehoorbeschermingsprogrammas en de effectiviteit van gehoorbeschermingsmiddelen, zoals deze op de arbeidsplaats gedragen worden. Het onderstaande is uit deze aanbeveling overgenomen:

"Het uitvoeren van audiometrisch onderzoek volgens dit schema zal naar verwachting als resultaat hebben, dat er bij minder dan 1% der werknemers een detecteerbaar gehoorverlies plus 5 dB door expositie aan lawaai zal ontstaan, mits er bij de vaststelling van een individueel gehoorverlies door lawaai effectieve maatregelen worden genomen.

Ter bepaling van de periodiciteit van het audiometrische onderzoek van een werknemer zijn gehoorbeschadigingsklassen vastgesteld, afhankelijk van de expositie en de effectieve verzwakking, D(A), van de gebruikte gehoorbeschermingsmiddelen.

Voor de bepaling van de effectieve verzwakking D(A) van een gehoorbeschermingsmiddel zij verwezen naar het publikatieblad P 138 "Gehoorbescherming" van de Arbeidsinspectie (zie bijlage bij dit rapport).

[*] Werkgroep Lawaai-invloeden van de Commissie voor Arbeidsgeneeskundig Onderzoek TNO (CARGO-TNO), Aanbevelingen voor audiometrisch onderzoek bij een gehoorbeschermingsprogramma, 's-Gravenhage, 1981.

Tabel 1. Gehoorbeschermingsklassen ten aanzien van audiometrisch onderzoek.

Equivalent geluid-niveau in dB(A) gedurende een achturige werktijd	verzwakking D(A), waarbij rekening gehouden is met de frequentie-inhoud van het lawaai op de arbeidsplaats			
	< 5 dB(A) incl. geen bescherming	5- 15 dB(A)	15 - 25 dB(A)	> 25 dB(A)
80 - 85	1	1	1	1
85 - 90	2	1	1	1
90 - 95	3	2	1	1
95 -100	4	3	2	1
100 -105	4	4	3	2
105 -110	4	4	4	3
> 110	4	4	4	4

In onderstaande tabel is de periodiciteit van het audiometrisch onderzoek gegeven.

Tabel 2. Periodiciteit van het audiometrisch onderzoek.

Gehoorschadigingsklasse	Basis-audiogram	Herhalingsaudiogram															
		aantal jaren na aanvang expositie															
		.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	x	x					x				x					x	
2	x	x		x			x		x		x					x	
3	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x		x		x
4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Dit schema kan worden gehanteerd onder het volgende voorbehoud:

- Op medische indicatie kan de frequentie van het audiometrische onderzoek verhoogd worden.
- Het audiometrische onderzoek dient op voldoende goede wijze uitgevoerd te worden.
- Het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen dient voldoende goed begeleid te worden. Er dient zowel bij de keuze van een beschermingsmiddel als tijdens het dragen van de middelen voldoende voorlichting en instructie gegeven te worden."

Elke individuele werknemer kan nu uitgaande van het vastgestelde individuele geluidexpositieniveau in bovenstaand schema worden ingedeeld indien het uitgevoerde gehoorbeschermingsprogramma niet resulteert in een verandering van gehoorbeschadingsklasse van deze werknemer. Een verandering van klasse kan bijvoorbeeld het gevolg zijn van het gaan dragen van gehoorbeschermers of van een geluidreductie op de arbeidsplaats.

indien men gehoorbeschermers gaat dragen dan wordt de uiteindelijke geluidexpositie lager. In onderstaande tabel zijn richtlijnen opgenomen van de effectieve verzwakking van verschillende gehoorbeschermingsmiddelen. Deze waarde mag men aftrekken van de gemeten geluidexpositie teneinde de werkelijke geluidexpositie te verkrijgen bij goed gebruik van deze middelen.

Tabel 3. Effectieve geluidverzwakking van gehoorbeschermingsmiddelen.

Gehoorschermingsmiddel	Effectieve verzwakking in de arbeidssituatie
oordopjes	5 - 10 dB(A)
schuimplastic rolletjes wasproppen goed passende oordopjes goed aangebrachte voor- gevormde gehoorwatten	10 - 15 dB(A)
oorkappen	15 - 25 dB(A)

Als de gehoorbeschadingsklasse van een werknemer in de loop der arbeidsjaren verandert, dan dient het schema als volgt aangepast te worden, bij een

- * verhoging van de gehoorbeschadigingsklasse: starten met een basisaudiogram als men naar klasse 1 gaat, en starten met het eerste herhalingsaudiogram (na een half jaar of een jaar voor respectievelijk de klassen 1, 2 en 3, 4) en schema vervolgen.
- * verlaging van de gehoorbeschadigingsklasse: in geval van een verminderde geluidexpositie kan de expositietijd aangehouden worden bij de lagere klasse en in geval van het gaan dragen van beter dempende gehoorbeschermingsmiddelen dient een herhalingsaudiogram na een half jaar of een jaar (voor respectievelijk klasse 3 en de klassen 1 en 2) opgenomen te worden en is het vervolg ter medische beoordeling in verband met de mogelijke ernst van de reeds ontstane gehoorschade.

3. Reproduceerbaarheid der continue audiometrie in combinatie met gehoorscherp te vermindering door veroudering

Tabel 1 Minimaal verschil in dB tussen twee gemeten gehoordrempels om tot significante (5%) toename van het gehoorverlies te mogen concluderen, wanneer de audiogrammen zijn opgenomen door één audiometrist.

Frequentie gehoordrempel (in Hz)	Minimaal verschil (in dB)	Afgerond naar stappen van 5 dB
500	7,4	10
1000	7,6	10
2000	7,6	10
3000	7,6	10
4000	11,3	15
6000	13,6	15

Tabel 2 Minimaal verschil - in stappen van 5 dB - om tot significante verslechtering van de gehoordrempel door andere oorzaken dan veroudering te mogen concluderen, als de audiogrammen met een tussenperiode van 5 jaar worden opgenomen.

Frequentie gehoordrempel (in Hz)	Minimaal verschil							
	25	30	35	40	45	50	55	60
500	10	10	10	10	10	10	10	10
1000	10	10	10	10	10	10	10	10
2000	10	10	10	10	10	10	10	10
3000	10	10	10	15	15	15	15	15
4000	15	15	15	20	20	20	20	20
6000	20	20	20	20	20	25	25	25

Tabel 3 Minimaal verschil - in stappen van 5 dB - om tot significante verslechtering van de gehoordrempel te mogen concluderen. Samenvatting tabel 1 en 2.

Frequentie gehoordrempel (in Hz)	Minimaal verschil door andere oorzaken dan ver- oudering, als de audio- grammen ééns per 5 jaar worden opgenomen	Minimaal verschil zonder uitsluiting van veroude- ring als mogelijke oor- zaak
500	10	10
1000	10	10
2000	10	10
3000	15	10
4000	20	15
6000	20	15

4. ISO/DIS 1999/1: Gegevensover data base A (geselecteerde groepen)
en data base B (ongeselecteerde groepen)

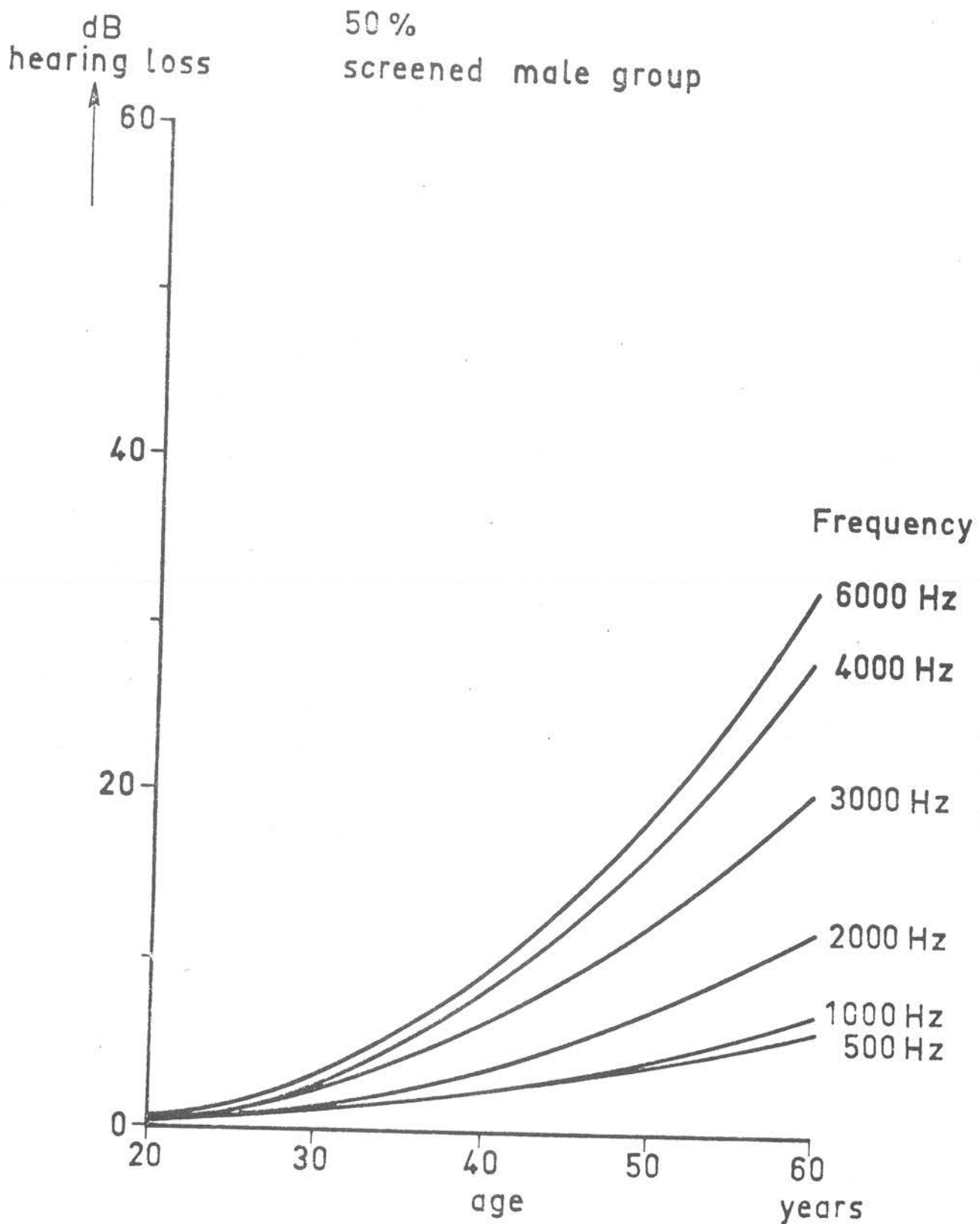
Selected values of hearing threshold level, in decibels, from data base A

Frequency Hz	Age 30 years			Age 40 years			Age 50 years			Age 60 years		
	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1
Males												
500	-6	1	9	-5	2	11	-4	4	14	-3	6	18
1 000	-6	1	9	-5	2	11	-4	4	14	-2	7	19
2 000	-7	1	11	-6	3	15	-4	7	21	-1	12	29
3 000	-7	2	13	-5	6	19	-2	12	29	3	20	42
4 000	-7	2	14	-4	8	23	0	16	37	7	28	55
6 000	-8	3	16	-5	9	26	0	18	41	8	32	62
Females												
500	-6	1	9	-5	2	11	-4	4	14	-3	6	18
1 000	-6	1	9	-5	2	11	-4	4	14	-2	7	19
2 000	-6	1	10	-5	3	13	-3	6	18	-1	11	25
3 000	-7	1	11	-5	4	15	-3	8	21	0	13	30
4 000	-7	1	12	-6	4	17	-3	9	25	1	16	35
6 000	-8	2	14	-6	6	21	-2	12	31	2	21	45

Hearing threshold levels, in decibels, of an unscreened population

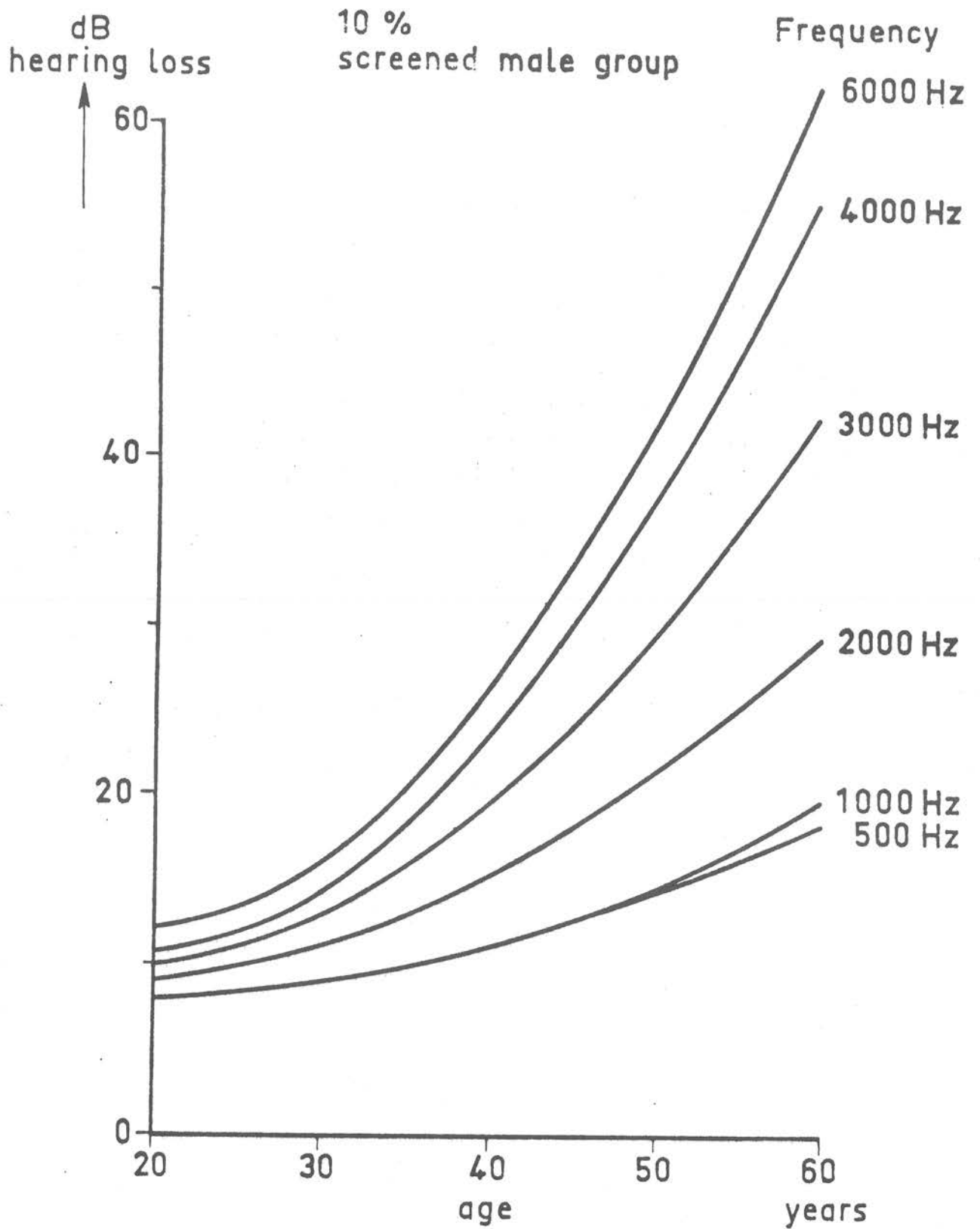
Frequency Hz	Males											
	Age 30 years			Age 40 years			Age 50 years			Age 60 years		
	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1
500	-1	7	15	0	8	19	1	10	21	2	12	26
1 000	-5	0	10	-4	3	15	-3	5	16	-2	6	21
2 000	-4	2	13	-3	4	19	-2	8	28	0	10	43
3 000	-1	9	20	2	13	41	5	19	51	9	30	62
4 000	-1	10	38	4	17	50	8	26	54	12	36	68
6 000	8	18	32	11	24	62	17	31	62	22	46	80
Frequency Hz	Females											
	Age 30 years			Age 40 years			Age 50 years			Age 60 years		
	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1
500	-1	6	15	0	7	19	1	10	23	4	14	29
1 000	-6	1	9	-5	2	13	4	4	16	-2	7	21
2 000	-6	0	10	-4	2	13	-2	6	23	0	8	29
3 000	-4	4	13	-2	6	18	0	9	26	6	16	37
4 000	-5	4	16	-4	6	18	-1	9	26	4	17	43
6 000	3	12	25	5	15	31	8	20	45	15	29	57

BIJLAGE



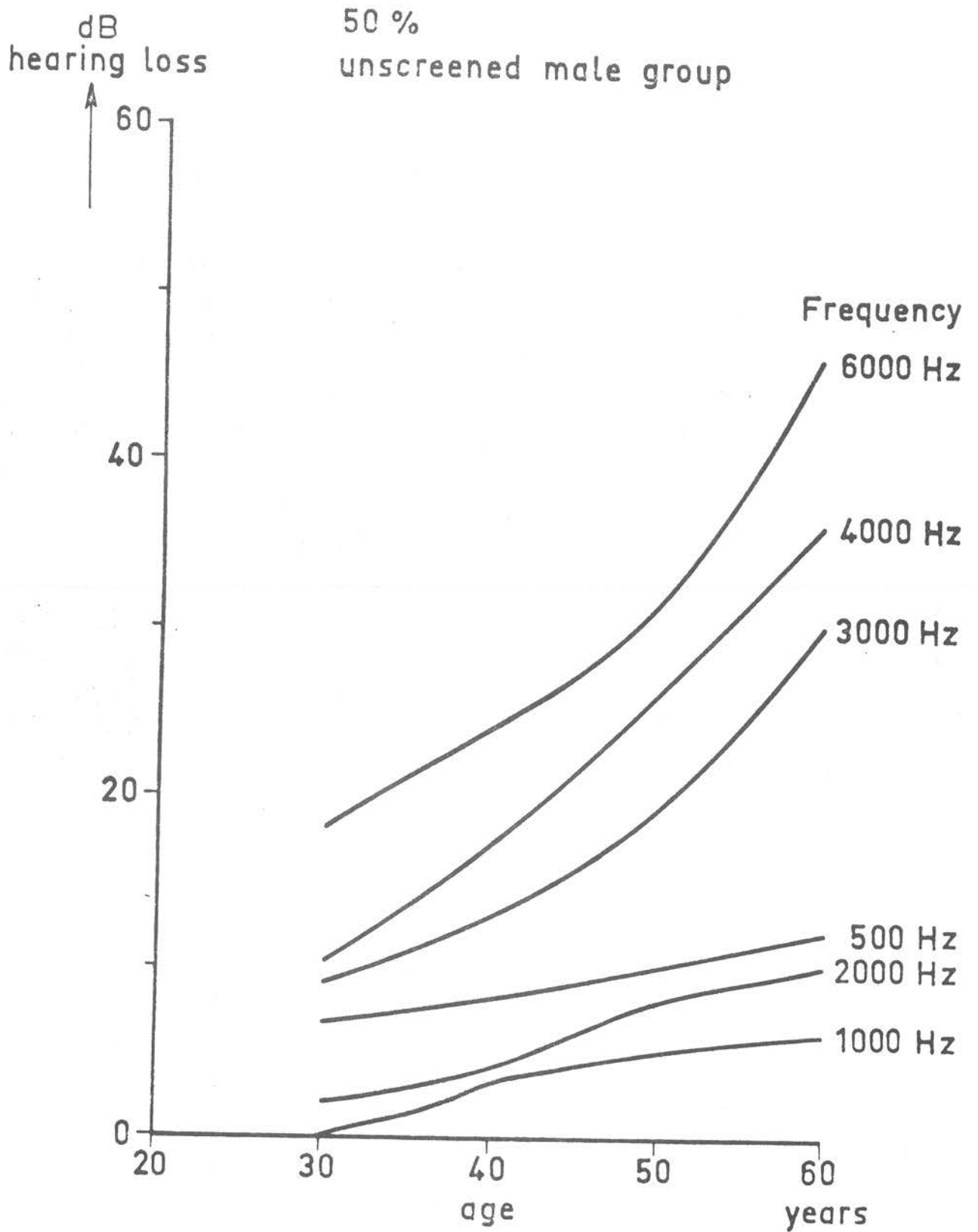
Figuur 1.

BIJLAGE



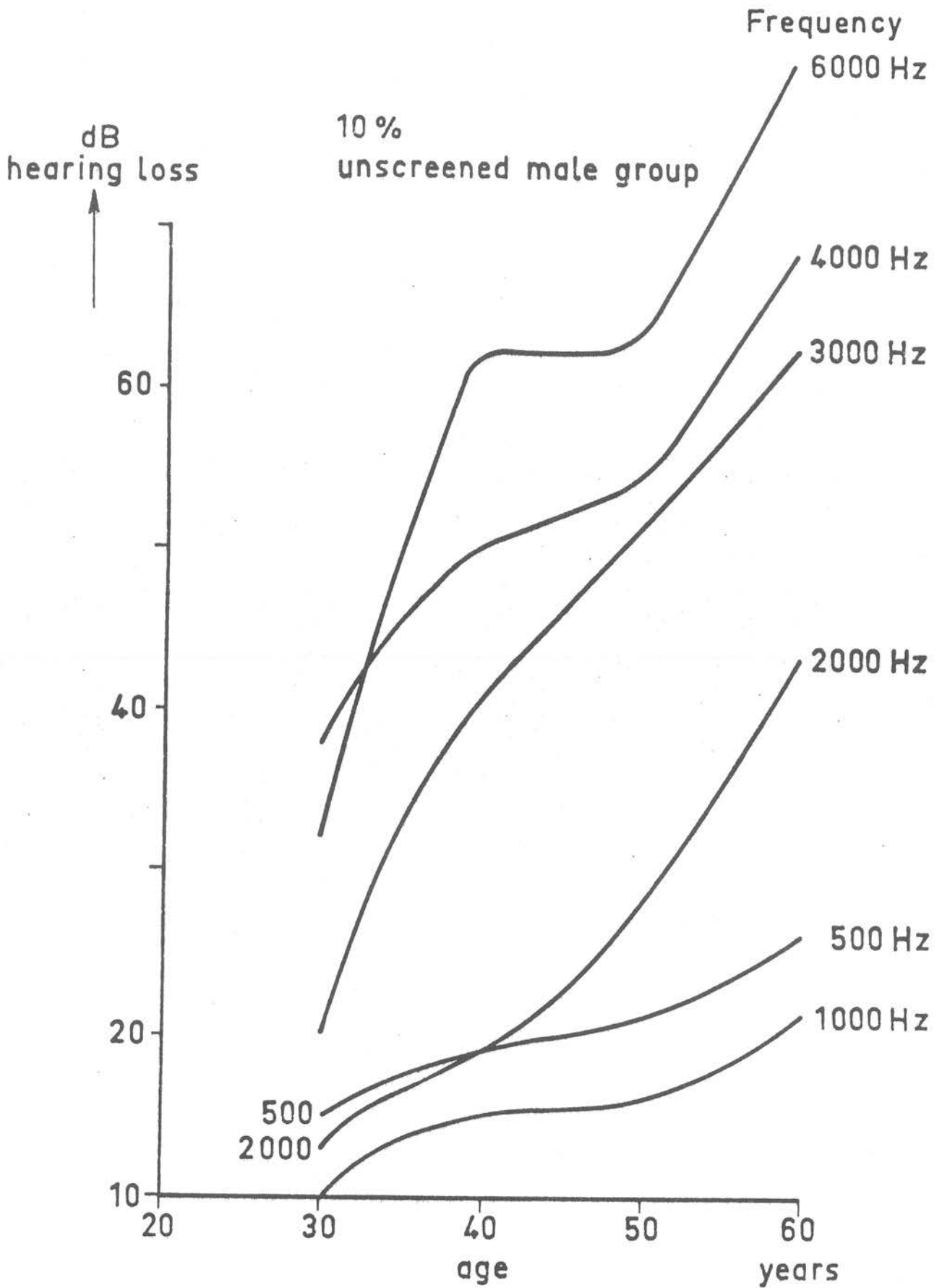
Figuur 2.

BIJLAGE



Figuur 3.

BIJLAGE



Figuur 4.

5. Vergelijking groepsaudiogram van een onderzochte groep met die van een referentiegroep

Tabel Vergelijking van het groepsaudiogram van de onderzochte groep timmerlieden die van de referentiegroep (zie figuur 2a, 2b en 2c): Als het verschil tussen de waarden van beide groepen meer is dan +4 dB, is dit in de tabel aangegeven bij de bijbehorende frequentie. Waarden in de tabel in decibel (dB).

Frequentie Hertz	10 %	25 %	50 %	75 %	90 %
500	9,5	6	7	7	12,5
1000	4,5	6	2	7	12,5
2000	5	5	5	8,5	22
3000	8,5	7	16	28,5	36
4000	7	10	18	29	35
6000	12,5	9,5	16,5	21,5	31,5